



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMADA YENİLENEBİLİR ENERJİ:
TÜRKİYE ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Numan EKİNCİ

Danışman
Doç. Dr. Halil İbrahim Aydın

AĞUSTOS - 2022
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Numan EKİNCİ tarafından hazırlanan “**Sürdürülebilir Kalkınmada Yenilenebilir Enerji: Türkiye Örneği**” adlı tez çalışması 19/08/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Mehmet Vahit EREN

.....

Danışman

Doç. Dr. Halil İbrahim Aydın

.....

Üye

Doç. Dr. Onur OĞUZ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Osman PAKMA
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza

Numan EKİNCİ

Tarih: 19/08/2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMADA YENİLENEBİLİR ENERJİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Numan EKİNCİ

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

Danışman: Doç. Dr. Halil İbrahim AYDIN

2022, 105 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Halil İbrahim AYDIN

Doç. Dr. Mehmet Vahit EREN

Doç. Dr. Onur OĞUZ

Dünyada gelişmekte olan ülkelerin nüfusu her geçen gün artmakta ve sosyal yaşam standardı iyileşmektedir. Buna bağlı olarak, enerji kaynaklarına olan ihtiyaç da artmakta ve sanayileşme faaliyetleri giderek yaygınlaşmaktadır. Bu durumda, teknoloji geliştikçe enerji talebinin artmaya devam edeceği ve önümüzdeki yıllarda da benzer süreçler yaşanacağı tahmin edilmektedir. Fosil yakıtlar olarak bilinen doğal enerji kaynakları, geçmişten günümüze enerji ihtiyacını karşılamak için yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yakıtların önemli çevre sorunlarına yol açması ve yakın gelecekte rezervlerinin tükenmesi ciddiye alınması gereken bir sorun olarak görülmektedir. Fosil yakıtlar enerji ihtiyacını karşılamak üzere yenilenebilir enerjiye ana alternatif olarak kullanılmaktadır. Türkiye yenilenebilir enerjiye olan ilginin arttığı bu dönemde özel ve kamu sektörünün motive ettiği önemli yatırımlara imza atmış, yenilenebilir enerjide çok zengin bir altyapıya ve hammaddeye sahip olmuştur. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin mevcut enerji potansiyelini analiz etmek ve ülkenin yenilenebilir enerji politikalarını incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Enerji politikası, Sürdürülebilir kalkınma, Yenilenebilir enerji kaynakları.

ABSTRACT

MS THESIS

RENEWABLE ENERGY IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT: THE CASE OF TURKEY

Numan EKİNCİ

**BATMAN UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE DEPARTMENT OF ECONOMICS**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Halil İbrahim AYDIN

2022, 105 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Halil İbrahim AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Vahit EREN

Assoc. Prof. Dr. Onur OĞUZ

The population of developing countries in the world is gradually increasing and the standard of social life is improving. Accordingly, the need for energy resources is also growing up and industrialization activities are becoming more and more widespread. In this case, it is estimated that energy demand will also continue to increase as technology develops in the future. Natural energy sources, known as fossil fuels, have been widely used for years to meet the energy needs. The fact that these fuels cause environmental problems and that their reserves will be depleted in the near future is seen as a problem that should be taken into account seriously. Fossil fuels are used as the main alternative to renewable energy to meet energy needs. In this period of increasing interest in renewable energy, Turkey has made significant investments, motivated by the private and public sectors, and had a very rich infrastructure and raw materials in renewable energy. The aim of this study is to analyze Turkey's energy potential and examine its renewable energy policies.

Keywords: Turkey, Energy policy, Sustainable development, Renewable energy sources.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim hayatına başladığım ilk günden son gününe kadar üzerimde büyük bir emeği olan, bu eserin yazım döneminde rehberliğini eksik etmeyen, değerli zamanını esirgemeyen ve bilgisiyle katkıda bulunan danışman hocam sayın Doç. Dr. Halil İbrahim AYDIN'a en içten teşekkürlerimi arz ederim.

Bu süreçte beni yalnız bırakmayıp yüksek lisans eğitimine beni teşvik eden, desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan değerli eşime teşekkürü bir borç bilirim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

CO ²	Karbondioksit
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPK	Enerji Piyasası Kanunu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GSYH	Gayri Safı Yurtiçi Hasıla
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt Hour
HES	Hidroelektrik Enerji Santrali
IEA	International Energy Agency
İRENA	International Renewable Energy Agency
MW	Megawatt
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEPK	Yeni Enerji Piyasası Kanunu

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Türkiye'nin GSYİH Ve Yenilenebilir Enerji Üretimi (1990-2019)	23
Tablo 2: Türkiye'de Hidrolik Enerji Üretimi Ve Kurulu Güç.....	26
Tablo 3: Türkiye'nin Güneş Enerjisi Üretimi Ve Kurulu Gücü.....	27
Tablo 4: Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Üretimi Ve Kurulu Gücü.....	28
Tablo 5: Yenilenebilir Enerjiye Dayalı Kurulu Kapasite Geliştirme Ve 2023 Hedefine Dayalı Olarak Elde Edilen Değer (MW)	31
Tablo 6: Türkiye'nin En Büyük 10 Hidroelektrik Santrali.....	35
Tablo 7: Türkiye'nin Jeotermal Santralleri	41
Tablo 8: Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Doğrudan Tüketimi.....	41
Tablo 9: Jeotermal Santraller (Türkiye'de Üretim Lisansı Alan).....	42
Tablo 10: Türkiye'de Uygun Lisanslara Sahip Jeotermal Santraller	42
Tablo 11: Türkiye'de Faaliyet Gösteren Jeotermal Santraller.....	43
Tablo 12: Biyokütle Kaynakları Ve Türkiye'nin Yıllık Potansiyeli	44
Tablo 13: Sektör Açısından Enerjide Hedeflenen Değişiklikler.....	48
Tablo 14: Talep Edilen Yenilenebilir Enerji Payı (Bin TEP).....	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Türkiye'nin Toplam Güneş Radyasyonu	36
Şekil 2: Türkiye'de İllere Göre Biyokütle Potansiyel Dağılımı	45

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Türkiye'nin Kalkınma Hızı	22
Grafik 2: Yenilenebilir Enerji Teknolojisinde Türkiye İstihdamı (Bin Kişi-2019 Yılı).....	25
Grafik 3: Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli	33
Grafik 4: Türkiye'de Birincil Enerji Üretiminde Kurulu Hidroelektrik Kapasitesi.....	34
Grafik 5: Türkiye'de Enerji Türleri Arasında Hidroelektrik Üretimi	34
Grafik 6: Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat).....	37
Grafik 7: Güneş Enerjisi Üretimi (Yıl).....	37
Grafik 8: Türkiye'deki Güneş Enerjisi Santrallerinin Gücü	38
Grafik 9: Türkiye'deki Rüzgar Santrallerinin Yıllık Kurulumları (MW).....	39
Grafik 10: Türkiye'de Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesinin Bölgesel Yayılımı	40
Grafik 11: Türkiye'deki Rüzgar Santrallerinin Gücü	40

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
TEZ BİLDİRİMİ.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARI.....	4
2.1. Enerjinin Tanımı	4
2.1.1 Enerji kavramı	4
2.1.2. Enerji kaynakları	4
2.2. Üretim Türüne Göre Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	5
2.2.1. Yenilenemez enerji kaynakları	5
2.2.1.1. Kömür	5
2.2.1.2. Petrol	6
2.2.1.3. Doğalgaz	6
2.2.1.4. Nükleer Enerji	7
2.2.2. Yenilenebilir enerji kaynakları	8
2.2.2.1. Güneş enerjisi.....	8
2.2.2.2. Hidroelektrik enerjisi	9
2.2.2.3. Jeotermal enerji.....	9
2.2.2.4. Biyokütle enerjisi	10
2.2.2.5. Dalga enerjisi	11
2.2.2.6. Hidrojen enerjisi.....	11
2.2.2.7. Rüzgar enerjisi	12
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA KAVRAMI	13
3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı.....	13
3.1.1.Sürdürülebilirlik ve kalkınma	13
3.1.2. Sürdürülebilir kalkınma kavramı	13
3.1.3. Sürdürülebilir kalkınmanın ilkeleri ve hedefleri.....	14

3.1.4. Sürdürülebilir kalkınma ile toplum, ekonomi ve çevre arasındaki ilişki ..	15
3.1.5. Sürdürülebilir kalkınma ve enerji arasındaki bağlantı	15
3.1.6. Sürdürülebilir kalkınmada uygulanan politikalar	17
3.2. Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerjinin önemi.....	18
4. TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI.....	21
4.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	21
4.2. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Durumu.....	32
4.2.1. Türkiye'de hidroelektrik üretimi	32
4.2.2. Türkiye'de güneş enerjisi üretimi	35
4.2.3. Türkiye'de rüzgâr enerjisi üretimi	38
4.2.4. Türkiye'de jeotermal enerji.....	41
4.2.5. Türkiye'de biyokütle enerji.....	43
4.2.6. Türkiye'de hidrojen enerjisi.....	45
4.3. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomiyne Katkısı.....	46
4.3.1. Sürdürülebilir kalkınmaya katkısı	47
4.3.2. İstihdama katkısı	48
4.3.3. Enerjide dışa bağımlılığı azaltma etkisi	49
5. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	52
5.1. Literatür İncelemesi	52
5.1.1. Enerji ve yenilenebilir enerji ile ilgili literatür.....	52
5.1.2. Enerji tüketimi ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi literatürü.....	59
5.1.3. Yenilenebilir enerji tüketimi-üretimi ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi literatürü	64
5.1.4. Sürdürülebilirlik ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği ile ilgili literatür	67
SONUÇ	72
KAYNAKLAR	78
ÖZ GEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma, günümüzün ihtiyaçlarının karşılanması ve gelecek nesillerin imkânlarını sınırlamak yerine ihtiyaçlarının karşılanması olarak tanımlanmaktadır. Kalkınmayı desteklemek, insan merkezli kararlı ve iddialı hükümet politikaları gerektirir. Sürdürülebilir kalkınmanın bir diğer gerekli olgusu çevresel sürekliliktir. Çevrenin ve doğal kaynakların kullanımının etkinliğinin ve kaynakların bireyler arasında adil dağılımının iyileştirilmesidir (Gedik, 2020).

Enerji gelişimde önemli bir kavramdır. Enerji, üretim için önemli bir girdidir. Sürdürülebilir enerji gelişimi iktisadi, çevresel ve toplumsal yönleriyle yakından ilişkilidir. Milletlerarası sürdürülebilir kalkınmanın kilit unsurlarından birisi enerjidir. Artan nüfusla beraber teknolojik makinelerle ve robotlar ile seri imalat sadece enerjiyle mümkün olmaktadır. Enerji; günümüzde istikrarsızlaştırıcı bir güç değil, sürdürülebilir bir dünya yaratılmasına yardımcı olabilecek bir araç olacaktır. Bu sebeple ülkelerin gelişim süreci de enerjiden ayrılmaz olması kaçınılmazdır.

İnsanoğlu hayatta kalmak için her zaman enerjiye ihtiyaç duymuştur. Kömürün kullanılmasıyla başlayan süreç, güneş enerjisinin kullanılmasıyla devam ederken, atomu parçalayarak nükleer enerji üretme aşamasına gelmiştir. Ülkeler yüksek enerji üretim fiyatlarını paylaşmaya devam etmektedir. Enerji konusunda diğer ülkelere bağımlı bir ülke olarak Türkiye ithalat yoluyla ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Türkiye, coğrafi nedenlerle yenilenebilir enerji kullanımında elverişli bir konumdadır (Karagöl ve Kavas, 2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğinin artırılması hem çevre kirliliğinin önlenmesi hem de sürdürülebilir enerji elde edilmesi için elzemdir. Bu çalışmada konu ile ilgili literatür değerlendirilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminin tüm enerji kaynakları içindeki payı belirlenerek, elektrik talebini karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasının sağlandığı sonucuna varılmıştır. Yenilenebilir enerji; “güneş ve rüzgar vb. tabii kaynaklardan sağlanan, tüketilmesinin ardından hızla yenilenebilen ve kullanım sırasında tükenmeyen enerjidir”. Yenilenebilir enerjiye yeşil enerji de denir. Fosil yakıtların kullanımı sadece doğanın dengesini bozmakla kalmaz, aynı zamanda insan sağlığına da zarar verir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı özellikle gelişmiş ülkelerde her sene yükselmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın araştırmasına göre, dünyanın birinci enerji talebi 14 milyar ton petrol eşdeğeri (TEP) şeklinde hesaplandı. Mevcut politikalar devam ederken, bu senaryodaki enerji tüketim oranı önümüzdeki 20 yıl içinde %45 artışla

20,3'e ulaşacak. Çin ilk en çok enerji tüketen ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye 2015 yılında 129,3 milyon ton petrol eşdeğeri birincil enerji tüketimiyle 19. sırada yer almıştır (Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği, 2016). 2020'de Türkiye, en yüksek enerji tüketimine sahip 17. ülke olma yolunda iki adım daha yükselmiştir (Worldometer, 2020).

Yaşadığımız yüzyılda evrenimizin karşı karşıya olduğu en önemli sorunlardan biri, güvenli ve sürdürülebilir bir enerji arzıdır. Özellikle gelişmiş ülkeler olarak adlandırılacak dünya ülkelerinde refah düzeyi düşünüldüğünde enerji üretimi ve kullanımına yönelik sürdürülebilir bir yapı bulunmamaktadır. Bunun nedenlerinden biri, dünya enerji ihtiyacının %80-90'ının fosil yakıtlardan sağlanmasıdır. Sanayileşmenin getirdiği sanayileşme ve nüfus artışı, evrenimizin sınırlı kaynakları ile enerji talebini karşılayamamakta, mevcut enerji üretiminin tüketim talebini karşılayamadığı görülmektedir. Öte yandan, enerji üretiminde doğal enerjinin (fosil yakıt) neden olduğu çevre kirliliği, günümüzde önemli konulardan biri olan iklim değişikliğinin nedenlerinden biridir. Gerçek şu ki, fosil yakıtların tüketim zamanı geçmiştir. Çeşitli endüstriyel çalışmalar sonucunda her yıl küresel atmosfere tahminen 2 milyon ton kurşun, 100 milyon ton kükürt bileşiği, 20 milyar ton karbondioksit ve çeşitli zararlı bileşikler salınmaktadır (Kadıoğlu ve Tellioğlu, 1996).

Ülkemiz jeotermal, rüzgar, biyokütle, güneş, okyanus, hidro vb. yenilenebilir kaynaklar açısından çok zengin bir altyapısı bulunmasına karşın mevcut potansiyelini tam olarak kullanamamaktadır. Resmi kurumlara göre fosil yakıtlara olan talebi artıracak, dışa bağımlılığı artıracak ve enerji ithalatına yol açacak bazı ihale programları bulunmaktadır (Kumbur vd., 2005).

Fosil kaynakların enerji arz ve tedarikinde kullanılmasına en büyük alternatif yenilenebilir ve sürdürülebilir enerjiye olan ilginin artmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye zarar vermemesinin yanı sıra ülke olarak dışa bağımlılığın azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum maliyetine göre çok ucuz enerji sağlanması, enerji ve yakıtların alınması enerjiyi popüler yapan önemli unsurlardır. Bu çok yönlü avantajlar nedeniyle, yenilenebilir enerjiye olan günlük ilgi ve talebi dikkatlice göz önünde bulundurarak enerji politikasını tanımlamak gerekir. Birçok gelişmiş ülke, doğa dostu yenilenebilir enerjiden yararlanmaya büyük önem vermektedir. Bu açıdan önümüzdeki yıllar, temiz ve tükenmez enerjinin yaygınlık kazanmasında mühim gelişmelerin geleceği gibi görünmektedir. Değerlendirme sonuçları, Türkiye'nin güneş, rüzgar, biyokütle ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji

kaynaklarında büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye, yenilenebilir enerji sektörüne yerleşerek kurulu güç bazında dünyada 12. Avrupa'daysa 5. sıraya yükselmiştir. 2021 başında ülkemizin kurulu elektriğinin %52'si yenilenebilir kaynaklardan oluşmaktadır (Dışişleri Bakanlığı, 2021). Türkiye'deki yenilenebilir enerji üretimi, hükümetten ve özel sektörden önemli yatırımlar almaktadır. Buradaki asıl amaç, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları, potansiyeli, bu alandaki siyasi yatırımları ve bu kaynakların Türkiye için önemi konusunda farkındalık yaratmaktır.

Çalışma enerji kavramı, yenilenebilir enerji türleri, erişim yöntemleri ve kullanım alanları hakkında teorik bir değerlendirme yapmaktadır. Rüzgar, güneş, hidro, biyokütle, jeotermal ve dalga enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları hakkında ayrı bilgiler verilmiştir. Daha sonra, sürdürülebilir kalkınma kavramından bahsedilmiş, sürdürülebilir kalkınma kavramının enerji ile olan ilişkisi incelenmiştir. Son olarak ise; Türkiye de yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasındaki politikalar ele alınmış ve Türkiye'de yenilenebilir enerji üretiminin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi üzerine yapılan literatür incelenmiştir.

2. ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARI

Çalışmanın ikinci bölümünde enerji kavramının genel tanımlarından bahsedilerek, dünyada var olan enerji kaynakları incelenecektir.

2.1. Enerjinin Tanımı

Enerji ve enerji kaynakları kavramlarından bahsedilerek, enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez olarak sınıflandırılacaktır.

2.1.1 Enerji kavramı

Enerji, “iç” ve “iş” ergonu anlamına gelen Yunanca kelimelerden gelir (Gooch, 2011, s. 268). Enerji doğada farklı fiziksel formlarda bulunur. Birincisi, hareket eden bir cisimden elde edilen kinetik enerjidir. Diğeri ise cismin bulunduğu ortamdan kaynaklandığı düşünülen potansiyel enerjidir. Daha çok fizik bilimleri ile ilgili ifade edilen tanımlara ek olarak, enerji ekonomik açıdan da bir üretim faktörü olarak görülebilir.

Enerji kavramı, dünyanın yaratılışından bu yana geçen sürede ve daha sonra insanın varoluşunda insan yaşamı üzerinde büyük bir etkiye sahip olmuştur. Bu etkiye neden olan temel sorun, enerjinin farklı biçimlere dönüştürülerek kullanılabilmesidir (Erdoğan, 2014, s. 41).

Enerji, zaman içerisinde çeşitli şekillerde karşımıza çıkmakta ve insanların hayatını süratlendirebilen ve insanların gereksinimlerini en uygun biçimde karşılayabilen çok mühim bir kaynaktır. İşgücünü tanımlamak için; “elektrik, ısı, hareket, ışık, kimya, yerçekimi ve nükleer enerji” şeklinde olabilir (Süngü, 2020, s. 8).

2.1.2. Enerji kaynakları

Günümüzde insan yaşamını hızlandıran birçok alanda (ulaşım, ısınma, konaklama, iletişim vb.) enerji kullanımı önemlidir. Yeryüzünde üç enerji kaynağı vardır. Bunlar fosil enerji, nükleer enerji ve yenilenebilir enerjidir. Birincil enerji, herhangi bir değişiklik olmaksızın doğada bulunan enerjiden doğrudan elde edilen enerjidir. İkinci kuvvet; birincil enerjiden dönüştürülen enerjiyi ifade eder. Fosil yakıtlar (kömür, doğal gaz, petrol) ve nükleer enerji sürdürülemez ve geri dönüştürülemez. Yenilenebilir enerji, geleneksel enerji (hidroelektrik, geleneksel biyokütle) ve yeni enerji (güneş, rüzgar, jeotermal, gelgit, dalga ve modern biyokütle) dahil olmak üzere başka bir alternatif enerji kaynağıdır. İkincil enerji, birincil enerjiyi üretmek için gereken elektrik ve hidrojen enerjisini ifade eder (Onbaşıoğlu, 2005, s. 59)

2.2. Üretim Türüne Göre Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Bu bölümde enerji kaynakları üretim şekillerine göre yenilenemez ve yenilenebilir şeklinde sınıflandırılacaktır.

2.2.1. Yenilenemez enerji kaynakları

Yenilenemeyen kaynaklar, Dünya'nın altında bulunan ve tüketildikleri kadar çabuk yenilenmeyen doğal kaynaklardır. Kaynakların geliştirilmesi genellikle milyonlarca yıl alır. Yenilenemeyen kaynakların başlıca örnekleri, insanların enerji üretmek için sıklıkla kullandığı “kömür, petrol ve doğalgaz” gibi yakıtlardır (Koçaslan, 2006).

İnsanlar yenilenemeyen kaynakları gaz, sıvı veya katı halde çıkarır ve daha sonra bunları tüketilmesi kolay bir forma dönüştürür. Kömür ve petrol gibi yenilenemeyen kaynaklar, araçlara, fabrikalara ve evlere güç sağlamak için kullanılan dünyanın birincil enerji kaynaklarıdır. Uygun fiyatlı olmalarına rağmen çevreye zararlı olabilirler ve küresel ısınmaya en çok katkıda bulunanlardan biridirler.

2.2.1.1. Kömür

Kömür, bataklık alanlarda biriken bitkilerin oluşturduğu tabakalardaki değişikliklerle oluşur. Buhar makinesinin icadıyla birlikte kömürün dünya ekonomisindeki yeri çok yüksek bir düzeye ulaşmıştır. Kömürün elektrik ve ısıya dönüşmesi sayesinde nüfusun artmasıyla birlikte kömürün önemi büyük ölçüde artmıştır (Karaaslan ve Aydın, 2020, s. 1354).

Kömür, Türkiye'nin yenilenemeyen enerji kaynakları arasında en önemli enerji türüdür. Türkiye'de üretilen kömür yaygın olarak “elektrik üretimi, çimento üretimi, çelik üretimi ve ev ısıtması”nda kullanılmaktadır. Dünya Enerji Konseyi'nin bir raporuna göre dünyanın kömür rezervleri yaklaşık 861 milyar tondur. Türkiye ise dünya rezervlerinin yaklaşık %1,7'sine sahip bir ülkedir ve kömür rezervlerinin 15,2 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Madencilik ve tüketimin mevcut durumuna bağlı olarak, Türkiye kömür rezervleri yaklaşık 167 yıldır işletilmektedir. Bu kömür rezervleri arasında 1,3 milyar ton maden kömürü ve 13,9 milyar ton linyit kömürü bulunmaktadır (Yılmaz, 2012, s. 38).

Türkiye'nin en büyük kömür arzı Zonguldak'ta bulunmaktadır. Osmanlı'da başlayan kömür madenciliği sürecinde Üzülmüş, Amasra, Karaton, Amuçuk ve Kozluk'ta üretim cumhuriyet döneminde de devam etmiştir (Karabulut, 2000).

Madencilikten bu yana en yüksek kömür çıkarımına 1975 yılında ulaşıldı, yani 4.8 milyon tondur. Ancak sonraki yıllarda kömür madenciliği yaklaşık 2,5 milyon tona düştü. Madenciliğin önemli ölçüde azalmasının en önemli nedenlerinden biri, çok pahalı olan daha derin madencilığe duyulan ihtiyaçtır. Bu düşüş nedeniyle Türkiye ürettiği kömürle talebini karşılayamamış ve bu talebi karşılamak için ithalata yönelmiştir. Bu çerçevede 1973 yılında 16.000 ton kömür ithal edilerek ilk kömür ithalatına başlanmıştır. Kömür ithalatı 2012 yılında 30 milyon tona ulaşarak büyümeye devam etti. Rusya kömür ithalatçılarından biridir. Onu “ABD, Avustralya ve Güney Afrika Cumhuriyeti” izlemektedir (Yılmaz, 2012, s. 38).

2.2.1.2. Petrol

Petrol hidrokarbonlardan oluşur. İçerdiği bileşenler “kükürt, nitrojen ve oksijen”dir. Petrol ayrıca “sıvı, gaz ve katı” formlarda bulunur. Petrol oluşumu, bitki ve hayvan kalıntılarının fosilleşmesiyle birlikte uzun bir zaman diliminde meydana gelmiştir (Adıgüzel, 2018, s. 6).

Türk petrol arama çalışmalarının ilk dönemi, Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemi idi. Osmanlı Devleti'nde, “ilk petrol aramaları Musul, İskenderun ve Trakya'da gerçekleştirilmiştir. Cumhuriyetin ilk yıllarında petrol arama çalışmaları Güneydoğu Anadolu'ya kaymış ve 1940 yılında Raman 1 kuyusunun bulunmasıyla” sonuçlanmıştır (Doğanay, 1998, s. 4).

İlk petrol imalatı Türkiye'de 1946 yılında 544 tonluk üretimle tamamlanmıştır. Sonraki dönemde Türkiye'de petrol üretimi artarak tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaşmış ve 1991 yılında 4,4 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. O zamandan beri Türkiye'nin petrol üretimi düşmeye başladı ve 2012'de 2,3 milyon tona düşmüştür. Petrol A.Ş. (TPAO), Türkiye petrolünün %70'ini (1,7 milyon ton) Güneydoğu Anadolu'daki sahalarından sağlanmaktadır. 1954'te bir petrol kanunu yürürlük kazandı ve ülkemiz petrol bölgelerini 18'e bölerek özel yerli ve yabancı şirketlerin petrol aramasıyla üretmesine izin verdi. Bugün önde gelen TPAO'nun yanı sıra petrol çıkarma ve işleme ile uğraşan birçok işletme daha bulunmaktadır (Yılmaz, 2012, s. 39).

2.2.1.3. Doğalgaz

Doğal gazı tanımlayacak olursak, kokusuz, renksiz ve havaya göre daha hafif bir enerji kaynağıdır. Doğal gaz bir yeraltı kaynağı olarak bilinir ve genellikle petrol zengini bölgelerde bulunur. Doğal gaz, petrol çıkarımına çok benzer bir şekilde

topraktan çıkarılır. Yeraltı madencilik işlemi tamamlandıktan sonra boru hattı ile taşınmaktadır.

Küresel doğal gaz rezervleri yaklaşık 76 trilyon metreküptür. Bu rezervlerin çoğu Rusya'da bulunmaktadır (Erdoğan, 2014, s. 51).

Doğal gaz, öteki fosil yakıtlara nazaran çevreye daha az zararlıdır. Doğal gaz, enerji kullanımı açısından 21. yüzyılın en değerli enerji kaynaklarından biridir. Ülkemizde ilk defa Trakya yakınlarında doğal gaz üretildi ve üretilen gaz Hamitabad ve çevresindeki sanayilerde kullanıldı (Şahin, 2007).

2.2.1.4. Nükleer Enerji

Yenilenemez bir enerji kaynağı olarak nükleer enerji, nükleer santrallerde atom çekirdeklerinin bölünmesi (filyon) veya birleştirilmesi (füzyon) ile oluşturulur. Bu enerjiden sorumlu ana malzeme uranyum-235'tir. Bu alandaki ilk enerji üreticileri Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyetler Birliği olmuştur. 1970'lerdeki petrol krizi, bu yakıta bağımlı olan ülkeleri büyük ölçüde nükleer enerji kullanmaya sevk etti. Kriz öncesi nükleer enerji fiyatları alternatifleriyle rekabet edemeyecek seviyelerde olduğundan, uzun bir süre geniş çaplı uygulama mümkün olmayacaktı. Daha sonra petrol kriziyle birlikte dünya petrol fiyatının varil başına 3 ABD dolarından 10 ABD dolarına çıkması, rakiplerle rekabet etmeyi mümkün kılmıştır (TEF, 2001, s. 162-165).

Nükleer enerjinin ana kullanım alanı enerji üretimidir. Nükleer enerji, yabancıların elektrik üretimindeki bağımlılığını azaltmak için önemli bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Kullanılan hammaddelere göre hammadde stoklarının yüksek olması ve açığa çıkan enerjinin yüksek olması bu enerji kaynağını cazip kılmaktadır. Tüm bu avantajlara rağmen nükleer enerjinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Nükleer enerjiyi serbest bırakırken yüksek kaza riski vardır. Santral için yer seçerken trafikten ve yerleşim yerlerinden uzak, sağlam temelli arazi kullanmak önemlidir. Nükleer enerjinin bir diğer dezavantajı, atıkların depolanması ile ilgilidir. Nükleer atıkların doğada yok olması binlerce yıl sürmekte ve çevreye zarar vermemek için bu atıkların yıllarca dikkatli bir şekilde depolanması gerekmektedir (Kaya, 2012, s. 3). Bu tür saklı yordamlar yüksek maliyet ve kesinlik gerektirir. Nükleer enerjinin yüksek enerji verimliliğinin avantajları ve büyük zararlara yol açmasının dezavantajları düşünüldüğünde yenilenebilir enerjinin önemi artmıştır.

2.2.2. Yenilenebilir enerji kaynakları

Yenilenebilir enerji, doğal yaşamda sürekli ortaya çıkan ve birlikte çalışan akımlar oluşturmak için kullanılabilen yenilenebilir enerjidir. Başka bir tanımda, kullanıldıkça kendini tamamlayan enerjidir denilebilir (Erdoğan, 2014, s.12).

Dünyanın fosil kaynaklarının azalması ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılayamaması nedeniyle yenilenebilir enerjinin önemi giderek daha fazla ön plana çıkmıştır. Günümüzde küresel elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin varlığı, küresel elektrik üretiminin yaklaşık dörtte birini karşılamaya yeterli görülmektedir (Karagöl ve Karavaz, 2017, s. 197).

Yenilenebilir enerji, tüketilen kaynaktan daha hızlı kendini yenileyen ve aynı kalan, kullanılan enerjiyle kıyaslanabilir bir kaynaktır. Fosil yakıtların çevresel etkisi ve yüksek maliyeti de yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmıştır (Kaya, 2018, s. 32). Dünya, gelişmiş olmasına rağmen, yenilenebilir enerjiyi mümkün olan en verimli ve etkin şekilde üretmekte ve tüketmektedir. Ülkemizin coğrafi yapısı yenilenebilir enerji üretimine yönelik olarak idealdir (Karaaslan ve Aydın, 2020, s. 56).

Yeryüzünde yaygın olarak kullanılan sistemler vardır, ancak en olarak kullanılan hidroelektrik, güneş, jeotermal, biyokütle vb.dir.

2.2.2.1. Güneş enerjisi

Güneş, 4 milyar yıldan fazla süredir yanan bir füzyon reaktörü olan bir yıldız türüdür. “Dünya için önemli olan güneş enerjisi, güneş çekirdeğinden yapılan füzyon enerjisidir. Güneş enerjisi o denli kuvvetlidir ki dünyanın enerji ihtiyacını 1 dakikada karşılayabilir” (Aydın, 2020, s. 17).

Erdoğan’a göre, “güneş gezegenimizin ışıkla ısı gereksinimini karşılar. Bireyler güneş enerjisini verimli bir biçimde kullanmakta geç kalsalar da mühim araştırmalar ileriye umut ile bakmamızı sağlıyor. Yansıma nedeniyle, güneş ışınlarının tahminen %30'u Dünya atmosferine girmeden Dünya'ya çarpar. Geriye kalan %70'lik kısım ise atmosfere taşınır ve uzun dalgalı ışınlar şeklinde tekrar uzayın derinliklerine gider. Dünyanın yüzeyi, yaşamın devam etmesi için sürekli olarak bile yeterli ve dengeli seviyelerde radyasyon alır ve yansıtır. Dünyamıza gelen söz konusu enerji düzeyi kuvveti oldukça fazladır. Bir araştırma çerçevesinde 1 metrekareden hemen hemen 1,35 kilovat güneş enerjisi elde edilebiliyor. Bu çalışmanın sonucunda güneş enerjisi 1 yılda dünyadaki bilinen tüm kömür rezervlerinin üretebileceğinden 50 kat daha fazla enerji üretebilmektedir” (Erdoğan, 2014, s. 16).

Güneş enerjisi, hidrojenin (güneşin merkezindeki bir füzyon reaksiyonu) helyuma dönüştürülmesi sonucu üretilen verimli bir enerji türüdür. Bu enerji ışık geçişlerinde dünyamıza ulaşmaktadır ve bu enerjiden faydalananlar için teknolojiler yaşanmaktadır. Bu teknolojilerden en küçük enerjinin kullanımından ısıya elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılır (Koç ve Kaya, 2015, s. 36).

2.2.2.2. Hidroelektrik enerjisi

Hidroelektrik, suyun hareketiyle üretilen mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Hidroelektrik bir yenilenebilir enerji türüdür ve en ünlü ve güçlü üretim yöntemi nehirlerle barajlar yaparak belirli alanlarda su toplamak ve toplanan sulardan elde edilen enerjiyi elektrik üretmek için kullanmaktır (Damgacı, 2017, s. 631). Hidroelektrik enerji su kullanır; basınçlı su boruları veya kanalları vasıtasıyla yüksekten stantlara itilerek mekanik enerjiye dönüştürülür. Bu mekanik enerji, jeneratör döndükçe elektrik enerjisi üretir (Akdoğan, 2006).

Hidroelektrik santraller diğer enerji kaynaklarına göre daha az riskli ve daha çevreci olmasıyla öne çıkıyor. Elektrik üreten bir hidroelektrik santral, çevre için temiz, yenilenebilir, yakıt maliyeti olmayan, verimli, enerji fiyatları bakımından kritik, uzun ömürlü, firma maliyetleri düşük yerli bir enerji kaynağıdır ve daha da önemlisi ülkeyi dışa bağımlı hale getirmez (Erdoğan, 2014, s. 58).

Mercan'a göre, "ilk hidroelektrik santral (ilk santral) 1882'de Londra'da inşa edildi. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren hidroelektrik tüketimi arttı ve bu, petrolün enerji için hammadde haline gelmesine kadar devam etti. Bu sürekli süreçte Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde barajlar ve HES'ler (hidroelektrik santraller) inşa edildi. Bu tecrübe sayesinde hidroelektrik santralleri için bileşenlerin üretimi ve üretimi bir iş haline gelmiş ve bu nedenle dünyaya ekipman ve bilgi sağlamaktadır" (Mercan, 2014, s. 5).

2.2.2.3. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, şu anda sürekli olarak 20 derecenin üzerinde, Dünya yüzeyinin derinliklerinde üretilen ısıdan üretilen bir enerji kaynağıdır ve sıradan Dünya ve yeraltı sularından daha çok erimiş mineral, farklı tuzlarla gazlar içermektedir. Jeotermal enerji, turizm ve sağlık turizminin yanı sıra kimyasal üretebilen birçok endüstriyel tesiste ağırlıklı olarak ısınma, elektrik üretimi ve enerji hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Genellikle basınçlı su ve buhar vasıtasıyla yüzeye aktarılan termal enerjidir (Öztürk, 2008, s. 367).

Jeotermal enerji, Dünya oluşurken minerallerin radyoaktif bozunması nedeniyle yer kabuğunda sürekli olarak üretilir. Kabuğumuz ve çekirdek arasındaki sıcaklıktaki değişiklikler, termal enerjinin çekirdekten kalıcı ısı şeklinde kabuğa gitmesine neden olur. Jeotermal enerjinin pratik kullanımına yönelik dört ana yaklaşım vardır. Bunlara, “ısı pompaları, direkt kullanım, enerji santralleriyle gelişmiş jeotermal bileşenler dahildir. Jeotermal enerji, önemli, sürdürülebilir ve iklim dostu bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji santrallerinin kurulumunun belli sınırlamaları bulunmaktadır ve söz konusu santrallerin kurulması bölgedeki toprağın stabilitesini etkileyebilir.” Kurulan bu jeotermal enerji santralleri bir miktar nitrit, metan, karbondioksit ve kükürt yayar (Süngü, 2020, s. 14).

Yerkabuğunda daha fazla ısı vardır, muhtemelen dünyanın enerji ihtiyacının daha fazlası karşılanabilir. Dünyanın ısı kaynağı olan çekirdek, kabuğu oluşturan mantodan çok daha sıcaktır, ancak bu derinliklere ulaşmak imkansızdır. Yüzeyin derinliklerinde bilinmeyen radyoaktivite değerleri ve benzeri birçok belirsizlik nedeniyle, Dünya'nın toplam termal potansiyelini belirlemek zordur ve ayrıca yeraltı topraklarının özelliklerinin bilinmediği ve yüzeydeki özelliklerinden farklı olabileceği düşünülmektedir (Erdoğan, 2014, s. 33).

2.2.2.4. Biyokütle enerjisi

Biyokütle, bitki ve hayvan kaynaklı doğal olarak oluşan organik bir malzemedir. Uygulamada biyokütle yapısında genellikle orman ve tarım kalıntılarından oluştuğu bilinmektedir (Bozkurt ve Kurtoğlu, 1980, s. 94).

Biyokütle, yangınlardan beri geleneksel olarak tanınan ve kullanılan bir enerji kaynağıdır. Biyokütle enerji tüketiminin modern yolu 21. yüzyılda başladı. Modern yöntemlerle kullanılan biyokütleden elde edilen enerji türleri; “biyodizel, biyodimetil eter, biyogaz, biyo-yag, biyometanol ve biyoetanol vb.” yakıt çeşitleridir. En yaygın kullanılan türler “biyogaz, biyodizel ve biyoetanol”dür (Akova, 2008).

Biyodizel; Hayvansal yağ, kanola, soya fasulyesi, ayçiçeği ve aspir vb. yağlı tohumlardan yapılır. Biyoetanol, buğday, mısır şekeri ve şeker pancarı gibi tarım ürünlerinin fermente edilmesiyle üretilir. Biyogaz ise; esas olarak bitki, hayvan ve endüstriyel atık gibi organik maddelerin anaerobik koşullarda fermentasyonu ile üretilen karbondioksit ve metandır. Biyogaz üretimi, organik maddenin enerjiye dönüştürülmesine ve söz konusu atıkların toprağa taşınmasına yardım eder. (Öğüt, 2007, s. 130).

Genellikle biyokütle enerjisi, petrokimya öncesi hayatımızda mevcut olan organik atıkların yanma reaksiyonu ile elde edilir. Biyokütle kaynakları 4 gruba ayrılır. Bu gruplar (Büyükkiz, 2019, s. 10); “Bitkisel biyokütle kaynaklar, Organik çöpler şehirle sanayi atıklarından müteşekkil biyo-kütle kaynakları, Orman ürünlerinden meydana gelen biyokütle kaynakları, Hayvansal biyokütle kaynakları”dır.

2.2.2.5. Dalga enerjisi

Dünya okyanuslarında son derece bol ve gelecek vaat eden bir enerji kaynağı var. Okyanus enerjisi dalgalar, gelgitler, deniz akıntıları, termal formlar (sıcaklık gradyanı) ve tuzlulukta oluşur. Bu formlar arasında, okyanus dalgalarının hareketinden yararlanmak ve bu hareketi elektriğe dönüştürmek gibi okyanus dalgası enerjisi için önemli fırsatlar ve faydalar tespit edilmiştir (Stevens, 2019). Deniz dalgalarından enerji elde etmek için büyük çalışmalar dünyada uzun zamandan beri görülmektedir. Japonya, Büyük Britanya, İskandinavya ve Hindistan'daki ülkeler, araştırma ve geliştirme yoluyla deniz dalgalarından enerji üretmek için ticari enerji santralleri kurmaya başlamışlardır.

2.2.2.6. Hidrojen enerjisi

Periyodik tablonun ilk elementi olan hidrojen, çekirdeğinde bir protona ve yörüngesinde bir elektrona sahiptir. Hidrojenin uzaydaki varlığı açısından en bol bulunan elementidir, çevre ile çok uyumludur ve doğada çok yaygındır. Örneğin, sudaki hidrojen oksijenle birleşir ve sudaki hidrojen içeriği %11,2'dir. Ek olarak, hidrojen insan vücudunun tahmini %10'unu oluşturur, ham petrol ve kömürde bulunur ve karbona bağlıdır. Bununla birlikte, mineraller genellikle büyük miktarlarda hidrojen ve oksijen içerir. Tüm bitki ve hayvan maddeleri bile karbon, oksijen, azot ve kükürt gibi elementlerle birleşen hidrojen içerir. Hidrojen tabii bir yakıt değildir, birincil enerji kaynağı kullanılarak çeşitli hammaddelerden imal edilebilen bir sentetik yakıttır. Hidrojen yakıtı ilk olarak 1956'da Amerika Birleşik Devletleri'nde denendi ve bugün hala uzay mekikleri ve uzay araştırma roketleri için yakıt olarak kullanılmaktadır (Kükrer, 2007, s. 30).

Diğer gazlarla karşılaştırıldığında, hidrojenin tüketimi daha karmaşık ve farklıdır. Hidrojen molekülleri, borular, bağlantı parçaları, vanalar vb. malzemelerin malzeme seçiminde ve üretiminde çok dikkatli olunması gerekmektedir. Bu nedenle, bileşenlerin seçimi çok önemlidir. Borular kalın ve incedir, bu nedenle hidrojen sızıntı olmadan bir yerden bir yere taşınır. Bunun nedeni, hidrojenin temas malzemelerinde bozunma olgusuna neden olabilmesidir (Habash, 2018, s. 4).

2.2.2.7. Rüzgar enerjisi

İnsanlar geçmiş zamanlarda tekneleri hareket ettirmek, yel değirmenlerinde un üretmek ve benzeri pek çok şekilde rüzgardan yararlanmıştır. Günümüzde de enerji tüketimindeki hızlı artışa cevap vermek için rüzgar enerjisi kullanılmaktadır (Nuri, 2008).

Rüzgar enerjisi, güneşin dünyayı farklı şekillerde ısıtması nedeniyle yenilenebilir enerjinin en değerli türlerinden biridir. Bu durumda, yüzey ısıtması nedeniyle basınç değişen derecelerde değişir, bu da hava basıncı, sıcaklık ve nem değerlerinde farklılıklara neden olur ve bu durumda havanın hareketine neden olur. “Havanın yüksek basınçtan alçak basınca yaptığı bu hareket havadır. Rüzgar türbinleri ayrıca rüzgar hızındaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye sonradan elektrik enerjisine çevirmek suretiyle elektrik üretmektedir” (Koç ve Şenel, 2013, s. 32).

“Karanın, denizle havanın sıcaklık oranları birbirlerinden farklıdır. Söz konusu farkın sebebi basınçtır ve rüzgar söz konusu basınç farklarına göre oluşur. Bu rüzgarlardan mekanik ya da termal enerji sağlanabilir. Rüzgardan elde edilen enerji rüzgar hızıyla ilgilidir. Rüzgar hızındaki artış hızının küpü ile orantılıdır ve rüzgarın sağladığı enerji esmenin zamanlamasına ve şiddetine bağlıdır” (Durak, 2005, s. 18).

Güler’e göre, “rüzgar enerjisi, çevreyi kirletmeyen, tamamıyla tabii, tükenmesi beklenmeyen yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisi, dünyadaki tabii bitki örtüsünü, insan yaşamını, yüksek düzeyde atmosferik ısınmayı ve asit yağmurlarını olumsuz etkileyen bir enerji kaynağı değildir. Bunun yanında yenilenemeyen enerjiden tasarruf sağlar, radyoaktif etkisi yoktur ve teknolojisi hızla gelişir. Rüzgar enerjisi süratli ve kolay bir şekilde elektriğe dönüştürülebilir” (Güler, 2005, s. 209).

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA KAVRAMI

Çalışmanın üçüncü bölümünde sürdürülebilir kalkınma kavramının tanımlarından ve öneminden bahsedilecektir.

3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

Çalışmanın bu bölümünde sürdürülebilir kalkınma kavramının daha iyi anlaşılması açısından sürdürülebilirlik kavramı ve kalkınma ile olan ilişkisi ele alınacaktır.

3.1.1.Sürdürülebilirlik ve kalkınma

Bir toplumun siyasi, toplumsal ve ekonomik refahının sağlanması ve bölgesel kalkınma ile gelir artışına ek olarak bir bölgenin sosyo-ekonomik yapısındaki değişikliğe kalkınma denir (Çalı, 2011, s. 423).

Sürdürülebilirlik kavramını basit bir tanımla anlarsak, zarar vermeyen ancak desteklenebilir, yasal ve bilimsel olarak kanıtlanmış, savunulabilir ve uygulanabilir yöntemlerle işleri iyi durumda tutmaktır.

1980 yılından bu yana, sürdürülebilir kalkınma, insan varlığının yeryüzündeki bir devamı olarak kabul edilmiş ve sürdürülebilir kalkınma, 20 Mart 1987 tarihli BM Brundland Raporunda “ortak geleceğimiz” tanımında kullanılmaktadır. İki temel fikirden oluşmaktadır; 1- Temel ihtiyaçlar 2- Çevrenin değişme kabiliyetini göz önünde bulundurarak gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak (Gürlük, 2010, s. 56).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, doğal kaynakların korunması için önemlidir. Bu, gelecekte kişi başına refahta bir artış olarak görülmektedir. Gelecek nesillerin refahı azalmayacağına göre, bu refahı garanti eden üretim seviyesi ile ilgilidir ve üretim seviyesi toplam sermaye stokunun büyüklüğüne bağlıdır, dolayısıyla refahın garantisidir. Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin refahını çalmadan, gelecek nesilleri dikkate alan ve bugünün ihtiyaçlarını karşılayan çevreye uygun ekonomi politikalarının uygulanmasını gerektirir (Kaypak, 2010, s. 96).

3.1.2. Sürdürülebilir kalkınma kavramı

1970'li yıllarda yaşanan ekonomik krizlerle ekonomik özelliklerdeki farklılıklar tanınmaya başlanmıştır. Bir anlamda, bu süreç modernizmin iflası olarak tercüme edilir. Büyüklük ve seri imalata bağlı örgütlü kapitalizm zaten var olduğundan, yeni imalat biçimleri ve yeni idare biçimleri ortaya çıktı. Kalkınma alan yazınında ana paradigma olan planlamanın süratle gerilemesiyle birlikte birçok ülkede ulusal bölge planlamasının

öneminin azaldığına dikkat çekilmiştir. Ayrıca, kalkınma sürecinde çevresel bozulmadan kaynaklanan çevresel sorunlar da geleneksel refah kavramını sorgulamaktadır; Çevreyi tükenmez bir faktör olarak gören ekonomik anlayış, yerini çevreyi insan refahı ve korunması için vazgeçilmez bir unsur olarak gören yöntemlere bırakmaktadır (Eryılmaz, 2011).

3.1.3. Sürdürülebilir kalkınmanın ilkeleri ve hedefleri

Sürdürülebilir kalkınmanın temel ereği, imalat teknolojisindeki değişiklikler ve sanayileşme yoluyla dünya nüfus artışının neden olduğu zararı azaltmak, gelecek nesillerin ihtiyaçlarına daha güvenli bir yaklaşım oluşturmak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmektir (Decleris, 2000: 19). Temel amaçlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (Çelik, 2006: 22-23):

- Kalkınmanın sağlanması: Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kalkınmanın garanti altına alınması önemli,
- Bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılamak,
- Nüfusunun oluşumunu kontrol etmek ve sürdürülebilir bir nüfus artışı,
- Doğal kaynakların gereksiz kullanılmasının önlenmesi ve zenginleştirilmesi,
- Teknoloji yönlendirme ve risk yönetimi,
- Kalkınma sürecinde çevre ve ekonomiyi birbirine bağlamak: Bu hedef, sürdürülebilir kalkınmayı anlamanın temel amacıdır.

Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için bir ülkenin bazı sosyoekonomik ve kurumsal değişiklikleri ele alması gerekir. Bu değişikliklerin amaçları şunlardır (Çelik, 2006: 22-23):

- Ekonomik sistem: Kalkınma için ihtiyaç duyulan çevresel kaynakları koruyan üretim sistemlerinin yanı sıra bağımsız büyümeyi sağlayacak ekonomik yapıların da oluşturulması gerekmektedir.
- Siyasal sistem: Vatandaşların karar alma süreçlerine aktif katılımını sağlamak.
- Teknolojik sistem: Yapısı, mevcut yeni çözümler sunabilmeli ve insan ile doğa arasında uyum sağlamalıdır.
- Yönetim sistemi: Kararlarla ilgili sorunlar karşısında daha esnek ve kendi kendini düzelten bir yapıya sahip olmalıdır.

3.1.4. Sürdürülebilir kalkınma ile toplum, ekonomi ve çevre arasındaki ilişki

Sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde, ferdi ve sosyal ihtiyaçlara aktif bir yanıt vermeyi temel almalıdır. Ekonomik koşullar, kişisel koşulların iyileştirilmesi ve şimdiki ve gelecek nesillerin geleceğine bakmakla ilgilidir. Ekonomik yapı, serbest piyasa ekonomisinin uygulanmasını gerektirir, ancak dışsallıkların fiyatlara dahil edilmesi de dahil olmak üzere serbest piyasa ekonomisine aykırı bazı ilkelerin uygulanması gerekir. Mal ve hizmetlerin üretim ve tüketiminde çevreye verilen zararlardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Ekonomik bileşenlerin uluslararası boyutu nedeniyle, kalkınmanın anlaşılmasında uluslararası ticaret önem kazanmaktadır (Çepik, 2015).

Sürdürülebilir kalkınma için bir diğer önemli faktör de toplumsal dayanışmanın yani ekonomik kalkınmanın toplumsal alana yayılmasının varlığıdır. Sosyal bileşen; bu da hayata dair objektif ve sübjektif bazı verilerin sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Siyasi koşullar altında, bireysellik ve diğer temel koşulları geliştirme yeteneği ile asil bir yaşam sürmenin temel koşulları vardır. “Objektif hayat şartları altında barınma, asgari, yaşam koşullarının varlığı, toplumsal güvenlik, eğitimle sağlığa erişim, gerekli koşulların oluşturulması, adaletli paylaşım ile fırsat eşitliği vb. ana parametreler hesaplanabilmektedir. Sübjektif hayat durumunun göstergesi; mevcut neslin yaşamlarından memnun kalması ve gelecek nesillerin de memnun olabileceği bir ortamın sunulmasıdır” (Kaypak, 2011).

Sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkesi, doğal yaşamın temellerini korumak ve muhafaza etmek ve bundan kaynaklanan çevre bozulmalarını ortadan kaldırmaktır. Kaynak tüketimi kontrol altına alınmalı ve aşırı kaynak tüketiminden kaçınılmalıdır. Sürdürülebilir kaynakların tüketimini artırmaya ve iyileştirmeye, sürdürülebilir olmayan kaynakların tüketimini sürdürülebilir kaynaklara kıyasla azaltmaya ve büyüme potansiyelini azaltmaya ihtiyaç vardır.

3.1.5. Sürdürülebilir kalkınma ve enerji arasındaki bağlantı

Enerji, kalkınmada mühim bir terimdir. Enerji, üretim için gerekli bir girdidir. Enerji olmaksızın neredeyse imkansızdır. Sürdürülebilir enerji gelişimi iktisadi, çevresel ve toplumsal yönler ile yakından ilişkilidir. Milletlerarası sürdürülebilir kalkınmanın kilit bileşenlerinden biri enerjidir. Nüfus arttıkça, teknolojik makineler ve robotlar kullanılarak yalnızca enerji seri üretilir. Enerji artık bugünkü istikrarı bozan güç değil, sürdürülebilir bir dünya yaratmaya yardımcı olacak bir araç olacaktır. Enerji

olmadan ilerleme imkansızdır. Geçmişte emek kullanılarak üretim yapılırken, artık talep ve nüfus açısından üretimin teknik faktörleri üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bu imalat etkenlerinin ana girdisi enerjidir. Ülkeler enerji açısından üç gruba ayrılabilir: Enerji kaynakları bulunan ülkeler, enerji kaynaklarını işleyerek kullanılabilir duruma getiren ülkelerle enerji kaynaklarını tüketen ülkeler (Çepik, 2015, s. 78).

Sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkelerinde; “enerji arzının sürdürülebilirliğinin sağlanması, doğal dengenin etkilerinin minimuma indirilmesiyle enerji arzının toplumsal maliyetlerinin azaltılması” bulunmaktadır. Sürdürülebilir enerji geliştirme, şu anda son Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Sürdürülebilir Kalkınma Girişimi'nin temel bileşenlerinden biridir. Sürdürülebilir enerji politikası, sürdürülebilir kalkınma için gerekli bir koşuldur. Politikalar ekonomi-enerji ilişkisi değil, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, enerji-ekonomik-ekolojik denge ve enerji güvenliği dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Enerji bir üretim kaynağı olduğu için erişilebilir enerji politikaları önemlidir. Tek bir enerji kaynağına güvenmek yerine, enerji kaynakları farklı olmalıdır.

2004 yılında “Dünya Enerji Konseyi” tarafından yayınlanan bir bildiride, enerji sürdürülebilirliğini sağlamak için birtakım kriterler önerildi. DEK bu kriterleri şu şekilde özetlemektedir (Çelik, 2006: 24):

- Arz güvenilirliği: Ülkelerin enerji arz güvenliğini sağlamaları ve bu amaçla gerekli yatırımları yapmaları önem arz etmektedir. Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, çeşitli ülkelerin önemli bir enerji politikasıdır.
- Enerji altyapısına yapılan yatırımlar, fiili maliyetleri yansıtan enerji fiyatları: Enerjinin verimli ve temiz üretilmesine yönelik olarak gereken altyapıyla ilgili sorunların ele alınması ve maliyet desteği sağlanması gerekmektedir. Bu yatırımları yapabilmek için, yatırımın ekonomisini sağlamak için optimal enerji fiyatlarının belirlenmesi önemlidir. Aksi takdirde, yatırım yapılmaması, gelecek yıllarda enerji kaynaklarını tehlikeye atabilir.
- Enerji çeşitliliği ve enerji verimliliği: Enerjiyi kullanmak için belirli kaynaklara güvenmektense değişik kaynakların kullanımıyla kaynakların verimli kullanılmasını kapsamaktadır.
- Enerji piyasası müdahalesi: Serbest pazar oluştururken enerji maliyetlerini yansıtan fiyatların bilinmesi önemlidir. Gereken sübvansiyonlarla müdahaleler aktif bir şekilde tatbik edilmelidir.

- Enerji sistemlerinin bölgesel entegrasyonu: Enerji arzı ve ulaşım güvenliği açısından bölge ülkelerinin yapması gereken de budur. En ekonomik, güvenli ve sürdürülebilir enerji arzı sağlanmalıdır.
- Halkın anlayışla güveninin oluşturulması: Enerji üretimle tüketim zincirinde kamuoyu şeffaf bir şekilde bilgilendirilmeli ile desteklenmelidir. Kamuoyunun bilinçlendirilmesi, yapılacak çalışmaların etkinliği için esastır.
- Piyasa koşullarında iklimsel değişiklik politikası: Son senelerin temel problemlerinden birisi olan iklimsel değişikliği önlemek üzere devletlerin gereken sürdürülebilir enerji siyasetlerini tatbik etmeleri lazımdır. Gereken yatırımların gerçekleştirilmesi, milletlerarası anlaşmaların imzalanmasıyla bunlara uyulmasıyla gereken tesislerin kurulması lazımdır.
- Teknolojik yenilik ile teknolojik gelişme: Enerji politikasının sürdürülebilir gelişimini sağlamak için, enerji güvenliği arzını sağlamak, enerji kullanımının çevre üzerindeki etkisini azaltmak ve enerjinin verimli kullanımını sağlamak için ileri teknolojiler benimsenmelidir. Ayrıca bu teknolojilerin geliştirilmesi için gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

3.1.6. Sürdürülebilir kalkınmada uygulanan politikalar

Sürdürülebilir kalkınma siyasetlerinin oluşturulmasında gelişmiş ülkeler başı çektii. Bu durumda uluslararası kuruluşlar, ülkelerden oluşur ve kalkınma politikaları bu kuruluşlar tarafından belirlenir. Gelişmekte olan ülkeler de zaman zaman bu politikaya uyum sağlamak ve katkıda bulunmaktadır. 1972 yılında, Stockholm Konferansı şeklinde de bilinen Dünya Çevre Konferansı, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek ve konferansta sürdürülebilir kalkınmayı vurgulamak için ilk olarak İsviçre'nin Stockholm kentinde düzenlendi. Sürdürülebilir kalkınma ifadesi açık bir biçimde kullanılmasa da, bu konferans, çevreyle ilgili konuları ele alan ilk büyük konferans olduğu için önemlidir. Toplantının sonucunda Stockholm Deklarasyonu adlı bir bildiri yayınlandı. Bildirge günümüzün gereksinimlerini karşılarken, her zaman ülkelerin çevreyi iyileştirmeye yönelik siyasi ve etik taahhütlerinin bir ifadesi olmuştur. 1970'lerde ve 1980'lerin başında çevre politikasına odaklanıldı. Birleşmiş Milletler 1983 senesinde Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunu kurmuş ve 1987 yılında Komisyonca yayınlanan Brundland Raporunda sürdürülebilir kalkınma kavramını tartışmıştır. Gelişmiş ülkelerde Kyoto, sera gazı emisyonlarını azaltmak için 2000 yılında

kurulmuştur. Kyoto Protokolü çevreyi korumaya yönelik önemli önlemlerden biri olmuştur (Aliyev ve Aslanlı, 2015).

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu 1993 yılında kuruldu. Birleşmiş Milletler ve Kalkınma Komitesi tarafından 1992 yılında Rio de Janeiro, Brezilya'da düzenlenen Rio Konferansında uluslararası işbirliğini güçlendirmek ve çevresel ve geliştirme sorunları. Ulusal, bölgesel ve uluslararası düzeylerde Gündem 21'in uygulanmasındaki ilerlemeyi kolaylaştırmak ve gözden geçirmek (Tıraş, 2012, s. 63).

OECD ayrıca sürdürülebilir kalkınma konusunda araştırmalar yürütmektedir. OECD'nin faaliyetleri, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi, istihdamı artırmayı, yaşam standartlarını iyileştirmeyi, finansal istikrarı garanti etmeyi, diğer ülkelerde ekonomik büyümeyi teşvik etmeyi ve dünya uluslarını birleştirerek dünya ticaret hacmini artırmayı amaçlamaktadır (www.oecd.org).

3.2. Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerjinin önemi

Artan enerji talebi, enerji elde etmek için kullanılan fosil kaynakların azalması ve çevreye verilen zarar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi dünya genelinde artmakta ve enerjinin verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Sürdürülebilir kaynakların verimli kullanımını sağlamak için çeşitli programlar hayata geçirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma; sürekli ve kaliteli bir enerji arzı ile ele alınmalı, enerji ve kalkınma ilişkisi bu bağlamda değerlendirilmelidir (Sağbaş ve Başbuğ, 2018, s. 42).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, bugünün enerji ihtiyaçlarının, ileriki kuşaklar kendi gereksinimlerini giderme kabiliyetinden ödün vermeksizin giderilmesi şeklinde tanımlar ve sürdürülebilir kalkınma kavramında enerji, “sürdürülebilir kalkınmanın motoru” olarak ifade edilir (İşeri ve Özen, 2012, s. 163).

Sürdürülebilir kalkınma sisteminin küresel ölçekte, ekonomik kalkınmayı sağlamak olarak tanımlanan ancak Sosyo-çevresel kuşaklarda attığı adımlar; Stockholm 1972, Ortak Geleceğimiz 1987, Rio 1992, Habitat II 1996, Rio (+5) 1997, Johannesburg 2002, Rio 2012 (+20) civarındaki zirve tarihi bir süreç olarak adlandırılmaktadır (Seydioğulları, 2013, s. 21). Türkiye'de bu süreç 1972 Stockholm Konferansı'ndan sonra Türkiye'de çevre bilincinin gelişmesinin bir göstergesi olarak çevre politikalarını belirlemek ve gerekli çalışmaları yapmak üzere 1978 yılında Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı'nın kurulmasıyla başlamış, ancak sürdürülebilir çevre politikalarının temel

oluşumu 1959 yılında AB topluluğuna girmekti. 1999 Yılında AB'nin aday ülke olarak başvurusu ve kabulü ile hızlanmaya başlanmıştır (Cepik, 2015, s. 38).

Sürdürülebilir kalkınma hedefli bir yaklaşımın küresel olarak ilk kez 1992 Rio Konferansı'nda tartışıldığı ve Türkiye'de ilk defa 1990-1994 arasını içeren ve genellikle 5 senelik bir dönemi kapsayan planlı ekonomik kalkınma modeli, kamuoyunun ve özel sektör yan yana. Altıncısı, kalkınma planı, yani gösteri sistemi. 1991 yılında Çevre Bakanlığı'nın yerini Çevre Bakanlığı olarak yerel Gündem 21 eylem planlarını uygulamaya başlamış (Özmehmet, 2008, s. 1870) ve bu sürecin devamı olarak Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000) çıkarılmıştır. Sanayinin ve diğer tüm sektörlerin maliyet ve çevresel kaygılar nedeniyle Enerji yoğunluğunun azaltılması, verimliliğin artırılması, fiyat, kaynak, tahsis, çevre ve yatırım politikalarındaki yatırımların takibini yapacak kurumsal yapıların oluşturulması hedeflendi. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planında (2001-2005) çalışma kapsamında çevre konularını sosyal, ekonomik politikalar ve sektörlerle bütünleştirmekte ve Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013) AB'nin sürdürülebilir kalkınma stratejisini uygulamaya geçirmeyi amaçlamaktadır. Kalkınma planları (2014-2018) ile enerji arzını sağlamak için kaynakların çeşitlendirilmesi, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dikkat çekilerek enerji kaynaklarının kullanımının en üst düzeye çıkarılması ve çevre üzerindeki etkinin en aza indirilmesi ve 11. Beş Yıllık Planı (2019-2023), eşit fırsatlara, kolay erişime ve vatandaş odaklılığa dayalı, ekonomik refah ve yüksek sosyal bir kamu politikası ile kamu hizmetlerini sunmayı amaçlamaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019).

Toplumsal refah ve iktisadi kalkınmanın en mühim girdisi olan enerji, aynı zamanda ülke ekonomisindeki cari açığın da en önemli unsurudur. Bu nedenle, toplumsal refahı artırmak, zarar vermek için fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kullanılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji açısından hakim durumda olmasına rağmen, uygun piyasa fiyatları nedeniyle enerji ihtiyacını büyük ölçüde fosil kaynaklardan karşılayan bağımlı bir ülke olduğu söylenmektedir. Enerjide yaşanan tüm bu sorunlardan dolayı sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için enerji politikasında gerekli değişiklikler yapılmalıdır (Erdoğan, 2016, s. 67).

Sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerinden olan toplum adına; yaşam standartları, fırsat eşitliği, sosyal uyum, uluslararası dayanışma, beşeri sermayenin korunması, ekonomi; ekonomik kalkınma, verimlilik ve rekabet, esneklik ve istikrar, üretim başlıkları altında; tüketim, istihdam, uluslararası ticaret ve nihayet çevre; enerji

verimliliği üzerinde etkisi olan kaynakların, malzemelerin ve atıkların tüketim, risk, değişim hızı, doğal ve kültürel görünüm bileşenleri ile ilgili veriler olduğu söylenmektedir (Aydın, 2016, s. 418).

Yenilenebilir enerji kullanımının artması, geliştirilmesi ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için hükümetin büyük bir bölümünün yenilenebilir enerji politikası konusunda bir hükümet politikası haline gelmesi bu nedenle verimliliğin artırılmasında çok önemli bir rol aracılığıyla güçlü bir desteğe sahiptir. Bu ilkelerin sürekli iyileştirilmesinin gözden geçirilmesi gerektiği savunulmaktadır (Şanlı ve Armağan, 2017, s. 99).

4. TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI

Çalışmanın dördüncü bölümünde Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma açısından uyguladığı yenilenebilir enerji politikaları ele alınacaktır.

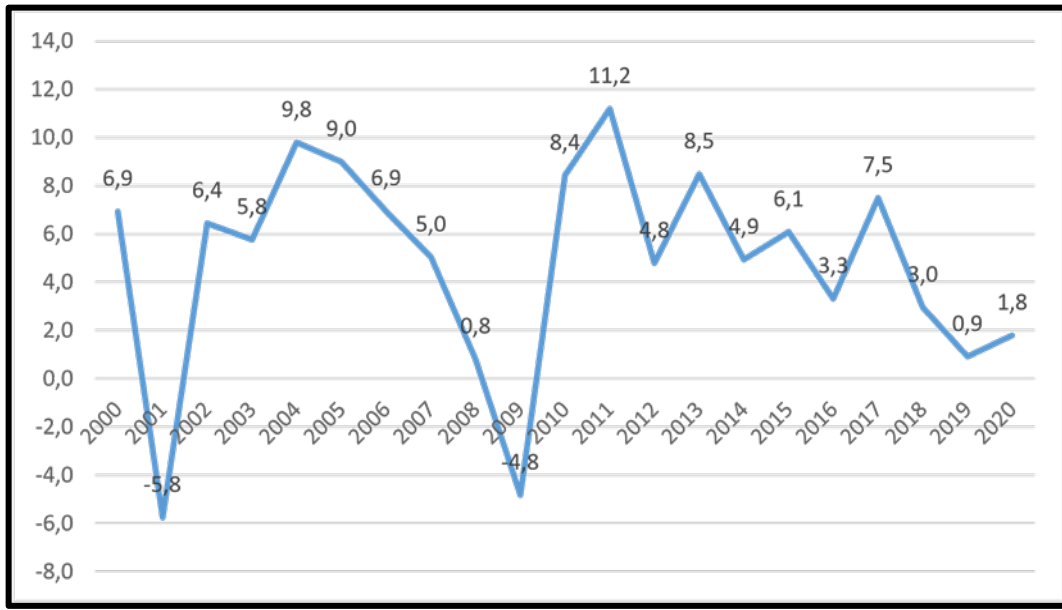
4.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları

Türkiye son zamanlarda ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji ve çevre politikalarına odaklanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, diğer enerji kaynaklarına göre başlangıçta pahalı olmakla birlikte, uzun vadede ekonomi için sürdürülebilir ve karlı bir kaynaktır. Türkiye'de fosil yakıtların yani birincil enerjinin yetersiz arzı, Türkiye'yi büyük ölçüde dışa bağımlı hale getirmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir enerji kaynakları kullanarak dışa bağımlılığını azaltmalıdır (Durğun ve Durğun, 2018, s. 3).

Mevcut enerji politikası, üretim ve tüketim arasındaki dengeyi, çevre güvenliğini ve yerli enerji kaynaklarının kullanımı ile üretilen enerji altyapısının oluşturulmasını sağlamaktır. Doğu ile batı arasında bir enerji köprüsü olmak ve Türkiye'de enerji alanında dışa bağımlılığı azaltmak, ekonomik kalkınmayı artırmak ve toplumsal refahı artırmak için çaba sarf etmek önemli ortak hedefler olarak kabul edilmektedir. Dalgalanan petrol ve gaz fiyatları ve yetersiz elektrik arzı, kalkınmayı ve sosyal refahı teşvik etmede yetersiz başarıya yol açmaktadır. Enerji arzındaki azalma fiyatların artmasına neden olmakta ve bunun sonucunda enflasyondaki artış ekonomik kalkınma oranını etkileyerek toplam talebin azalmasına neden olmaktadır (Keskinçilç, 2019, s. 58-59).

2000 yılında Türkiye'de başlayan ekonomik kriz büyük zararlara yol açmıştır. 2002 yılından sonra ülke genelinde bu kriz aşılmaya başlanmıştır. 2002 yılından sonra ülkenin ekonomik kalkınma hızına bakıldığında, 2009 yılındaki küresel kriz dışında ekonomik kalkınmanın diğer yıllara göre yukarı yönlü bir eğilim gösterdiği görülmektedir.

Grafik 1: Türkiye'nin kalkınma hızı



Kaynak: World Bank, (2020). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=TR>, 28.05.2022.

Grafik 1, Türkiye'nin 20 yıllık ekonomik kalkınmasını göstermektedir. Yukarıda söylenene ek olarak 2001 ve 2009 sonrası ekonomik kalkınma olmuştur. İthalat ve ihracat, büyüyen ve zayıflayan ekonomik kalkınma üzerinde en büyük etkiye sahiptir. İthalatın fazla olması ve ihracatın ithalattan daha az olması ekonomik kalkınmanın gerilemesine neden olmaktadır. Ekonomik kalkınmanın etkisinde ithalatın payı daha fazladır.

Dünyanın yenilenebilir enerjiye olan talebi artmaktadır. Yenilenebilir enerjinin önemli çevresel ve ekonomik etkileri vardır. Son zamanlarda küresel yaşamdan kaynaklanan karbondioksit emisyonlarındaki artış nedeniyle ülkeler temiz enerjiye yönelik birçok yeni stratejik önlem almaya başlamaktadır. Türkiye son 10 yılda bu alanda yeni yasalar çıkararak yenilenebilir enerjinin, çevrenin ve ekonominin önemini artırma politikası izlemeye başlamıştır.

Tablo 1: Türkiye'nin GSYİH ve Yenilenebilir Enerji Üretimi (1990-2019)

Yıllar	GSYİH (milyar dolar)	Toplam üretim (BİN TEP)
1990	150,676	9658
1991	150,027	9636
1992	158,459	10000
1993	180,169	10621
1994	130,690	10381
1995	169,485	10776
1996	181,475	11226
1997	189,834	11228
1998	275,967	11479
1999	256,385	10701
2000	274,302	10102
2001	201,753	9378
2002	240,248	10043
2003	314,595	10021
2004	408,865	10783
2005	506,314	10131
2006	557,076	10359
2007	681,321	9604
2008	770,449	9312
2009	649,289	9916
2010	776,967	11627
2011	838,785	11223
2012	880,555	12155
2013	957,799	13087
2014	938,934	12061
2015	864,314	15657
2016	869,683	17136
2017	858,988	17738
2018	778,381	19147
2019	761,425	23382

Kaynak: OECD & World Bank, (2020).

Tablo 1'de gösterildiği gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ve GSYİH analiz edilmiştir. Ekonomik kalkınmada olduğu gibi 2001 ve 2009 krizlerinde de yenilenebilir enerji üretiminde düşüş yaşanmıştır. Enerji üretiminin 2012 yılından itibaren artmaya başladığını, 2014 ve 2015 yıllarında düştüğünü ve yine büyük bir hızla arttığı görülmektedir. GSYİH göstergelerine baktığımızda 2013 yılına kadar büyümüş ama sonra daha da düşmüştür. Buna rağmen yenilenebilir enerji üretimindeki artış yıllar içinde devam etmiştir. GSYİH ve yenilenebilir enerji üretiminin doğru hızla kalkınmadığı görülmektedir. GSYİH'da bir artış varken, üretimin düştüğü veya bunun tersi olduğu söylenebilmektedir.

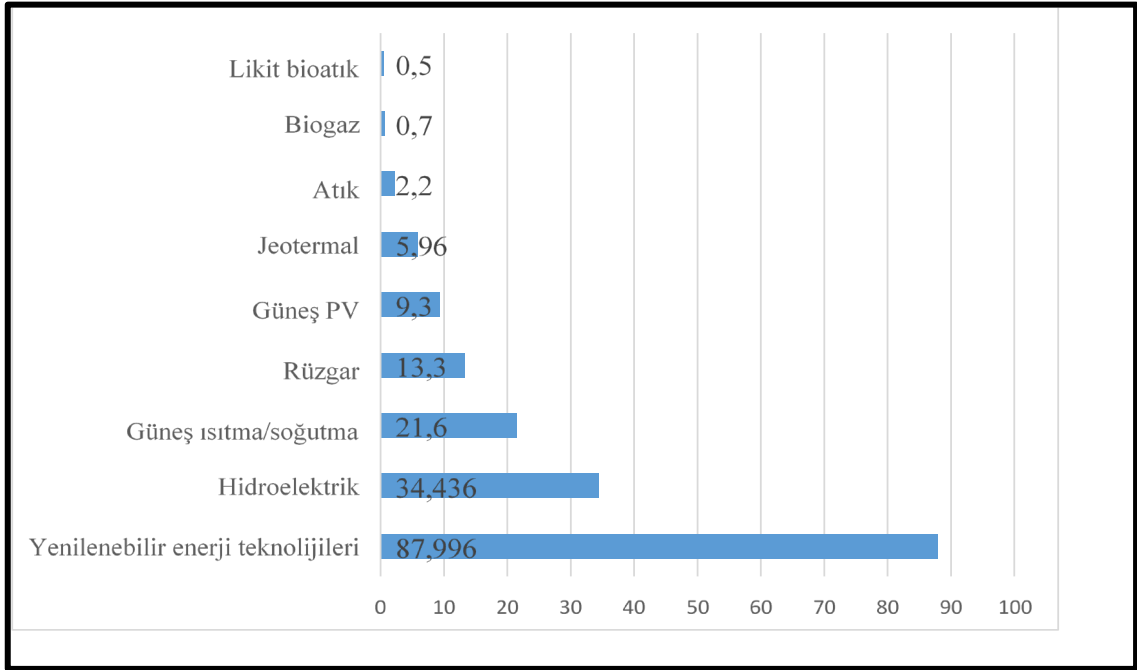
Türkiye'nin gelişen ekonomisi ve artan nüfusu göz önüne alındığında, elektrik talebi ve yıllık ekonomik kalkınma karşılaştırıldığında, Türkiye daha fazla kalkınma eğilimindedir. Türkiye'nin en çok tüketilen enerji ürünleri olan ham petrol ve doğalgazın %90'ını ithal etmesi, ülkenin enerjide %70'lik dışa bağımlı olduğunu ve bunun sonucunda cari açık üzerinde büyük bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu durumu değerlendirirsek: yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarının tam gücü, teknolojik bilgilerin toplanması, insan kaynaklarının geliştirilmesi, istihdam düzeyinin artırılmasında önemli katkılar sağlayacağı sonucunu vermektedir (Keskinçilic, 2019, s. 60).

Yenilenebilir enerji ve enerji arzının çeşitlendirilmesi, bölgesel sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunma potansiyeli yüksek olan kırsal ve bölgesel kalkınma için fırsatlar yaratmak, bu faydaların yanı sıra çeşitli sosyoekonomik faydalar ile birçok istihdamı daha düşük maliyetler ve gelişen teknoloji gibi fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca alternatif enerji kaynaklarının yerine yenilenebilir enerjinin kullanılması ek bir maliyet taşımakta ve fiyat-maliyet etkisi nedeniyle artan maliyetler ve katı ücretlerle işgücü piyasalarında üretimin azalmasına ve istihdamın azalmasına neden olabilmektedir (Güllü & Kartal, 2021, s. 37).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları ile temiz kaynaklardan enerji üretirken, diğer yandan istihdam ve endüstriyel gelişme açısından öne çıkan ülkelerden biri olarak kabul edilmektedir.

Yenilenebilir enerjiye artan yatırım, enerji sektöründe endüstriyel üretimin ve istihdamın artmasına yardımcı olmuştur. 2018 yılında Türkiye'nin güneş enerjisi istihdamı 40.000'e, rüzgar istihdamı 7.000'e yükselmiştir. Grafik 2, 2019'da yenilenebilir enerji sektöründe istihdam yaratma hakkında bilgi vermektedir.

Grafik 2: Yenilenebilir Enerji Teknolojisinde Türkiye İstihdamı (bin kişi-2019 yılı)



Kaynak: İRENA, (2019), <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>, 08.06.2022.

Yenilenebilir enerji istihdamı, artan küresel işsizlik ortamında artmaya devam ederken, Türkiye 2019'da 2018'e göre istihdamda düşüş yaşamıştır. Türkiye'de en önemli ve yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri hidroelektriktir. Tablo 2'ye göre, Türkiye'nin hidroelektrik kurulu gücü 1990 yılında 6.764.3 MW iken, gösteri yılından itibaren artarak 2019 yılında 28.503.0 MW'a ulaşmıştır. 2019 yılında kurulu hidroelektrik kapasitesinin 88.823 GWH olduğu tahmin edilmiştir. Kurumun yaptığı hesaplamalar sonucunda, diğer kaynaklardan üretilen elektriğin en büyük payının hidrolik enerjiye ait olduğu bilinmektedir.

kapasiteli inşaatı devam etmektedir. Bu santrale ek olarak, yapımında kullanılacak olan ev tipi fotovoltaik modüllerin %60'ını üretecek bir fabrika ve Ar-Ge faaliyetlerini uygulama merkezi inşa edilmektedir (Bekar, 2020, s. 49).

Tablo 3: Türkiye'nin güneş enerjisi üretimi ve kurulu gücü

Yıllar	Güneş enerjisi üretimi (GWh)	Kurulu güç kapasitesi (MW)	Yenilenebilir enerji kurulu gücü payı (%)
2015	194	249	0.8
2016	1043	833	2.4
2017	2889	3421	8.8
2018	7800	5063	12.0
2019	9250	5995	13.5

Kaynak: Kaynak: ETKB, <https://enerji.gov.tr/Preview/tr/63d0007a-f593-458b-9610-353eb2545897>, <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-denge-tablolaridenge-tablolari>, 15.05.2022.

Tablo 3, kurulu güneş enerjisinin 5 yılda nasıl değiştiğini göstermektedir. 2015 yılından itibaren güneş enerjisi giderek daha aktif bir şekilde kullanılmaktadır. 2017'den 2018'e kadar güneş enerjisi üretimi hızla büyüdü. Bu tablo aynı zamanda güneş enerjisinin toplam kurulu yenilenebilir enerji kapasitesi içindeki payını da göstermektedir.

Türkiye'deki diğer temiz ve güvenilir enerji kaynaklarından biri de rüzgar enerjisidir. Ülkemizde rüzgar enerjisi potansiyeli; Sürekliliğine ve hızına bağlı olarak bölgeden bölgeye değişir. Araştırma sonucunda rüzgar enerjisine göre elektrik üretimi için rüzgar hızı 7 m/s dir. Hesaplamalara göre 10.463 MW'ı deniz, 37.386 MW'ı kara olmak üzere 47.849 MW olarak tahmin edilmiştir. Türkiye'nin en büyük rüzgar enerjisi potansiyeline sahip bölgeleri Marmara ve Ege Denizi'dir. 2006 yılına kadar rüzgar enerjisinde önemli bir gelişme sağlanamadı. Ancak rüzgar enerjisi ile ilgili 2007 yılında çıkarılan kanunlar, yıllar içinde rüzgar gücünün artmasına neden olmuştur (İnançlı ve Akı, 2020, s. 556).

Tablo 4: Türkiye'de rüzgar enerjisi üretimi ve kurulu gücü

Yıllar	Rüzgâr enerjisi üretimi (GWh)	Kurulu güç kapasitesi (MW)	Yenilenebilir enerji kurulu gücü payı (%)
2005	59	20	0.2
2006	127	59	0.4
2007	355	146	1.1
2008	847	364	2.6
2009	1495	792	5.1
2010	2916	1320	7.6
2011	4724	1729	9.1
2012	5861	2261	10.2
2013	7558	2760	10.8
2014	8520	3630	13.0
2015	11653	4503	14.3
2016	15517	5751	16.7
2017	17904	6516	16.8
2018	19949	7005	16.6
2019	21731	7591	17.1

Kaynak: Kaynak: ETKB, <https://enerji.gov.tr/Preview/tr/63d0007a-f593-458b-9610-353eb2545897>, <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-denge-tablolaridenge-tablolari>, 15.05.2022.

Tablo 4'te verilen verilerden hareketle Türkiye'de rüzgar enerjisinden yıllar içinde ne kadar elektrik üretildiği gösterilmektedir. 2007 yılında rüzgar enerjisi mevzuatının yaygınlaşması ile rüzgar enerjisi 2010 yılında büyümüş ve yıllar içinde artmaya başlamıştır.

Gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturan biyokütle enerjisi, genellikle doğrudan yanma ile elde edilen ve modern teknolojiler kullanılarak hem elektrik hem de biyokütle yakıtı kullanılarak üretilen önemli bir çevre dostu enerji kaynağıdır. Kırsal alanların ihtiyaçlarını düşük maliyetle karşılayabilecek, sürekli üretilen bir enerji kaynağıdır. Biyokütleyi yakarak enerji elde etmek ekonomik açıdan pek faydalı değildir. Türkiye son yıllarda biyokütleden biyoyakıt üretiminde ilerleme kaydetmiştir. Türkiye uygun biyokütle kaynaklarına sahip bir ülkedir. Ayrıca bu kaynakları kullanmak için büyük bir fırsata sahiptir. 2000 yılında biyokütleden elde edilen enerjinin kurulu gücü 10 MW'dir. 2019 yılında 791.3 MW'a yükselmiştir. 2000

yılından 2019 yılına kadar biyokütle kurulu gücünün artmaya devam ettiği görülmektedir (İnançlı ve Akı, 2020, s. 557).

Hava kirliliği Türkiye'de önemli bir çevre sorunudur. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye'nin temiz ve sürdürülebilir enerji geleceği için cazip bir çözüm haline geliyor. Kaynak kullanılabilirlik, enerji arzının doğası için çok önemlidir. Kaynak mevcudiyeti jeolojik, coğrafi ve iklimsel koşulları ifade eder. Türkiye'nin coğrafi konumu, yenilenebilir enerji kaynakları olarak hidroelektrik ve biyokütlenin yaygın kullanımı için çeşitli avantajlara sahiptir. Enerji kaynakları. Çevresel ve arz kıtlığı endişeleri başta konut ısıtması olmak üzere biyokütle kullanımında bir düşüşe yol açtı (Keleş ve Bilgen, 2012, s. 5205).

Doğal gaz, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlara olan talebin artması ve bu enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar ve artışlar üretim maliyetlerini artırmıştır. Yeterli rezervi olmayan yenilenemeyen enerji kaynakları, gelişmekte olan ülkelerde ithalat yoluyla bu ihtiyacı karşılamakta, aslında yetersiz olan döviz kaynaklarının gerekli kısmını enerji ithalatına ayırmakta, bu da enerjide ithalata bağımlılığın artmasına ve Dış ticaret açığı. Son yıllarda ülkeler fosil yakıtlardan enerji ithalatına olan bağımlılıklarını ve enerji kaynaklarından kaynaklanan çevre kirliliğini azaltmak ve ülkenin enerji ihtiyacının bir kısmını bu kaynaklardan karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimine yönelmişlerdir (İnançlı ve Akı, 2020, s. 562).

Türkiye yeterli enerjiye sahip olduğu sürece, fazla enerji ihraç edecek ve ekonomik istikrarın önünü açacaktır. Türkiye, “rüzgar, biyokütle, güneş, jeotermal ve hidrolik enerji vb.” yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli açısından dünyadaki öncü devletlerden birisi olmasına rağmen fosil kaynaklara, tabiata, ekonomiye insana güvenmektedir. Sağlık hızla gelişiyor ve bu anlamda bir uçurumun kenarında yatıyor. Bu durumda iki sonucu vardır. Una; Politikaları uygulayarak, yenilenebilir enerji kaynakları genel birincil enerjiye önemli bir katkı sağlayabilir veya dışa bağımlılığı ortadan kaldıracaktır. İzin Vermek; Temiz, güvenilir ve sürdürülebilir enerji, halihazırda çevreye, topluma ve ekonomiye zarar veren fosil ve nükleer enerji politikaları tarafından tehdit edilebilir (Kılıç ve Urgan, 2016, s. 161).

Yenilenebilir enerji sektöründe ülkemizde yavaş büyüyen bir piyasa bulunmaktadır. Enerji kaynaklarını verimli kullanabilirsek söz konusu piyasada öncü olabiliriz. Türkiye bu potansiyeli yenilenebilir enerji alanında harekete geçirirse dışa bağımlı ekonomi modelinden uzaklaşarak ve dünyanın gelişmiş ekonomilerine katılarak önemli bir prestij kazanabilir. Türkiye'nin dünyanın en büyük on ekonomisinden biri

olmasını isteyen ETKB, bu doğrultuda 2023 için enerji hedefleri belirlemiştir (İnançlı ve Akı, 2020, s. 557).

Son yıllarda Türkiye'de yenilenebilir enerjiye, özellikle güneş ve rüzgar enerjisine ağırlık vermiştir. Ancak hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının daha dinamik kullanımı için bu oluşumu destekleyen kanun ve yönetmeliklere daha da ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji santrallerinin özellikle kurulum aşamasında olan yüksek maliyeti nedeniyle, mevcut yasa ve yönetmelikler yatırımcıları bu yönde hareket etmeye teşvik etmekte yetersiz kalmaktadır. Bu doğrultuda, petrol fiyatlarındaki artışlar ışığında yenilenebilir enerji projelerine ilişkin teşviklerin dikkatli bir maliyet-fayda analizi yapılmalı ve ticari şirketlerin elektrik santrali kurma ve işletme teşvikleri güçlendirilmelidir. Son yıllarda çıkarılan kanun ve yönetmeliklerle özellikle güneş enerjisi santrallerinin kurulmasına yönelik teşvikler oluşturulmuştur (Yılmaz ve Öziç, 2018, s. 533).

Bir ülkenin enerji politikasının belirlenmesinde en önemli konulardan biri enerji kaynaklarının potansiyelinin bilimsel ve sağlıklı tespitidir. Bir ülkenin enerji potansiyeli belirlendikten sonra, ilgili kaynakların nasıl geliştirileceği, yerli ve yabancı özel sektör katkısının gerekli olduğu yerler ve ithal edilep edilmeyeceği konusunda bir strateji geliştirilebilmektedir. İthalatın kaçınılmaz olduğu ya da düzenli kullanılması gereken durumlarda, kaynak çeşitliliği enerji siyasetinin en mühim gerekliliklerinden birisi şeklinde görülmelidir. Enerji politikasının önemli bir gereği de makul enerji talep tahminleri yapmaktır. Temel parametreler temel olarak enerji talebi tahminlerine dayanacaktır; enerji fiyatları, nüfus, teknolojik gelişme, ekonomik kalkınma, enerji politikası ve enerji verimli tüketicilerin davranışlarıdır. Doğru enerji politikasının temeli, bu politikaları bilimsel ve gerçekçi yöntemlerle öngörmek, dünyadaki ve ulusal gelişmelere göre sürekli güncellemek ve revize etmektir (Pamir, 2005, s. 57-58).

Türkiye'nin jeopolitik konumu nedeniyle büyük bir enerji önemi olduğu bilinmektedir. Ülkemizde hidroelektrik üretimi açısından ilk olmanın yanı sıra Ortadoğu, Kafkaslar ve Karadeniz'den gelen fosil kaynakların AB ülkelerine taşınmasında transit ülke rolü oynaması büyük önem taşımaktadır. Avrupa Birliği'ne tam üyelik yolunda ilerleyen ülkemiz, Avrupa Birliği'nin enerji hedeflerine ulaşmaktadır. Bu hedefler doğrultusunda enerji ile ilgili bazı mevzuatın uygulanmasına başlanmıştır. Türkiye'nin enerji politikasını/hedeflerini uygularken dikkat edilmesi gereken bazı öncelikli konular bulunmaktadır. Bu hususlar şu şekilde sıralanabilir (İncekara, 2019, s. 304-305):

- Tüketiciler için enerjinin zaman, miktar ve maliyet açısından kullanılabilirliği,
- Enerjide dışa bağımlılığın en aza indirilmesi,
- Ülkemizin enerji alanında dünya genelinde ve bölgede verimliliğinin artırılması,
- Maksimum değerde yenilenebilir kaynakların kullanımını sağlamak,
- Enerji verimliliğini artırmak,
- Doğal kaynakların ve enerji kullanımının ve üretiminin çevre üzerindeki zararlı etkilerini en aza indirmektedir.

Türkiye'de sondaj ve fosil yakıt arama faaliyetleri 2020 yılında da hızla devam etmiştir. Doğu Akdeniz Havzası'nda son zamanlarda yoğunlaşan sondaj ve arama faaliyetleri sonucunda 2020 yılına kadar Türkiye havzada 5 kez sondaj yapmıştır. Önümüzdeki yıllarda daha fazla fosil kaynağı bulmak ve madencilik yapmak için gelecekte giderek daha fazla sondaj yapılacaktır (Kavaz, 2019, s. 3).

Tablo 5: Yenilenebilir enerjiye dayalı kurulu kapasite geliştirme ve 2023 hedefine dayalı olarak elde edilen değer (MW)

Enerji Kaynakları	2019	2023
Hidrolik	28503	34000
Rüzgâr	7591	2000
Güneş	5995	5000
Jeotermal	1515	1000
Biokütle	791	1000

Kaynak: ETKB, 2019.

Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. senesi olan 2023'e henüz çok az bir zaman kaldı. Türkiye'nin enerji sektöründeki 2023 hedeflerine bakıldığında olumlu gelişmeler görülmektedir. 2019 ve 2023 hedeflerini karşılaştırmak, nelerin başarıldığının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Tablo 5'teki mevcut durum verilerine bakıldığında jeotermal ve güneş için hedef metriklerin üzerinde iyileşme gösterirken, rüzgar için hedefin gerisinde kaldığı görülmektedir.

2023 hedefinde, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payının en az %40'ının olması planlanıyor. Mevcut duruma bakılırsa yenilenebilir enerji bu hedefe ulaştı, hatta bu hedefi aştı. 2019 yılında bu hedefin büyük bir kısmı yenilenebilir enerji ile

hidroelektriktir. Nükleer enerji, enerji sektöründe kurulu güç açısından önemli faydalar sağlayacak diğer kaynaklardan biridir. Akkuyu nükleer santralinde ilk ünite 2018 yılında atılmış ve 2023 yılında üretime geçmesi planlanmaktadır. 2025 yılında hizmete girecek olan Sinop nükleer santrali ile ilgili çalışmalar tüm hızıyla devam ediyor. Ayrıca üçüncü bir nükleer santralin yapımı için fizibilite çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak Türkiye, enerji portföyünü genişleterek arz güvenliğini önemli ölçüde artıracaktır (Kavaz, 2019, s. 4).

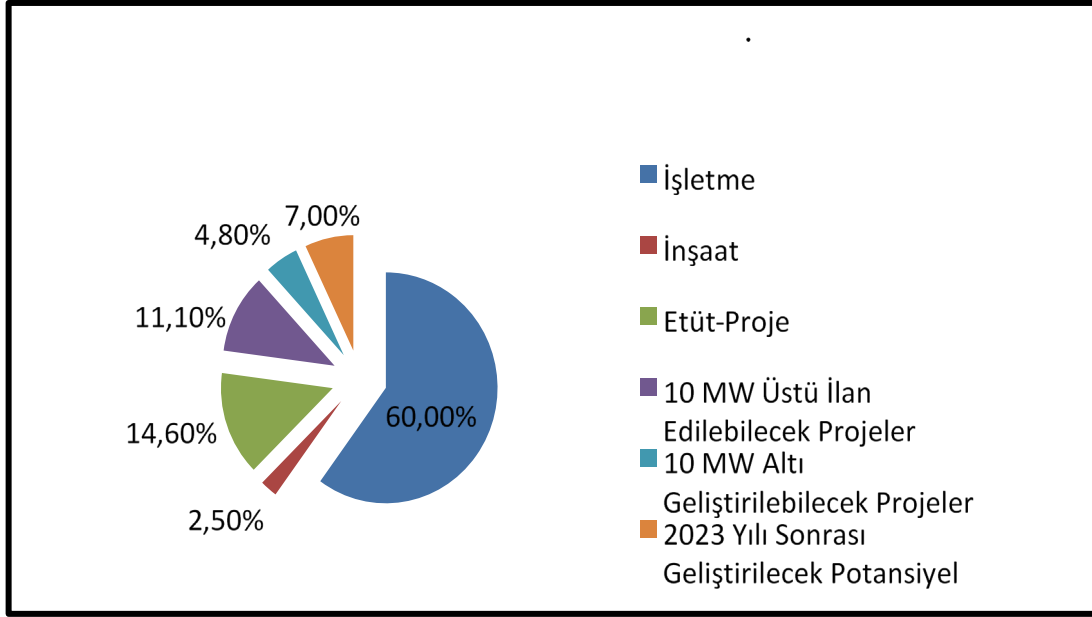
4.2. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Durumu

Türkiye'de yenilenebilir enerjinin resmi altyapısı, Avrupa Birliği ile ilgili 2011-2020 Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planını (YEEP) kapsayan 2005 yılında çıkarılan Yenilenebilir Enerji Kanunu'na (YEK) dayanmaktadır. Plana göre, 2023 yılına kadar Türkiye'nin elektriğinin %22'sini hidroelektrikten (ancak toplam daha büyük olacağı için miktar daha büyük olacak) ve %16'sını diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından üretmeyi hedeflemektedir. YEEP'e göre ulaşım sektörünün %10'u yenilenebilir enerjiden yararlanacaktır (Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021). Bu bölümde Türkiye'de üretimi gerçekleştirilen yenilenebilir enerji kaynakları incelenecektir.

4.2.1. Türkiye'de hidroelektrik üretimi

Türkiye'nin teknik değerlendirmesinde, hidroelektrik üretim potansiyelinin %1,5'i ve Avrupa potansiyelinin %12,6'sı kadardır. Türkiye bu potansiyeli ile Rusya'nın ardından ikinci sırada yer almaktadır. Ancak bu potansiyele rağmen Türkiye, potansiyelini geliştirme açısından tatmin edici düzeyde değildir. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, hidroelektrik enerjisinin ve öteki yenilenebilir enerji kaynaklarının dünyada enerji tüketimindeki payının 2020 ve 2016 sonrasında %53 artması beklenmektedir. Bu, her birinin hidroelektrik potansiyelinin bir değerlendirmesi olarak yorumlanabilir (Türkoğlu Elitaş, 2016, s. 18). Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli Grafik 3'te gösterilmektedir.

Grafik 3: Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli



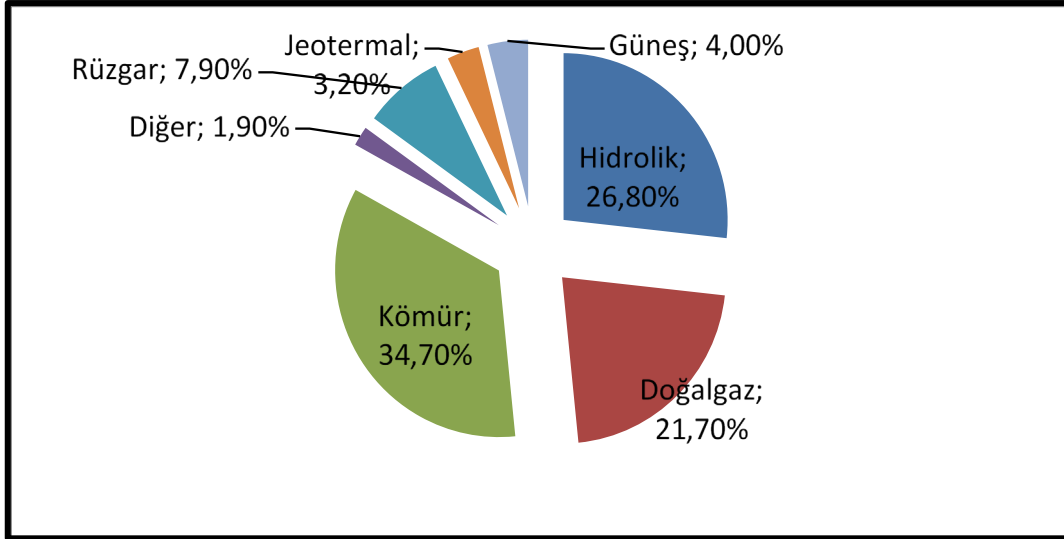
Kaynak: DSİ, 2020.

Yılmaz'a göre, “yenilenebilir enerji, sürekli bir kaynaktan gelen enerjidir. Enerji üretiminin küresel iklim değişikliği üzerindeki etkisini azaltmak üzere temiz, sürdürülebilir enerji kaynaklarına odaklanır. Bu bakımdan ele alındığında, artan hidroelektrik enerji imalatının iklim değişikliğini azaltmada mühim bir faktör olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra hanelerin enerji kullanım çeşitliliğiyle enerji kaynaklarının kullanımının artırılması sorununun da enerji güvenliğine yönelik olarak benimsenen en etkili öğelerden biri olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan bakıldığında hidroelektrik potansiyelinin en üst düzeyde kullanılması gerektiği görülmektedir” (Yılmaz, 2015, s. 87).

ETKB'e göre, “Türkiye'de üretilen hidroelektrik kurulu birincil enerjinin %32,9'unu temsil etmekte ve tüketimin %3,9'unu karşılamaktadır. Türkiye'de yenilenebilir kaynaklardan toplam enerji imalatı 2018 senesinde 59,9 milyar kWh, hidroelektrik santrallerinin üretimi 2019 yılında 68.452 GWh olarak gerçekleşti. 2018 yılında kurulu hidroelektrik santrallerin toplam üretimi 28.291 MW iken, 2019 yılında 28.437 MW'a yükseldi (ETKB, 2020). Grafik 4'te 2020 yılında hidroelektrik kurulu maliyetlerine göre birincil enerji üretiminde kaynakların payı %32,9'dur. Bu nedenle birincil enerji kaynakları arasında en büyük paya sahiptir. Şekil 5'e bakıldığı zaman, enerji kaynaklarında hidroelektrik kapasiteleri gösterilmektedir.”

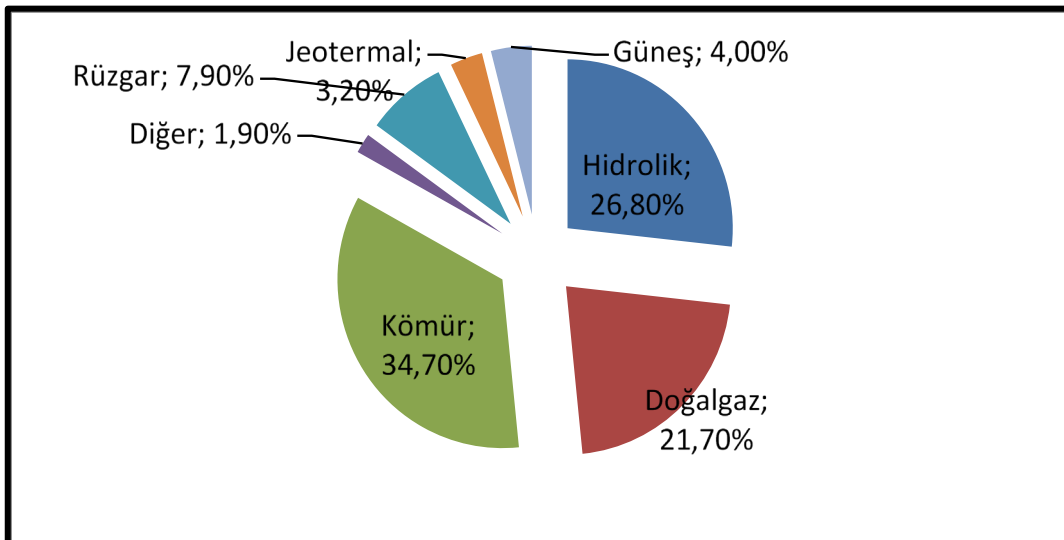
Söz konusu değerler incelendiği zaman, “en büyük paya %34,7 ile kömür, %26,8 ile hidroelektrik ve %21,7 ile doğal gazın sahip olduğu görülmektedir (DSİ, 2020). Öte yandan, Türkiye’de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim payları daha düşük oranlarda; rüzgar enerjisi, güneş enerjisiyle jeotermal enerji” biçiminde sürmektedir.

Grafik 4: Türkiye’de Birincil Enerji Üretiminde Kurulu Hidroelektrik Kapasitesi



Kaynak: DSİ, 2020.

Grafik 5: Türkiye’de Enerji Türleri Arasında Hidroelektrik Üretimi



Kaynak: DSİ, 2020.

Tablo 6, ülkemizde kurulmuş hidroelektrik santraller arasında en yüksek kurulu güce sahip 10 hidroelektrik santralini göstermektedir.

Tablo 6: Türkiye'nin En Büyük 10 Hidroelektrik Santrali

GÖL	KURULU GÜÇ (MW)	YER
Atatürk Barajı	2.405	Şanlıurfa
Karakaya Barajı	1.800	Diyarbakır
Keban Barajı	1.330	Elazığ
Ilisu Barajı	1.209	Mardin
Altinkaya Barajı	703	Samsun
Birecik Barajı	672	Şanlıurfa
Deriner Barajı	670	Artvin
Yukarı Kaleköy Barajı	627	Bingöl
Beyhan Barajı	582	Elazığ
Oymapınar Barajı	540	Antalya

Kaynak: Enerji Atlası, 2021.

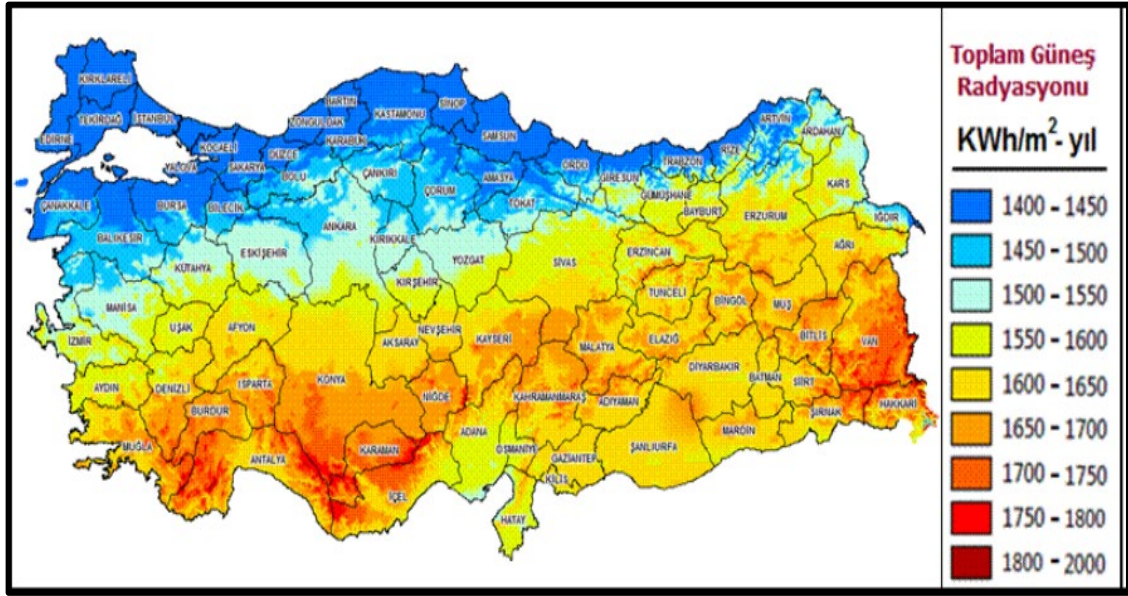
Bu santrallerin tipleri aşağıdaki gibidir (İncitaş, 2021):

- Akar Su Tesisleri: Suyun doğal akışından elde edilen elektriktir. Bunun için baraj inşa edilmesine gerek yoktur.
- Pompalama Tesisleri: Halihazırda inşa edilmiş bir barajın alt kısmında başka bir rezervuar bularak bir pompalama tesisi kurulur. Bu tesisler su tutma tesislerine benzer. Burada depolanan su, gelecekteki ihtiyaçlar için üst hazneye pompalanır.
- Su Tutma Tesisleri: Barajlar büyük bir su deposu oluşturmak için inşa edilmiştir. Baraj kurulumu, hidroelektrik enerjinin en bilinen ve kullanılan şeklidir. Barajlarda stantlar var ve bu stantlardan akan su elektrik üretir.

4.2.2. Türkiye’de güneş enerjisi üretimi

Ülkemi, 36-42 derece kuzey enlemiyle 26-45 boylamlarında yer almaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli, coğrafi konumu nedeniyle Türkiye'ye birçok ülkeye göre avantaj sağlar. Şekil 1, Türkiye'nin güneş potansiyelini göstermektedir.

Şekil 1: Türkiye'nin Toplam Güneş Radyasyonu



Kaynak: GEPA, 2020.

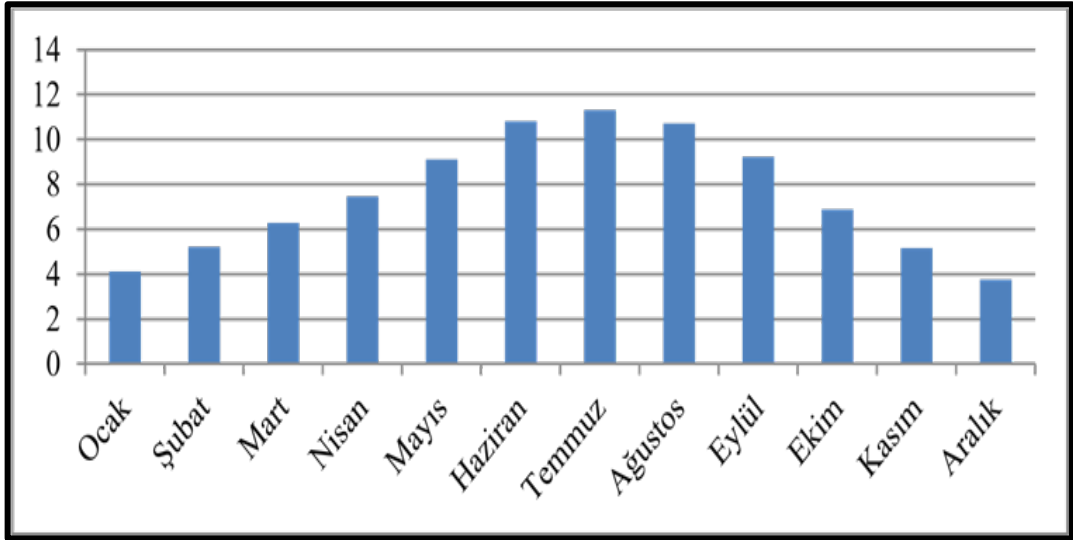
Ülkemizde güneş enerjisi alanındaki araştırmalar 1960'lı yılların başından beri devam etmektedir. Türkiye'de güneş enerjisi uygulamalarına yönelik araştırmalar 1970'lerden beri devam etmektedir. 1975 yılında güneş enerjisiyle ilgili ilk milli kongre İzmir'de yapılmıştır. Pasif güneş enerjisi için ilk uygulama 1975 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde yapılmıştır. 1978 yılında Ege Üniversitesi tek güneş enerjisi araştırma enstitüsünü kurdu. 1977 ve 1985 yılları arasında Marmara Bilim ve Sanayi Enstitüsü, solar kriyojenik uygulamaları ve endüstriyel termal enerji ihtiyaçlarını simüle etmeyi amaçlayan projeler oluşturmuştur. Türkiye'de fotovoltaik enerji üretim sistemi ile desteklenen ilk su pompası sistemi 1988 yılında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde kurulmuştur. 4,8 kWp fotovoltaik elektrik üretim sistemi, Elektrik Kaynakları Etüt ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından Didim'de inşa edilen Türkiye'nin ilk şebeke bağlantılı elektrik üretim sistemidir (Kapluhan, 2014, s. 70).

2011 yılına kadar Türkiye'de güneş enerjisi alanında araştırmalar “Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü” yürütmüştür. 2 Kasım 2011'den başlayarak Milli Eğitim ve Spor Bakanlığı'na (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) bağlı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğünce güneş enerjisi alanında araştırmalar yürütülmektedir (Çeçen, 2018, s. 116).

Yıllık güneş ışığı Türkiye'de en yüksek Haziran-Temmuz ve Ağustos aylarında, en düşük ise Aralık ve Ocak aylarındadır. Yıllık ortalama güneşlenme süresi, yıllık

ortalama güneşlenme süresi 2.737 saattir. Bu da günde ortalama 7,5 saat demektir. Grafik 6, aylık güneş ışığı periyodlarını göstermektedir (Altuntaş, 2019, s. 78).

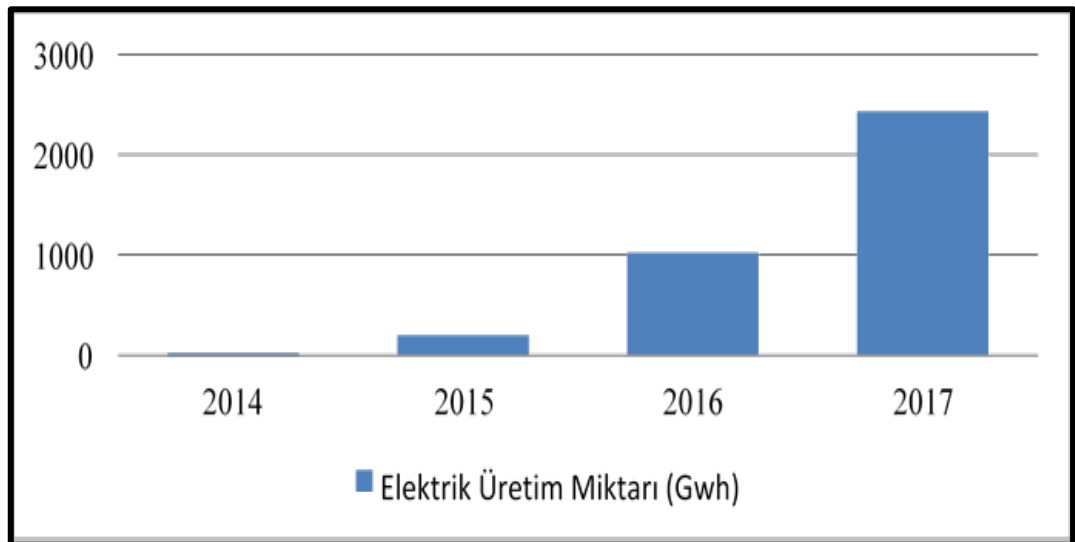
Grafik 6: Türkiye Güneşlenme Süreleri (saat)



Kaynak: Altuntaş, 2019.

Grafik 7, 2014-2017 yılları arasındaki güneş enerjisi üretimini göstermektedir (Akçay, 2019, s. 27).

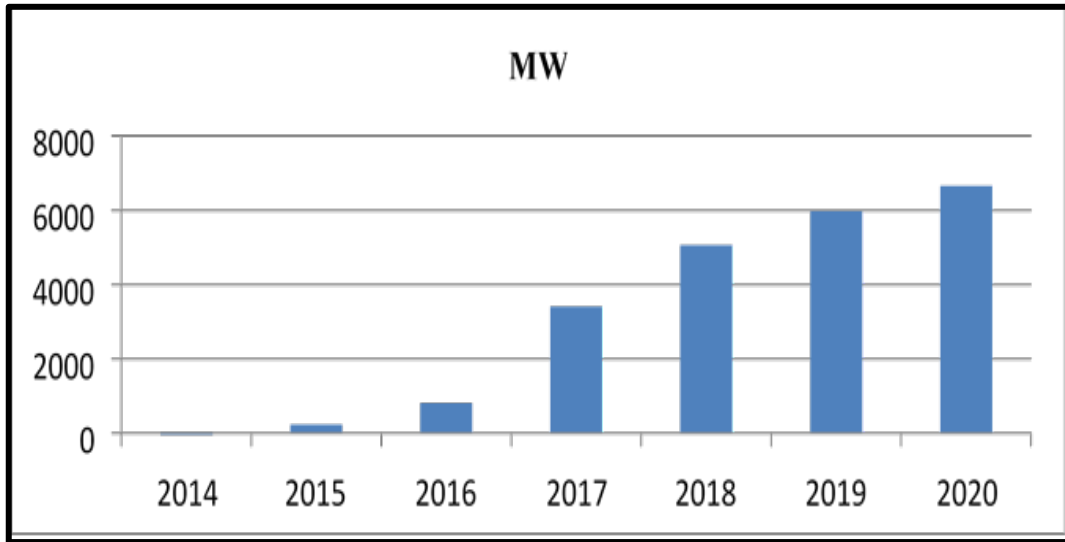
Grafik 7: Güneş enerjisi üretimi (yıl)



Kaynak: Akçay, 2019.

Ağustos 2020 sonunda Türkiye'nin toplam kurulu gücü 95.890.6 MW olup, bunun 6.677,4 MW'ı güneş enerjisi santrallerinden (GES) kaynaklanmaktadır. Temmuz 2021'de kurulu güneş enerjisi 7.324.1 MW'a ulaştı. Lisanslı santraller 698.5 MW, lisanssız santraller 6.625,6 MW kurulu güce sahiptir. Bu dönemde güneş enerjisinin toplam kurulu güç içerisindeki payı %7,5'e, YEK'in kurulu güç içindeki payıysa %14'e ulaştı. Temmuz ayı sonunda güneş kaynaklarından elektrik üreten tesis sayısı 7995'e ulaştı. Eylül 2021'de kurulan fotovoltaik kapasite 866,9 MW'lık artışla 7.534,3 MW'a ulaşmıştır (TEİAŞ, 2021). Türkiye'de kurulu güneş enerjisinin 2014-2020 yılları arasındaki büyümesi Grafik 8'de gösterilmektedir.

Grafik 8: Türkiye'deki güneş enerjisi santrallerinin gücü



Kaynak: TEİAŞ, 2021.

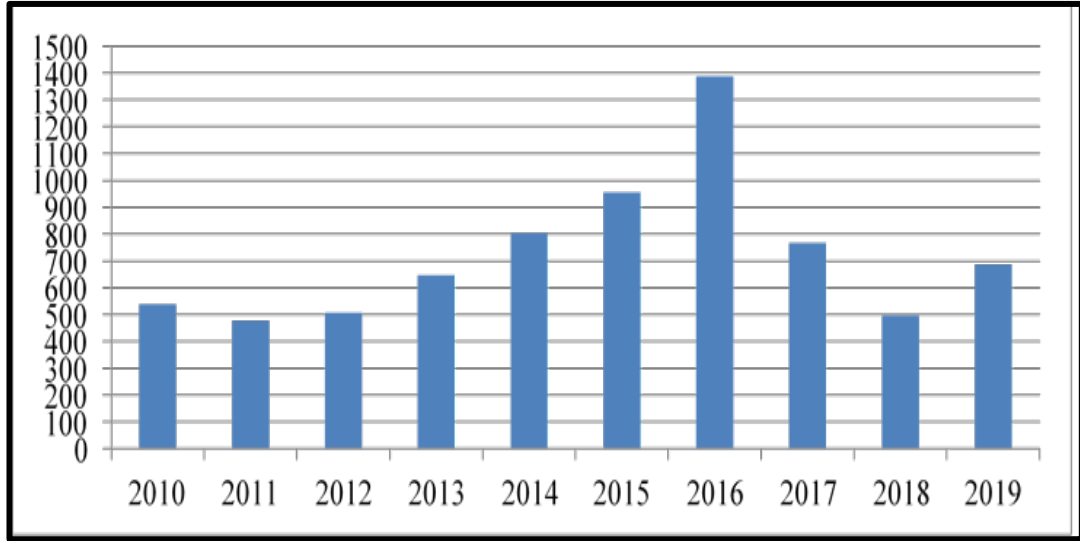
4.2.3. Türkiye’de rüzgâr enerjisi üretimi

Pek çok yenilenebilir enerji kaynağı vb. Türkiye de rüzgar enerjisi için avantajlı bir jeopolitik konumu bulunmaktadır (Bekar, 2020, s. 3). Rüzgardan elde edilen enerji, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynakları arasında en umut verici enerji türüdür. Bunun en önemli sebeplerinden biri ülkemizin 3 yanının denizlerle kaplı olması dolayısıyla denizden gelen rüzgar akımlarına maruz kalmasıdır.

Ülkemizde kurulu ilk rüzgar santrali Çeşme Dermyan'da, ikincisi Çeşme Alaçatı'da yapıldı. Çeşme Germiyan santrali 1,7 MW, Çeşme Alaçatı santrali 7,2 MW kapasiteye sahiptir. Ayrıca Türkiye’deki en büyük rüzgar çiftliği Balıkesir'in Şamlı ilçesindeki rüzgar çiftliğidir (Koçarslan, 2010, s. 7).

Grafik 9, 2010-2019 yılları arasında kurulan rüzgar santrallerini göstermektedir. Grafiğin gösterdiği gibi, Türkiye'de, rüzgar enerjisi üretimi 2016 yılında çok düşük bir seviyede de olsa çok daha yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. Özarslan'a göre, “bunun temel nedeni, Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyelinin son yıllarda gerçekleşmemesi ve bu santrallerin yapımına yeterince destek verilmemesidir” (Özarslan, 2017, s. 45).

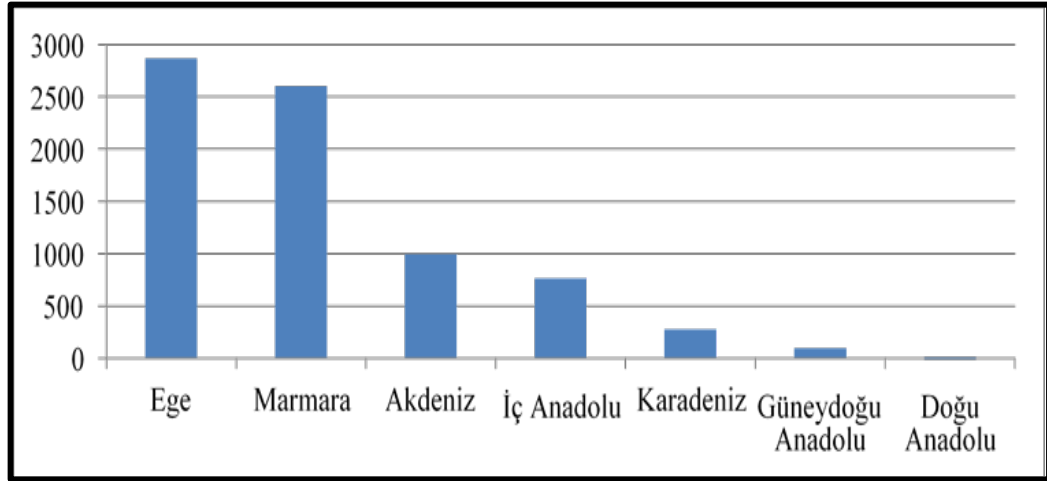
Grafik 9: Türkiye'deki Rüzgar Santrallerinin Yıllık Kurulumları (MW)



Kaynak: TÜREB, 2020.

Grafik 10'da gösterildiği gibi, “rüzgar enerjisi Türkiye'de coğrafi bölgelere göre farklılık göstermektedir. Kıyı bölgelerinde rüzgar kuvvetinin daha yüksektir. Ülkemizin orta ve doğu bölgelerinde rüzgar enerjisi üretimi düşüktür, bundan dolayı ülkemizdeki rüzgar santralleriyle yüksek güçlü rüzgar santrallerinin çoğu Ege ve Marmara bölgelerinde bulunmaktadır” (İlkılıç, 2016, s. 10).

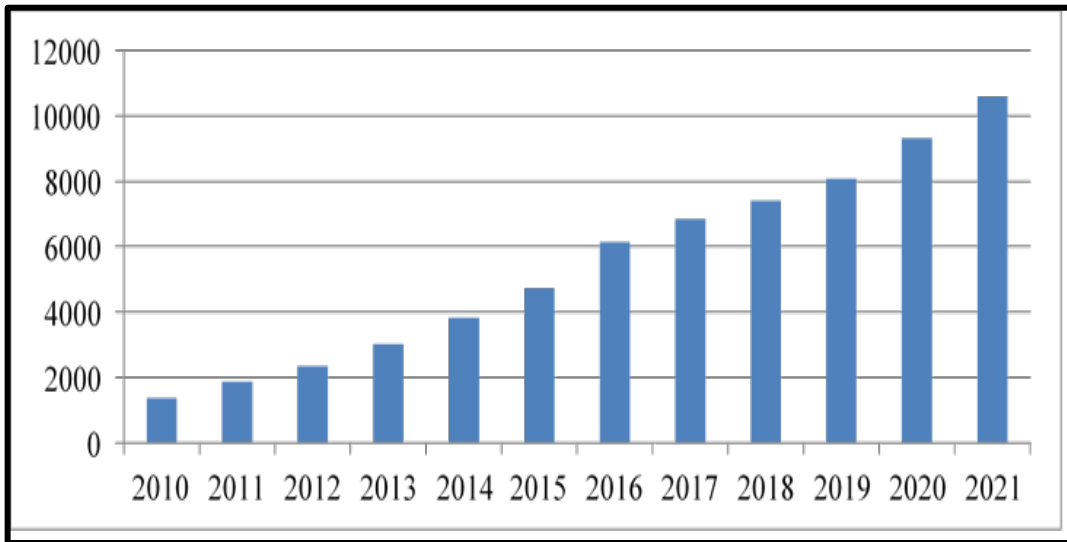
Grafik 10: Türkiye'de kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinin bölgesel yayılımı



Kaynak: TÜREB, 2020.

TÜREB tarafından 2018 yılı başında yayınlanan Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistikleri Raporu çerçevesinde; “1998 yılında 8,7 MW olan kurulu güç, 2017 yılında 6.843.3 MW'a ulaşmıştır. 2017 yılında 766 MW'lık rüzgar santralini devreye alan ülkemiz, Avrupa'da 4., dünyada 8. sırada bulunur (TÜREB, 2021). Grafik 11, 2010-2021 yıllarında Türkiye'deki rüzgar santrallerinin kurulu gücünü göstermektedir. Söz konusu datalara baktığımız zaman ülkemizde kurulu gücün yıldan yıla büyüdüğü ve 2021 senesinde söz konusu değerin 10.585,14'e ulaştığı” görülür.

Grafik 11: Türkiye'deki rüzgar santrallerinin gücü



Kaynak: TÜREB, 2020.

4.2.4. Türkiye’de jeotermal enerji

Jeotermal arama araştırmaları ülkemizde 1960’lı yıllarda başlamıştır. 1963 yılında açılan ilk kuyu İzmir’in Balçova ilesindeydi. Başlangıçta, elektrik üretimi potansiyeli yüksek olan yüksek sıcaklıklı alanlara odaklanan arama araştırmaları, “Birleşmiş Milletler Kalkınma rgt”le gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda 1968 yılında yüksek sıcaklık jeotermal alanı Kızıldere sahası keşfedilmiştir. İleride yapılacak araştırmalarda, 1960’lar ve 1970’lerde keşfedilen orta derecede yüksek sıcaklık bölgeleri olarak kabul edilen Balçova ve Seferihisar, yaklaşık 150 derecelik bölgelerdir. 1980’lerde, biri yüksek sıcaklıkta diğeri orta sıcaklıkta olan iki jeotermal alan daha keşfedildi. Yüksek sıcaklık bölgesi Germencik’te, orta sıcaklık bölgesi ise Salavatlı ve Simav sahalarında yer almaktadır (Korkmaz Başel, 2010, s. 21). 1980’den beri keşfedilen jeotermal enerji kaynaklarından bazıları Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7: Türkiye’nin Jeotermal Santralleri

Yer	İşletmeye Alındığı Yıl	Kurulu Kapasite (MWe)
Kızıldere (Denizli)	1984	15
Dora 2 (Aydın)	2010	9.5
Tuzla (Çanakale)	2010	7.5
Efeler (Aydın)	2014	115
Mehmethan (Aydın)	2016	25
Sultanhisar (Aydın)	2017	7.5

Kaynak: Zaim ve avşi, 2018.

Jeotermal enerjinin Türkiye’deki tüketim alanına bakıldığında, genellikle sıcak bölgelerde tüketildiği görülmektedir. Türkiye’deki jeotermal sahalar genellikle düşük ila orta sıcaklıktadır ve bilinen hemen hemen tüm jeotermal sahalar doğrudan tüketilir niteliktedir. Doğrudan tüketim kapasitesi Tablo 8’de yer almaktadır.

Tablo 8: Türkiye’de jeotermal enerjinin doğrudan tüketimi

Kullanım Yeri	Kurulu Kapasite, MWt
Termal ve Sağlık Tesisleri	420
Sera	820
Termal Su Isıtma (Kaplıca)	1005
Bölgesel Isıtma	1205
Toplam	3450

Kaynak: ETKB, 2021.

Tablo 9: Jeotermal santraller (Türkiye'de üretim lisansı alan)

Santral adı	İl	Firma	Kurulu güç
Alaşehir 2 Jeotermal Santrali	Manisa	Zorlu Enerji	24.9 MW
Greeneco 5 Jeotermal Santrali	Denizli	Greeneco Enerji	28.05 MW
Gök Jeotermal Enerji Santrali	Denizli	İn-Altı Termal Turizm	3 MW
Mis 3 Jeotermal Enerji Santrali	Manisa	Soyak Enerji	48 MW

Kaynak: Alper, 2019.

Elektrik üretiminin elektrik tüketimine oranı %3,25'tir. Kurulu enerji santrallerinin kapasitesini ve tasarım aralığını göz önünde bulundurun; şu anda işletmekte olan jeotermal santraller 1613 MW kapasiteye sahiptir (ETKB, 2020). 2019 yılında imtiyazlı santral kapasitesi 396 MW idi ve %20 idi. %8,1'i yapım aşamasında olan ve %61 MWe kapasiteli santrallerdir. Bunların %5,2'si 104 MW kapasiteli elektrik üretim lisanslı santrallerdir. 20 MW kapasiteli %1'lik pay halen yapım aşamasındadır (Enerji

Atlası, 2021). Tablo 9, 10 ve 11, imtiyazlar, ilgili izinler ve operasyonlar verilen bazı jeotermal enerji santrallerini göstermektedir.

Tablo 10: Türkiye'de uygun lisanslara sahip jeotermal santraller

Santral Adı	İl	Firma	Kurulu Güç
Ala 2 Jeotermal Santrali	Manisa	Maspo Enerji	30 MW
Efe 8 JES	Aydın	Güriş Holding	50 MW
Efe 9 JES	Aydın		36 MW
GCL ND M1 JES	Aydın	GCL ND Enerji	13.43 MW
Greeneco 6 Jeotermal Santrali	Denizli	Greeneco Enerji	26 MW
Kubilay 2 JES	Aydın		24 MW
Mis 2 Jeotermal Santrali	Manisa	Soyak Enerji	48 MW
Özmen 3 Jeotermal Enerji Santrali	Manisa	Özmen Holding, Sis Enerji	18.62 MW
Sarı Zeybek JES	Aydın		54 MW
Transmark Jeotermal Enerji Santrali	Çanakkale		19 MW

Kaynak: Alper, 2019.

Tablo 11, Türkiye'de faaliyet gösteren bazı jeotermal enerji santrallerini göstermektedir.

Tablo 11: Türkiye'de faaliyet gösteren jeotermal santraller

Santral Adı	İl	Firma	Kurulu Güç
Pamukören Jeotermal Santrali	Aydın	Çelikler Enerji	68 MW
Enerjeo Kemaliye Santrali	Manisa	Enerjeo Kemaliye Enerji Üretim	25 MW
Greeneco 3 Jeotermal Santrali	Denizli	Greeneco Enerji	26 MW
Greeneco Jeotermal Enerji Santrali	Denizli	Greeneco Enerji	26 MW
Efeler Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	Güriş Holding	115 MW
Galip Hoca Germencik JES	Aydın	Güriş Holding	47 MW
Efe 7 Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	Güriş Holding	25 MW
Ken 3 JES	Aydın	Kipaş Holding	25 MW
Mehmethan Jeotermal Santrali	Aydın	Kipaş Holding	25 MW
Maren Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	Kipaş Holding Enerji Grubu	44 MW
Melih Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	Kipaş Holding Enerji Grubu	33 MW
Dora 3 Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	MB Holding	34 MW
Kızıldere3 JES	Denizli	Zorlu Enerji	165 MW
Kızıldere 2 Jeotermal Enerji Santrali	Denizli	Zorlu Enerji	80 MW
Alaşehir Jeotermal Enerji Santrali	Manisa	Zorlu Enerji	45 MW

Kaynak: Alper, 2019.

4.2.5. Türkiye’de biyokütle enerji

Yakın dönemde dünyada olduğu gibi Türkiye’de de fosil yakıtların azaltıldığı, önlem olarak yenilenebilir enerji araştırmalarının hızlandırıldığı ve biyokütleye dayalı enerji üretim oranının artırılmasına yönelik hedefler belirlendiği görülmektedir. Türkiye, biyokütleden enerji üretmek için ihtiyaç duyulan mahsulleri yetiştirmek için elverişli topraklarla iklim şartlarının sahiptir ve biyokütlenin büyük miktarda atıl potansiyeli nedeniyle, biyokütleden iyi enerji kaynaklarına sahip ülkelerden biridir (Kaygusuz ve Türker, 2002).

Türkiye’deki biyokütle kaynakları 4 ana kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar: “Bitkisel biyokütle kaynakları, Hayvansal biyokütle kaynaklar, Kentsel atıklar, Ormansal biyokütle kaynakları”dır (Aslantaş, 2018, s. 52).

Biyokütleden elde edilen enerji, dünyadaki enerji kaynaklarının %10’unu oluşturmaktadır. Ancak bu miktarın çoğu geleneksel yakma ile ısıtma için kullanılır. Aynı durum, mevcut biyokütle kaynaklarının büyük bir bölümünün kırsal kesimde ısınma ve yemek pişirme gibi gereksinimlerini karşılamak üzere verimli kullanılmadığı

Türkiye'de de söz konusudur. Biyokütle enerjisinin daha verimli kullanılması için YEP (Yeni Ekonomi Programı) tarafından belirlenen hedeflerden biri de biyokütleyle dayalı elektrik üretiminin kurulu kapasitesinin 1.000 MW'a (4,533 GWh) çıkarılmasıdır (Aslantaş, 2018, s. 52).

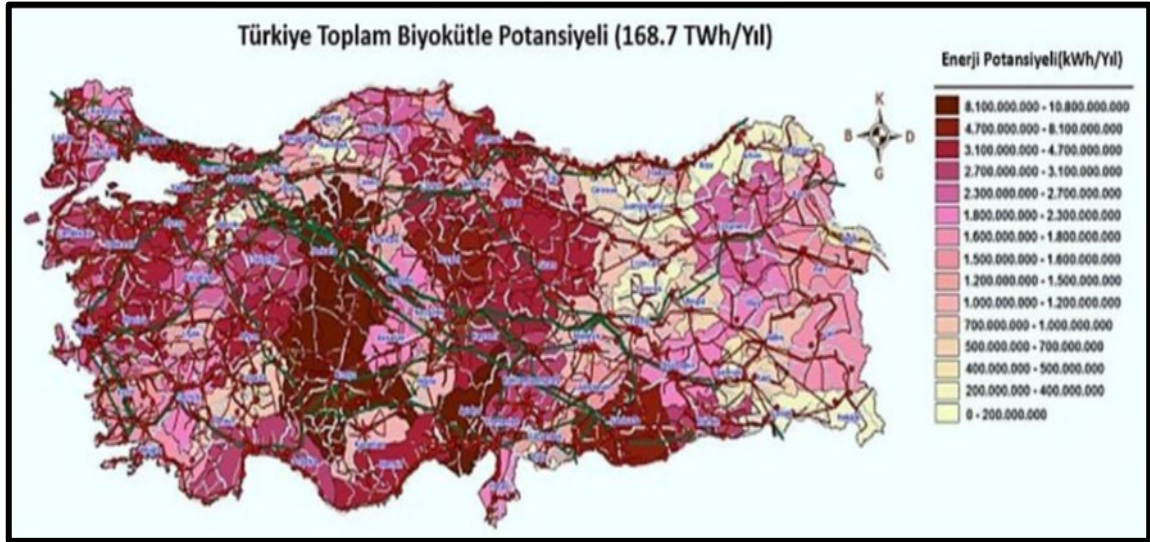
Tablo 12: Biyokütle kaynakları ve Türkiye'nin yıllık potansiyeli

Biyokütle Kaynakları		Atık Miktarı (ton/yıl)	Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)
Bitkisel Biyokütle	Yağlı tohumlu bitkiler (kanola, Ayçiçek, soya vb.)	62.206.754	1.462.159
	Şeker ve nişasta bitkileri (patates, buğday, mısır, şeker pancarı vb.)		
	Elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus vb.)		
	Protein bitkileri (bezelye, fasulye vb.)		
	Bitkisel ve tarımsal artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk vb.)		
Ormansal Biyokütle	Odun ve orman atıkları (enerji ormanları ve enerji bitkileri, çeşitli ağaçlar)	4.800.000	859.899
Hayvansal Biyokütle	Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar	193.878.079	1.084.506
Kentsel Atıklar	Kanalizasyon ve dip çamurları, kâğıt, sanayi ve gıda sanayi atıkları, endüstriyel ve evsel atıklar, sular, belediye ve büyük sanayi tesisleri atıkları	32.170.975	485.858
Toplam		293.055.808	3.892.422

Kaynak: ETKB, 2020.

Türk biyogaz sektörü, özellikle İstanbul, Samsun, Ankara, Gaziantep ve Kayseri illerinde biyogaz üretmek için atık kullanmaktadır. Anadolu'nun birçok bölgesinde ve özel kuruluşlarda çalışmalar yapılmış olmasına rağmen Orman ve Su İşleri Bakanlığı demonstrasyon projeleri yürütmektedir. Nitelikli biyogaz projelerinde oluşur. Ankara Mamak düzenli depolama sahasında üretilen elektriğin yanında oluşan atık ısı, düzenli depolama sahasının oluşturduğu sera için 22,6 MW'lık bir elektrik üretim sistemine sahiptir. Bunun yanı sıra algler (su yosunları), toplam alanı 2000 metrekareye kadar olan havuzlarda yetiştirilebilen verimli bir biyoyakıt hammaddesidir (Tuçbilek, 2015, s.32).

Şekil 2: Türkiye’de illere göre biyokütle potansiyel dağılımı



Kaynak: <https://bepa.enerji.gov.tr/>, Erişim tarihi: 01.07.2022.

Kısacası “İstanbul, Avrupa'nın en büyük biyogaz tesisine sahip şehridir. Biyokütle çok temiz bir ortam sağlar iken, atıklar üretimden sonra organik gübreye dönüştürülmektedir. Ülkemizdeki hayvani atık potansiyeli göz önüne alındığında, biyogaz miktarının 1,5 veya 2 MTEP (milyon ton petrol eşdeğeri) olabileceği tahmin edilmektedir. Türkiye'deki biyokütle kaynakları arasında hayvanlar, tarım, ormanlar ve belediye organik atıkları yer almaktadır. Türkiye'de tahmini atık potansiyeli 8,6 MTEP olup, bunun 6 MTEP'si ısıtma içindir” (Gökmen, 2015, s. 27).

Biyodizel sektörü Türkiye'de 2000 yılında başladı ve bugün yüksek riskli bir sektör olmaya devam etmektedir. Türkiye, “56'sı lisanslı olmak üzere 200'den fazla biyodizel tesisi inşa etti. Bu bitmiş tesislerin toplam kapasitesi yaklaşık 1,5 milyon tondur, ancak birçoğu Türkiye'deki hammadde sıkıntısı nedeniyle kapatılmıştır. Türkiye'de sadece bir firma aktif olarak yerel tarım ürünlerinden biyodizel üretmektedir. Bu şirket (DB Tarımsal Enerji Sanayi ve Ticaret AŞ.) İzmir'de faaliyet göstermektedir. Şirket, Uşak'tan Siirt'e, Eskişehir'den Tuhar'a verimsiz arazilerde yetiştirilen aspir bitkileriyle biyodizel” üretmektedir. Şirketin hedefi, yıllık üretim kapasitesini 20.000 tondan 80.000 tona çıkarmaktır. (Türkoğlu Elitaş, 2016, s. 40).

4.2.6. Türkiye’de hidrojen enerjisi

Türkiye'nin “Yedinci Beş Yıllık” Kalkınma Planı'nın Yeni ve Yenilenebilir Enerji Raporu'nda, Enerji Meslek Komitesi hidrojen teknolojisini tema olarak aldı ve resmi kalkınma planında hidrojen enerjisinin önemine açıklık getirdi. Ne üniversiteler ne de araştırma enstitüleri hidrojen enerjisinin çok etkili değerlendirmelerini

yapmamıştır. TÜBİTAK, IEA programı çerçevesinde Marmara Araştırma Merkezi'nde hidrojen enerjisi araştırması yapmak istemişse de yukarıdaki işbirliği 1996 yılında tamamlanmıştır. “Hidrojen evvela Birleşmiş Milletler'in yardımıyla ICHET (Uluslararası Hidrojen Teknolojisi Merkezi) projesi kapsamında İstanbul'da kurulmuştur. Kasım 1996'da Viyana'da yapılan 16. Sınai Kalkınma Komitesi toplantısında, Birleşmiş Milletler'in yardımıyla Türkiye'de ICHET'in kurulmasına karar verildi”. ICHET'in kuruluş amacı, hidrojen teknolojisinin ilerlemesini sağlamak için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında hidrojen teknolojisine aracılık etmek ve araştırma ve geliştirme izlemektir (Şenaktaş, 2005, s. 128).

Hidrojenin çoğu bileşiklere dayalıdır. Bundan dolayı, hidrojen büyük ölçekli kullanım için uygundur; Su, doğalgaz, kömür ve bitkiler gibi kaynaklardan elde edilebilir. Bu süre zarfında çok fazla enerji tüketildiğinden, hidrojen bir enerji taşıyıcısı olarak bir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Bu nedenle hidrojenin nasıl ve hangi koşullar altında oluştuğu çok önemlidir (Çevik, 2017, s. 34).

Türkiye'de mevcut hidrojen yakıt kaynakları jeotermal, rüzgar, hidro, dalga, güneş ve nükleerdir, ancak şu anda mevcut değildir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde enerji üretimi için uzun süreli kullanım için fotovoltaiik güneş enerjisi sistemleri önerilmektedir. Bu yöntemle sistemin ürettiği elektrikle suyun elektrolizi ile hidrojen üretilerek metreküp başına 422 litre yakıtı karşılık gelen 108,7 kilogram hidrojen elde edilebiliyor. Türkiye hidrojen üretiminin bir diğer avantajı da Karadeniz'de depolanan hidrojenidir. Karadeniz suyu %90 anaerobiktir ve hidrojen sülfür içerir (Şenaktaş, 2005, s. 128).

4.3.Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomiye Katkısı

Dış enerji kaynaklarına bağımlılık derecesi Türkiye ekonomisi için çok önemlidir ve hem içeride hem de dışarıda ekonomik ve politik sorunlara neden olabilir. Enerji kıtlığı probleminin çözülmesi, ülkemizin hedeflerine varması için belirleyicidir. Ülkemizin yenilenebilir enerjiyi enerji tüketiminde dışa bağımlılığı azaltacak ve kaynak çeşitliliğini artıracak şekilde konumlandırması ülkenin stratejik önceliklerinden biridir. Günümüzde dünyanın yaşam kalitesi ve insan ihtiyaçlarının yanı sıra küresel ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği yenilenebilir enerjiye geçişi de gerektirmektedir (Varlık ve Yılmaz 2017, s. 1).

Yenilenebilir enerji ülkenin ekonomisi için pozitif katkı sağlamıştır. Ülkenin ekonomisine katkılarından birkaçını şu şekilde sıralayabiliriz: sürdürülebilir kalkınmaya

katkıda bulunur, enerjiye dış bağımlılığı azaltarak ödemeler dengesine olumlu katkıda bulunur ve yenilenebilir enerji istihdam olanakları yaratır.

4.3.1.Sürdürülebilir kalkınmaya katkısı

Enerjinin sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları vardır ve ülkelerin hedeflenen sürdürülebilir kalkınma seviyelerine ulaşmaları için en önemli hammaddedir. Bundan dolayı, enerji ve sürdürülebilir kalkınma arasında kuvvetli bir bağ bulunmaktadır (Nejam ve Cleveland 2003, s. 119). Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmanın kaynağıdır. Bu nedenle dengeli ve ileri düzeyde kalkınmada enerji, insanların geçim kaynakları ve ülke ekonomisinin gelişimi ile ilgili belirleyici faktördür. Enerji talebi; her dönemde yeterli, güvenilir, ekonomik, verimli, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı koşulların sağlanması temel hedeflerden biri olmalıdır (Atılğan, 2000, s. 43).

Yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımı, çevreyi korumaya ve kalitesini artırmaya yönelik çevre politikalarında birinci öncelik haline gelmiştir. Enerji çeşitlendirmesinin yanı sıra alternatif enerji kaynaklarına geçişin temel nedeni çevre üzerindeki olumsuz baskıları azaltmaktır. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasıyla birlikte fosil kaynakların kullanımının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için bu enerjinin daha fazla kullanılması yönünde bir istek vardır (Koçaslan, 2010, s. 56).

Yenilenebilir enerji kaynakları tabiata zarar vermediğinden sürdürülebilir enerji ülkelerinin sürdürülebilir ekonomik kalkınmalarına önemli katkı sağlamaktadır. Rüzgar enerjisi, geleneksel yakıtlardan farklı olarak, enerji güvenliği bakımından yakıt maliyetleriyle uzun vadeli yakıt fiyat riskini ortadan kaldıran, iktisadi, siyasi ve arz riskleri bakımından öteki devletlere bağımlılığı yok eden yerli ve hazır bir kaynaktır (Yılmaz ve Kösem, 2011, s. 24) Ayrıca kırsal kesimde inşa edilen rüzgar türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik olarak kullanılmakta olan arazilerin kiralanması veya satın alınması santral sahasında yaşayan insanlara önemli bir ekonomik katkı sağlamaktadır.

On Birinci Kalkınma Planı'nın enerji bileşenine göre; Ana hedef, yüksek kaliteli, sürdürülebilir, güvenli ve uygun maliyetli sürekli enerji arzı sağlamaktır. 491. Yenilenebilir enerji üretiminin şebekeye güvenli entegrasyonunu sağlamak için yenilenebilir enerji üretimi artırılmakta ve gerekli planlama ve yatırım yapılmaktadır. Planda, 491.1.YEKA gibi modeller kullanılarak elektrik üretiminde sürdürülebilir kaynakların daha yoğun kullanılacağı belirtilmiştir.

Tablo 13: Sektör açısından enerjide hedeflenen değişiklikler

Tanımı	10. KP 2018 Hedefi	11. KP 2018 Hedefi	CB 2019 Programı Verisi	11. KP 2023 Hedefi
Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh/Kişi)	1,92	1,81		2,01
Doğal Gazın Elektrik Üretiminde Payı (%)	41,00	29,85	29,03	20,70
Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Üretiminde Payı (%)		32,50	33,3	38,80
Elektrik Kurulu Gücü	78.000	88,551	94,760	109.474
Yerli Kaynaklardan Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarı (TWh)		150,00		219,50
Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (TEP/Kişi)	4.241	3.698	3.825	4.324
Birincil Enerji Talebi (Bin TEP)	154.000	147.955		174.279
Elektrik Enerjisi Talebi (TWh)	341.000	303.300	317,022	375,8

Kaynak: TMMOB, (2020). https://www.emo.org.tr/ekler/64223ef1658d916_ek.pdf?tipi=15&turu=H&sube=14.

Tablo 6'da geçmiş ve gelecekteki Kalkınma Planı hedefleri belirtilmiştir. 10. KP 2018 hedefinin elektrik kurulu kapasitesinin 11. KP hedefinde gerçekleştirildiği ve bu hedeflerin 2023'e doğru aşılmasıyla daha büyük sonuçlar elde edileceği sonucuna varılmıştır.

4.3.2. İstihdama katkısı

Ülke ekonomilerinde en önemli hammaddeleden biri olan enerjinin kullanımı ile istihdam oranları artmaktadır. Enerji sektörünün gelişmesi sonucunda enerji sektöründe istihdam etkisi olumlu olacak ve bu sayede Türkiye ekonomisine istihdam açısından da pozitif katkı sağlayacaktır.

Ülkemizin önde gelen enerji şirketlerinin istihdam durumu 2008 yılından bu yana doğrudan ve dolaylı olarak 61.493 kişiye istihdam yaratmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları, geleneksel enerji sistemlerinin aktif olduğu ülkelerde kullanılabilir. Bu, hammadde maliyeti olmadan üretime katkıda bulunmalarını sağlar. Aynı zamanda, ülkenin ekonomik ömrünü tamamlamaya yardımcı olabilecek şirketler tarafından kullanılacak enerjiyi serbest bırakır. Bu, ülke içinde yeni istihdam yaratmanın kapılarını bile açabilir (Güngör, 2016, s. 17).

Rüzgar enerjisi ülkemiz için en faydalı yenilenebilir enerjidir. Yenilenebilir enerjinin en fazla yatırım yapılan sahasıdır. Söz konusu sahadaki yatırımlar, istihdam yaratıp iktisadi ve sosyal kalkınmayı teşvik eder. Şu anda rüzgar enerjisinde yaklaşık 400.000 kişi istihdam edilmektedir. Rüzgâr kurulu gücünün artmasıyla bu sayının artması ve önümüzdeki yıllarda çalışan sayısının 1 milyona ulaşması bekleniyor. Rüzgar enerjisine yapılan yatırımlar, dolaylı iş alanlarında da istihdam olanakları sunmaktadır. Rüzgar enerjisi tarafından üretilen dolaylı çalışma alanları arasında türbinler, kanatlar ve diğer danışmanlık şirketleri, mühendislik ve özel bileşenler, elektrik üretimi, araştırma ve geliştirme, montaj servis bakımı, finans, pazarlama, satış / dağıtım şirketleri vb. yer almakta ve birçok şirkette yeni istihdam fırsatları yaratmaktadır (Karalı, 2017).

4.3.3. Enerjide dışa bağımlılığı azaltma etkisi

Yenilenebilir enerji kullanımının son yıllarda önemli ölçüde arttığı, bunun sadece sürdürülebilir kalkınmayı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda dışa olan enerjiye bağımlılık derecesini de azalttığı belirtilebilir. Fakat söz konusu artışlara karşın nüfus artışı, endüstrileşme, kentleşmeyle teknolojik gelişmelere bağlı olarak hızlı bir biçimde artan enerji talebi söz konusu sahadaki gayretlerin yetersiz kalmasına yol açmıştır.

Öte yandan, Türkiye gibi yüksek teknolojik ve katma değeri fazla ürünler imal eden pek çok ülkenin enerjide dışa bağımlı durumdayken, buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek bazı sorunları başarıyla aşabildiklerini gördük. Cari açık ve yenilenebilir enerji üretimi gibi enerji bağımlılığı ile bu noktadan hareketle Türkiye'nin üretim yapısını, uluslararası pazarda rekabet avantajı sağlayan yüksek teknolojik ve katma değeri yüksek alanlara kaydırması ve bu sayede bazı sorunlara yol açabilecek sorunlara yapısal çözümler getirmesi gerekmektedir. Cari açık gibi istikrarsızlıklar temel olarak enerji bağımlılığından kaynaklanmaktadır ve daha fazla ihracat kapasitesi gerektirmektedir (Aykırı, 2018, s. 65).

Elektrik üretimi için ithal edilen petrol ve doğal gazın çoğu kullanılmaktadır. Türkiye hidroelektrik potansiyeli olan bir ülkedir. Türkiye, yenilenebilir enerjiye yapılan uygun yatırımlarla özellikle 2012 yılından itibaren yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payını artırmıştır. Özellikle hidroelektrik yatırımları ülke ekonomisine olumlu katkı sağlamıştır. Bu kapsamda dönemin Orman ve Su Kaynakları Bakanı Veysel Eroğlu'nun 2016 senesinin ilk 6 aylık değerlendirmesine ilişkin yazılı açıklaması şöyle olmuştur, 2016 senesinin ilk 4,5 ayında yenilenebilir enerji

kaynaklarının kullanıldığı ve hidroelektrik santrallerinde (HES) imal edilen 27,7 milyar kilovat saat elektrik enerjisiyle, ülkenin ekonomisine hemen hemen 6 milyar liralık katkıda bulunduğunu, bunun dışında ülkemizin gereksinim hissettiği enerjiyi ithal eden bir devlet olduğunu, ülke içinde enerji gereksiniminin artmasından dolayı enerji maliyetinin önemli olduğunu bundan dolayı da ülkenin ekonomisinde cari açığın kapatılmasına yönelik olarak ithal enerji alımından çok kendi rezervlerimiz olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak suretiyle ekonomiye katkıda bulunduğudur (Karalı, 2017, s. 68).

Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılayabilecek kaynaklar çok sınırlıdır ve yenilenebilir enerji kaynakları dışında talebi karşılamamaktadır. Sonuç olarak, enerji üretimi tüketim talebini karşılayamamakta ve ithalatın ülke ekonomisindeki konumu yıllar içinde derinleşmiştir.

Tablo 14: Talep Edilen Yenilenebilir Enerji Payı (Bin TEP)

Yıllar	Yenilenebilir enerji üretimi	Enerji İthalatı	Toplam Talep	Yenilenebilir enerjinin toplam enerji talebi payı %
2000	10102	52034	61556	16
2001	9378	48561	56048	17
2002	10043	54216	59486	17
2003	10021	60880	64990	15
2004	10783	63425	69004	16
2005	10131	67388	70325	14
2006	10359	75805	74823	14
2007	9604	82168	79785	12
2008	9312	79503	77761	12
2009	9916	75883	78364	13
2010	11627	83036	79840	15
2011	11223	89815	84911	13
2012	12155	98778	88841	14
2013	13087	96485	88074	15
2014	12061	101655	89249	14
2015	15657	112211	99467	16
2016	17136	112976	104573	16
2017	17738	124016	111650	16
2018	19147	115319	109438	17
2019	23382	115175	110649	21

Kaynak: ETKB, (2019). <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu>
<https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-denge-tablolari>denge-tablolari.

Tablo 7, Türkiye'nin yenilenebilir enerjisine ve ithal edilen enerjiye yönelik toplam talebi özetlemekte ve verileri karşılaştırmaktadır. Tabloya baktığımızda yenilenebilir enerji üretiminde yıllar içinde bir artış var. Bilindiği gibi dünya enerji talebi zaman içinde artmakta ve bu artış Türkiye'de de hissedilmektedir. Türkiye'nin enerji ihtiyacını kendi kaynaklarından karşılayamaması onu dışa bağımlı hale getirmektedir. Yenilenebilir enerji üretiminin talep içindeki payı 2016 yılından sonra önemli ölçüde artmıştır. Yıllar içindeki bu artış, enerjinin dışa bağımlılığına az da olsa katkıda bulunmuştur.

5. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

5.1. Literatür İncelemesi

Bu bölümde çalışmanın amacına yönelik olarak daha önce yapılan çalışmalar incelenecektir.

5.1.1. Enerji ve yenilenebilir enerji ile ilgili literatür

Enerjiye iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kraft ile Kraft (1978), 1947-1974 yıllarındaki Amerika ekonomisi için enerji tüketimi ve GSYİH (gayri safi yurtiçi hasıla) verilerini inceledi. Çalışmayı analiz etmek için nedensel SIMS yöntemi kullanıldı. Bulgulara dayanarak, GSYİH’yle enerji tüketimi arasında tek taraflı bir nedensel ilişki tespit edildi.

Ekolojik düşünce alanında ekonomi politikasının önemini vurgulayan Goodland ve Ledec (1987), araştırmalarında neoklasik teori ve çevre sorunlarını dikkate almadıkları veya umursamadıkları kalkınma politikası uygulamalarını eleştirdiler. Ekolojik olarak sürdürülebilir kalkınmanın bazı ilkelerini özetlediler ve istikrarlı hükümet politikalarının doğal kaynak tüketiminin kalkınması üzerindeki kısıtlamaları içeren ekonomik planlarla birleştirilebileceğini savundular. GSYİH’yı bir kalkınma ölçüsü olarak kullanmak, bir ülkenin doğal kaynaklarının dürtüsel kullanımına yol açar.

Barro (1991), “1960-1985 döneminde 98 ülke için, fert başına düşen reel GSYİH büyümesi, başlangıçtaki beşeri sermaye düzeyi ve kişi başına düşen reel GSYİH ile pozitif bağlantılıydı. Daha yüksek beşeri sermayeye sahip ülkeler ayrıca fiziksel yatırım için daha düşük doğurganlığa ve daha yüksek GSYİH’ya sahiptir. Büyüme, kamusal tüketimin GSYİH içerisindeki payıyla ters orantılıdır, fakat kamusal yatırımların payıyla orantılı değildir.” Büyüme rakamları, siyasi güç ölçümleriyle pozitif olarak ve giderek artan bir şekilde piyasa bozulma verileriyle bağlantılıdır.

Grossman ve Krueger (1995), “fert başına düşen gelirdeki düşüşle farklı göstergeler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma dört tür göstergeden oluşmaktadır. Çin; kentsel hava kirliliği, nehir havzalarındaki oksijen durumu, nehir havzalarının kirliliklerle kirlenmesi ve nehir havzalarındaki ağır metallerle kirlenmesidir”. Çevre kalitesindeki düşüşün artmaya devam ettiğine dair bir kanıt yoktur. Buna karşılık, çoğu gösterge, gerilemenin ilk aşamasında ve ardından toparlanma aşamasında ekonomik büyümeye işaret etmiştir.

Naidu (1996), SWOT analizinde Hindistan verilerini kullanarak çalışmasını gerçekleştirdi ve yenilenebilir enerjiyi sürdürülebilir bir kalkınma programına uyarlamasının olanaklarını tartıştı. Alternatif enerjiye kademeli bir geçiş için sektöre göre beklentileri ve paylaşılan politika ve stratejileri analiz etti. Yeşil yolu tercih eden Hindistan'ın yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir hareketinde önemli bir rol oynayacağını öngördü.

Johansen çalışmasında (2000), entegre VAR kullanılarak elde edilen sonuçların bir kısmı hakkında bir soru sorulmuştur. Granger'ın performans teoremi tartışılır, entegrasyon kavramı ve ortak fırsatlar tanımlanır. Eşbütünleşme değişkenleri için istatistiksel bir model tanımlanır ve uygun şekilde tanımlanmış koşullar altında eşbütünleşme ilişkileri hipotezlerinin nasıl tahmin edilebileceğini gösterir. Asimptotik teori ve eşbütünleşme modellerinin çeşitli ekonomik uygulamaları gözlemlenmiştir.

Soytaş ve diğerleri (2001), “Ülkemizde enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki münasebeti incelemiştir. 1960-1995 verileri, Johansen eşbütünleşme analiziyle bir vektör hata düzeltme yaklaşımı kullanılarak analiz edildi. Analiz sonuçları, enerji tüketimi ile GSYİH arasında tek yönlü bir Granger nedensellik olduğunu” göstermektedir.

Edison, Levine, Ricci ve Slok (2002), “uluslararası parasal adaletin iktisadi büyüme üstündeki tesirini incelemek ve söz konusu münasebetin iktisadi büyüme, finansal büyüme ve yasal gelişmeler ile ilgili olup olmadığını ele almak üzere yeni verilerle yeni ekonomik teknikler kullanmıştır. 57 ülke için farklı finans entegrasyonu önlemleriyle farklı istatistikî metotlar kullanılarak, belirli ekonomik, finansal, kurumsal ve politik koşullar kontrol altında olsa bile, uluslararası finansal entegrasyonun ekonomik büyümeyi hızlandırmayacağına dair sıfır hipotezi” göz ardı edilemez.

Hansen (2003), “araştırmada yapısal varyasyonlara müsaade etmek için Johansen'in eşbütünleşme vektörü otoregresif yaklaşımının genelleştirmeye çalışmıştır. Farklı varsayımlar altındaki tahminler, birçok ilginç ihtimal oranı testinin ortaya çıkmasını basitleştiren yeni bir tahmin yöntemiyle mümkündür. Yaklaşım, ABD Vadeli İşlemlerinden alınan yapısal verilere uygulanmış ve Eylül 1979 ve Ekim 1982'deki büyük FED politika değişiklikleriyle uyumlu olarak önemli yapısal değişiklikler bulmuştur”. Bu yapısal değişiklikler bir kez uygulandıktan sonra - yani, önceki çalışmaların aksine, gelecek hipotezinin uzun vadeli tahminleri göz ardı edilemez.

Hoffman, Lee, Ramasamy ve Yeung (2005), “112 ülkede 15-28 senelik bir zamanı içeren, direkt yatırımla kirlilik arasındaki ilişki üzerine Granger'in nedensellik

testlerinin sonuçlarını incelemiştir. Neticeler, ev sahibi ülkedeki gelişmişlik seviyesine bağlı olarak 2 değişken arasındaki alternatif nedensel ilişkileri” göstermektedir.

Altınay ve Karagöl (2005), 1950-2000 seneleri arasındaki enerji tüketimiyle iktisadi büyüme verileri üzerine yaptıkları çalışmada Türkiye'yi incelemiştir. Çalışmada, enerji tüketimiyle GSYİH arasında tek taraflı bir nedensellik ilişkisini belirlemek için Granger's nedensellik analizi kullanılmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif kullanımı daima ülkenin potansiyeline yeterli gelmemektedir. Ülke yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin olmasına rağmen, yetersiz altyapı nedeniyle mevcut potansiyelini kullanamama sorunu ile karşı karşıya kalabilir. Bugaje (2006), Afrika'daki enerji kıtlığı sorununu ele alarak bölgenin Güney Afrika, Mısır, Nijerya ve Mali'deki yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirdi. Bu ülkelerin ulusal enerji politikalarını analiz etti ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için gerekli konuları tartıştı. Kıtadaki yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için yeterli altyapının sağlanması ve bu altyapının ustaca desteklenmesi durumunda bölgenin enerji üretimi ile baş edebilecek her kapasiteye sahip olduğu neticesine varmıştır. İktisadi ve güvenilir enerjinin mevcudiyeti, sürdürülebilir kalkınma için bir ön koşuldur.

Diks ve Panchenko (2006), Granger'in nedensel olmayan testleri için, Hiemstra ile Jones (1994) tarafından önerilmiş olan yaygın olarak kullanılmakta olan testte gözlenen aşırı reddetmeyi entelleyen yeni bir parametrik olmayan test önerdi. Bu çalışmada hisse senetleri, fiyatlar ve kotalar arasındaki ilişki için doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedenselliğini test etmişlerdir. Örneklem büyüklüğü arttıkça sıfır hipotezi altında reddedilme şansının bire çarpılabileceğini göstererek sorunu açıkladıktan sonra, bu olgunun nedenlerini incelediler. Araştırmalarını tarihsel getirileri ve S&P endeksinin hacmini tartışarak yürütürler; Granger raporlarının sayısına yol açan kanıtlar, önerilen Hiemstra-Jones testinden daha zayıftır.

Bu çalışmada, Toda ve Phillips (2007), Wald Granger'ın vektör otoregresif seviyeleri ve Johansen tipi hata düzeltme modelleri için nedensellik testini özetlemiştir. Hata düzeltme modelinin maksimum olasılığının Gauss tahmini temelinde, Granger nedensellik testinin gerçekleştirilmesi için çeşitli işletim prosedürleri önerilmiştir. Bir değişkenin başka bir değişken kümesi üstündeki nedensel etkisini inceleyen önemli pratik durumlar için uygundur.

Lund (2007), yenilenebilir enerjinin tüm enerji ihtiyaçlarını karşılayıp karşılayamayacağını araştırdı. Makalesinde, Danimarka'yı örnek alarak, sürdürülebilir

kalkınma stratejileri geliştirirken yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgar, biyokütle, dalga ve güneş) perspektiflerini tartışmaktadır. Bu görüşün stratejisinin üç teknolojik değişikliği içerdiğini buldu; enerji arzının verimliliğindeki gelişmeler, enerji talebi açısından enerji tasarrufu ve fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıdır. Enerji sistemini %100 yenilenebilir bir enerji sistemine entegre etme fikriyle entegrasyonun sağlanabileceği sonucuna varmıştır.

Jobert ve Karanfil (2007), “Türkiye üzerine yaptıkları araştırmada, 1960-2003 dönemi için konut, toplam enerji tüketimi, sanayi ve sanayi katma değeri ve senelik reel GSYİH verilerine bakmışlardır. Araştırmada eşbütünleşmeyle Granger nedensellik analizi tercih edilmiştir. Analiz sonuçları, toplam reel GSYİH ile enerji tüketimi, endüstriyel katma değer ve endüstriyel enerji tüketimi arasında nötr bir ilişki olduğunu” göstermektedir.

Mucuk ve Uysal (2009), “Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Granger nedensellik testi ve eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Analizleri neticesinde değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu ve Granger nedensellik testinin enerji tüketiminden iktisadi kalkınmaya doğru olduğunu” bulmuşlardır.

Telatar ve Terzi (2009) yaptıkları çalışmada, “1991-2005 zaman serilerini içeren 3’er aylık verileri kullanarak iktisadi büyümeyle cari işlemler arasındaki münasebeti tahmin etmektedirler. Değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek için Granger nedensellik testiyle VAR analizi” kullanılmıştır. Sonuçlar, büyüme oranından cari işlemler dengesine tek yönlü bir nedensel bağlantı olduğunu göstermektedir.

Menyah ve Wolde Rufael (2010) yaptıkları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri’nde karbondioksit emisyonları, yenilenebilir enerji tüketimi, nükleer enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışma, 1960’dan 2007’ye kadar olan verileri analiz etmek için zaman serisi analizini kullanır. Analizin sonuçları, nükleer enerji tüketimi ile CO2 emisyonlarının yanı sıra gerçek GSYİH ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında tek yönlü bir nedensel ilişki olduğunu göstermektedir.

Özata (2010), 1970’den 2008’e kadar enerji tüketimiyle GSYİH (gayri safi milli hasıla) arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Analizde uzun dönemli birim kök testleri, Granger nedensellik testleri, eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme testleri kullanılmıştır. Analiz sonuçları, GSMH ile enerji tüketimi arasında bir eşbütünleşme

ilişkinin olduğunu ve GSMH ile enerji tüketimi arasında tek yönlü bir Granger nedenselliğinin olduğunu göstermektedir.

Sürdürülebilir kalkınma için sosyal olumsuz etkileri olmayan temiz, yenilenebilir ve iktisadi yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde sunulması lazımdır. Kothari, Tyagi ve Pathak (2010) araştırmalarında enerjinin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik olarak çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Sürdürülebilir enerji kaynakları arasındaki biyokütle yakıtlarıyla atıkların hidrojen, biyogaz ve biyoalkol vb. enerji biçimlerine dönüştürülebileceğini belirterek, atıktan enerji teknolojileriyle sürdürülebilir enerji teknolojilerini incelediler. Atıktan enerjiye (WTE) teknolojilerinin fosil yakıtlar yerine yüksek enerji potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiş ve bu teknolojiler için araştırma ve geliştirme araştırmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Shukur ve Mantalos (2010), “araştırmalarını Granger nedenselliğinin bir eşbütünleşme testi olan VAR modelini kullanmak suretiyle tartışmışlardır. Monte Carlo metodunu kullanmak suretiyle 8 test versiyonunun özelliklerini 2 değişik şekilde incelediler. Sonuçlar, daha yüksek ve daha güncel test bilgilerinin, VAR modeli (2) kullanılarak ek test tahmin katsayılarının tahmin edilmesine de yardımcı olabileceğini göstermektedir. Buna karşılık VAR (3) modelinde ise oranın VAR (2) modeli sonucundan daha küçük olduğu” tespit edilmiştir.

Yanar ve Kerimoğlu (2011) yaptıkları çalışmada, “enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki münasebeti test edip 3. bir değişken olarak cari açığı eklemiştir. Aslında araştırmalar cari açığın büyüme üstünde bir etkisi olup olmadığına ve buna neyin sebep olduğuna baktı. Kısacası, Johansen eşbütünleşme testiyle vektör hata düzeltme yaklaşımı kullanılarak, artan enerji tüketimi ile enerji tüketiminin arttığı ve artan enerji tüketimi ile cari açığın arttığı” bulunmuştur.

Kumar, Managi ve Matsuda (2012), “enerji güvenliğiyle iklimsel değişimi çalışmalarında temiz enerjiye odaklanmışlardır. 3 temiz enerji endeksinden veri aldı ve petrol ve teknoloji hisse senedi fiyatlarının temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarını etkilediğini buldu. Bu nedenle temiz enerji arzındaki değişiklikler, petrol fiyatlarındaki tarihsel hareketler, hisse senedi fiyatları ve ileri teknoloji şirketlerinin çıkarları” ile açıklanabilir. Araştırmalar, artan petrol fiyatları ile alternatif enerjinin ikamesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Karahan (2014), 1980 ve 2011 yılları arasında enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi iktisadi büyüme, birincil enerji tüketimi, gayri safi sabit

sermaye oluşumuyla emek değeri üzerinden incelemiştir. Analiz için, verilerin durağanlığını belirlemek için birim kök testi, kısa vadeli politik şokları tespit etmek için dürtü tepkisi ve saçılım ayrıştırma modelleri ve aralarındaki nedensel ilişkiyi belirlemek için Granger'ın nedensellik analizi kullanılmıştır. Bulgular, emek ile GSYİH, sermaye ve enerji tüketimi arasında tek yönlü bir Granger nedensellik olduğunu göstermektedir. Enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Aydın (2014), “enerji tüketimiyle iktisadi kalkınma arasındaki ilişkiyi kuramsal ve deneysel” olarak ele alınmıştır. Önce enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki münasebeti incelemiştir, ardından birincil enerji tüketim kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemek için bozunma denklemlerini kullanmıştır. İlk analiz, 1996-2004 arasındaki üç aylık verileri ve 1980-2004 arasındaki ikinci yıllık verileri kullandı. Türkiye'de ekonomik büyümenin en etkili ana kaynakları olan odun, petrol ve linyit kömürü ile birlikte, enerji tüketiminin ekonomik büyüme sağlaması beklenmektedir.

Oyedepo (2014), Nijerya'nın yenilenebilir enerji kaynaklarla fosil yakıtlar bakımından varılmasına rağmen ülkedeki yenilenebilir kaynakları verimli kullanmak için yeterli olmadığına vurguda bulunmuştur. Tükenmeyen enerji kaynak teknolojilerinin bilhassa kırsal topluluklara yönelik olarak merkezi olmayan enerji biçiminde kullanılmasının petrol tüketiminde azalmaya neden olacağını ve arz güvenliğini artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek için altyapı oluşturulması gerektiğini belirtmektedir.

Unakıtan ve Türkekul (2014) yaptıkları çalışmada, vektör hata düzeltme (VEC) modeli kullanarak enflasyon ve işsizlik arasındaki ters ilişkiyi analiz etmiş ve enflasyon ve işsizlik arasındaki ilişkiyi incelemek için bir model önermişlerdir. Araştırmada 1980-2012 senelerine ait bir zaman serisi kullanılmıştır. Kısacası, işsizlik %10 artarsa enflasyonun %2,4 düşeceğini ve enflasyon %10 yükselirse işsizliğin %0,27 düşeceğini bulmuşlardır.

Bakırtaş ve Çetin (2016) 1992-2010 verileriyle G-20'de kişi başına gelir artışının sürdürülebilir kişi başına enerji tüketimini nasıl etkilediğini incelemiştir. Panel, eşbütünleşme yaklaşımını incelerken, G20'de sürdürülebilir enerji tüketimi ile ekonomik kalkınma arasında uzun vadeli bir ilişki olduğu neticesine varmıştır.

Bayraç ile Çıldır (2017), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik kalkınma üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerini tartıştıkları çalışmalarında Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri için 2006-2015 yılları arasındaki verileri analiz etmişlerdir. Ulaşılan

bulgulara dayanarak, enerji üretimiyle GSYİH arasında uzun vadeli bir münasebet belirlendi. Yenilenebilir enerji üretimindeki artış, kısa ve uzun vadeli GSYİH oranını artırarak ekonomik kalkınma üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

Kang ve arkadaşları (2019), “1965 ve 2015 yılları arasında yenilenebilir ve fosil kaynakların tüketimi, emisyonlar ve reel GSYİH dataları arasındaki münasebeti inceledi. Hindistan çalışmalarında zaman serisi analiz yöntemlerini kullandılar. Analizde yenilenebilir kaynak şeklinde tüketilen hidroelektrik ve fosil kaynak olarak kömür analize dahil edilmiştir. Bulgular, hidroelektrikle ve kömür tüketimiyle CO2 ve GSYİH arasında nedensel bir ilişki olmadığını” göstermektedir. GSYİH'nın karbondioksit emisyonları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Akusta ve Cergibozan (2020), çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel etkisiyle iktisadi kalkınmayı incelemektedir. Bu amaçla 1972 yılından itibaren yapılan analizlerde “kişi başına çevresel baskı, kişi başına düşen reel GSYİH, kişi başına düşen GSYİH'nın karesi, finansal gelişmişlik, açıklık derecesiyle yenilenebilir enerjiden sağlanan enerjinin toplam enerjiye oranı” gibi değişkenler kullanılmıştır. 2015'e kadar. Analizde Johansen ve ARDL eşbütünleşme ve varyans ayrıştırma modelleri kullanılmıştır.

Rashid (2020), yoğun nüfuslu ve gelişmekte olan Pakistan'da enerji kullanımına, yüksek düzeyde enerji güvensizliğine, arz ve talep açıklarına, ithalata bağımlılığına, gelen ülkelerin kıtlığına ve termal kaynaklar yoluyla enerji kullanımına bakmayı amaçlamıştır. Pakistan, ülke ekonomisi üzerinde olumlu etkisi olan yerli doğal kaynaklara sahiptir. Bu bulgulara dayalı olarak, birçok ülkede yaşanan enerji güvenliği tartışmalarına ışık tutmayı amaçlayan politika önerilerinde bulunmaktadır. Dolayısıyla Pakistan'ın ithalat bağımlılığından kurtularak yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için İsveç'i örnek alması gerektiği anlaşılmaktadır.

Louis Jacques (2020), “bu araştırma Büyük Antiller'de yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonlarıyla iktisadi kalkınma arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırmada eşbütünleşme testleri, vektör hata düzeltme modelleriyle (VECM) tamamen değiştirilmiş Sıradan En Küçük Kareler (DOLS) tahmin edicileri tercih edilmiştir. Kısacası Küba, Dominik Cumhuriyeti ile Haiti'de yenilenebilir enerji tüketimiyle iktisadi kalkınma arasında iki yönlü bir ilişki olduğu, Jamaika'daysa söz konusu münasebetin nötr olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üstünde negatif ve istatistiki bakımdan manidar bir tesirinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Bölgeye bütünsel olarak bakıldığı zaman,

neticeler yenilenebilir enerji kullanmanın uzun vadede kirliliği azaltmaya yardımcı olamayacağını” göstermektedir.

Öcal, Altınöz ve Aslan (2020), 1968-2016 dönemi için ARDL testi kullanarak ülkemizde iktisadi büyüme, enerji tüketimiyle çevresel kirlilik arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır. Test sonuçları, Ülkemizde çevre kirliliği ile iktisadi büyüme arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğunu, enerji tüketimininse ekolojik ayak izini artırdığını göstermektedir. Söz konusu neticeler göz önüne alındığında, çevresel kirlilikle iktisadi büyüme arasında, aslında Türkiye'nin başarılı uzun vadeli kalkınmasını yansıtan ters U şeklinde bir ilişki vardır.

Yenilenebilir enerjiyle kullanımı sürdürülebilir kalkınmayla yakından ilişkilidir. Dinçer (2000), sürdürülebilir enerji kaynaklarının keşfedilmesi için ülkelerin sürdürülebilir kalkınmaya bağlılıklarının önemine vurgu yaparak, günümüzün sürdürülebilir kalkınma ve çevre sorunlarına yönelik uzun vadeli potansiyel eylemlere ihtiyaç olduğuna değinmiştir. Sürdürülebilirlik ve yenilenebilir enerji konularına mevcut ve gelecek perspektifinden bakarak, yenilenebilir enerjinin en verimli ve etkili çözümlerden birisi olduğu neticesine varmıştır. Enerjinin refah ve ekonomik kalkınmada önemli bir faktör olduğu neredeyse evrensel olarak kabul edilmektedir. Enerjinin önemini bu şekilde değerlendirmek için Kaygusuz ve Kaygusuz (2002), örnek olarak Türkiye'yi incelemişlerdir. Yenilenebilir enerjinin nükleer ve fosil yakıtlarla ilgili birçok çevresel ve sosyal soruna çözüm sunduğu ve verilere göre Türkiye'nin yenilenebilir enerji açısından büyük bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Çakır (2021) araştırmasında, “gelişen piyasa ekonomilerinde sanayileşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisini tartışmaktadır. 8 ülke (Türkiye, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Rusya, Çin, Meksika ve Brezilya) 1991 ve 2016 yılları arasında çevre kirliliğinin belirleyicilerini analize dahil etti. İncelenen ülkeler için dengeli panel verileri, panel en küçük karelerle nedensellik analiziyle analiz edilmiştir. Kısacası endüstrileşmenin çevresel kirliliği artırdığı tespit edilmiştir. Nedensellik testinin neticesinde incelenen belirleyici değişkenlerin çevresel kirlilik” üzerinde önemli bir etkisi vardır.

5.1.2. Enerji tüketimi ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi literatürü

Wolde-Rufael çalışması (2004), Toda ve Yamamoto'nun önerdiği Granger Nedensellik Testinin (1969) değiştirilmiş bir versiyonuyla 1952-1999 yıllarında Şanghay için farklı endüstriyel enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi

inceledi. Ayrışmış enerji hatlarıyla yapılan bir araştırma, tek taraflı Granger nedenselliğinin kömür, kok, elektrik ve toplam enerji tüketiminden gerçek ulusal gelire kadar uzandığını ve petrol tüketimi arasında hiçbir şekilde Granger nedenselliğinin olmadığını bulmuştur.

1975-2001 verilerini kullanarak Lee (2005), 18 gelişmekte olan ülkede enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki eşbütünleşmeyi ve nedenselliği inceledi. Değiştirilen model, enerji tüketimiyle GSYİH arasındaki uzun vadeli ve kısa vadeli nedensel ilişkinin gerçek olduğunu, sadece aksinin olmadığını ortaya koymaktadır. Söz konusu netice ister geçici ister kalıcı olsun, enerji tasarrufu uygulamalarının gelişmekte olan ülkelerde iktisadi büyümeye zarar verdiğini göstermektedir.

Şengül ile Tuncer'in (2006) yaptığı bir çalışmada, ağırlıklı olarak ticaret amacıyla enerji kullanımı, reel enerji fiyat endeksleri ve ulusal gelir arasındaki nedensel ilişki, 1960-2000 dönemi için Türkiye'nin yıllık verileri kullanılarak incelenmiştir. Toda ve Yamamoto incelemesi (1995), araştırma çerçevesindeki artan-gecikme (gecikme-artış) yaklaşımına dayalı olarak, enerji kullanımı ile GSYİH arasında tek yönlü bir nedensel ilişki içinde, doğru işleyen ticari gerçek enerji fiyatlarına sahipken nedensellik üzerinde çalışmaktadır. Milli gelir enerji fiyatları ile reel enerji fiyatları arasındaki iki yönlü nedensellik, işletmenin göstergelere doğru işleyişinden kaynaklanmaktadır.

Soytaş ve Sarı (2006), 1960-2004 yılları arasında G-7 ülkeleri arasında yıllık verilerle yaptıkları bir çalışmada enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Dört ülkeden (Kanada, İtalya, Japonya ve Birleşik Krallık) (ABD ve Fransa) enerji tüketiminin GSYİH ile nedensel ilişkisine ve yalnızca bir enerji tüketiminin (Almanya) iki yönlü nedenselliğine dayanmaktadır.

Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul (2007), ülkemizde iktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1974-2004 verileriyle incelemiştir. İktisadi büyümeyle elektrik tüketiminin boyutunun sürekli olarak farklı seviyelerde olduğu (I (0) ve I (1)) göz önüne alındığında, değişkenler arasındaki ilişki limit test yöntemi kullanılarak ele alınmıştır. Söz konusu yönteme göre diziler arasında eşbütünleşme münasebeti, değişkenler arasında kısa dönemde olumlu, uzun dönemde olumsuz münasebet bulunmuştur.

Karanfil (2008), kayıt dışı ekonominin büyüklüğü göz önüne alındığında, Ülkemizde enerji tüketimiyle reel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) arasındaki uzun vadeli münasebeti incelemiştir. Türkiye'de 1970-2005 dönemi için yapılan bir çalışmada elde edilen ampirik sonuçlar, uzun vadede resmi GSYİH ile enerji tüketimi arasında

güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, kısa ve uzun dönemde enerji için resmi GSYİH'nın tek taraflı nedenselliğinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ekonomik aktiviteyi olumsuz etkilemeden sera gazlarını azaltmak için enerji tasarrufu politikalarının hayata geçirilebileceği önerilmiştir. Diğer bir netice, kayıt dışı ekonominin imalat işlevinin istikrarlı olmamasıdır. Bu bağlamda kayıt dışı ekonomi ile mücadeleyle ilgili iktisat politikalarının enerji tasarrufu politikalarına karşı bir önlem olarak hareket edemeyeceği tartışılmaktadır.

Erdal, Erdal ve Esengül (2008) tarafından 1970-2006 arası Türkiye verileriyle yapılan bir çalışmada, fosil yakıt (AK) enerji tüketimiyle GSYİH arasındaki münasebeti ele almak üzere nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışmalarda Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Perron (PP) genişletilmiş birim kök testleri, Johansen eşbütünleşme testiyle Paired-Wise Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Bulgular, enerji tüketimiyle GSYİH arasında iki yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Çalışma, ülkemiz enerji pazarındaki değişikliklerin iktisadi büyümeye olumsuz etkide bulunabileceği ve bundan dolayı enerjinin iktisadi büyüme üzerinde fren görevi görebileceği sonucuna varmaktadır.

Halıcıoğlu (2009) tarafından 1960'dan 2005'e kadar Türkiye'den veriler kullanılarak yapılan bir çalışmada, dinamik yöntem karbon emisyonları, enerji tüketimi, dış ticaretle gelir arasındaki dinamik nedensel ilişkiyi deneysel olarak analiz etmektedir. Eşbütünleşme testi ile yapılan bir çalışmada değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu bulunmuştur.

Bowden ile Payne (2009), 1946-2006 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam ve sektörel birincil enerji tüketimiyle reel ulusal gelir arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. Toda-Yamamoto nedensellik testi ile yapılan bir araştırma, enerji tüketimiyle reel ulusal gelir arasındaki münasebetin sektörler arasında aynı olmadığını buldu. Granger'in nedensellik testi çerçevesinde toplam ve sektörel birincil enerji tüketimiyle fiili ulusal gelir arasında bir münasebet bulunmamaktadır. Granger'ın iki taraflı nedenselliği, ticari, yerel ve reel GSYİH arasında yarmaktadır.

Öztürk, Aslan ile Kalyoncu (2010) enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki münasebeti 1971-2005 yılları arasında 51 ülkenin verileri üzerinden incelemiştir. Çalışmada ülkeler düşük gelirli ülkeler, orta gelirli ülkelerle yüksek gelirli ülkeler olarak 3 gruba ayrılmıştır. İktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasındaki münasebet evvela pedroni panel eşbütünleşme metodu (1999) kullanılarak araştırılmıştır. İkincisi, iktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkiyi incelemek üzere bir

panel nedensellik testi kullanılmıştır. Bu değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyi Pedroni (2001) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Kısacası, araştırmada incelenen bütün gelir grupları için iktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasında kuvvetli bir münasebet bulunamamıştır.

Kapusuzoğlu ve Karan (2010) tarafından yapılan çalışmada, “GSYİH ile elektrik tüketimi arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik 1975-2006 yılları arasındaki verilere dayanılarak incelenmiştir. Birincisi, eşbütünleşme analizi sonucunda elektrik tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönemli bir ilişki vardır. VECM'ye dayalı Granger nedensellik analizi, elektrik tüketimiyle GSYİH arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu belirledi. Anket sonuçlarına göre GSYİH, Türkiye'nin uzun vadeli ekonomik kalkınmasında elektrik tüketimine pozitif yönde etkide bulunan mühim bir değişkendir. Bunun için, elektrik üretimi için kullanılan elektrik ve birincil enerjinin uzun vadeli ve zamanında tedarik edilmesinin, geliştirme sürecindeki olası bozulmaları önlemek için üretim ve tüketim sürecinin istikrarı açısından büyük önem taşıdığı” sonucuna varılmıştır.

Ülkemizde enerji tüketimiyle büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen bir başka çalışmaysa 1998-2011 dönemine ait dört yıllık verilerin kullanıldığı Ertuğrul (2011) tarafından yapılan çalışmadır. Seri GSYİH ve enerji tüketimi arasında eşbütünleşik bir münaseber bulunduktan sonra, Kalman filtre modeli kullanılarak seriler arasındaki dinamik ilişki araştırıldı. Çalışmada, elektrik tüketiminin GSYİH üzerinde özellikle 2003 yılından itibaren artan bir etkisinin olduğu tespit edildi. 2009 yılında küresel krizin etkisiyle azalmaya başlayan etkinin yeniden artmaya başladığı tahmin edilmektedir.

Çetin ve Şeker (2012) tarafından Johansen-Juselius ve Stock-Watson eşbütünleşme testleriyle Tody-Yamamoto nedensellik testleri kullanılmak suretiyle yapılan bir çalışmada 1970'ler ve 2009'larda ülkemizde enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki münasebet incelenmiştir. Değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ve enerji tüketiminin iktisadi büyüme üstündeki olumlu ve kuvvetli bir etkisinin bulunduğu araştırmıştır. Ayrıca, Toda-Yamamoto testinin neticeleri, enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında önemli bir bağlantı göstermemektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda yazarlar, enerji kıtlığının Türkiye'nin ekonomik büyümesini olumsuz etkileyebileceği sonucuna varmışlardır.

Bozoklu ile Yılcı (2013) 20 OECD ülkesinde iktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasındaki kısa ve uzun vadeli nedensel ilişkileri incelemiştir. Bu amaçla frekans alanını inceleyen ve kısa dönemli (geçici) ve uzun dönemli (sürekli) nedensellik

analizine olanak sağlayan Granger nedensellik testi kullanılmıştır. İlk olarak, Avustralya, Avusturya, Kanada, İtalya, Japonya, Meksika, Hollanda, Portekiz, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri ve Avusturya, Belçika, Danimarka, Almanya, İtalya'da GSYİH ile enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkiyi tekrar tekrar incelenmiştir.

İkinci olarak, enerji tüketiminin GSYİH'ye olan nedenselliği ile ilgili olarak, bulgular Avusturya, Danimarka, İtalya, Hollanda, Norveç ve Portekiz için başlangıç niteliğindedir; Belçika, Finlandiya, Yunanistan, İtalya, Japonya ve Portekiz arasında kalıcı nedensellik mevcuttur. Yazarlara göre, bulgunun temel sonucu, enerji politikasının yalnızca iktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkinin yönünü değil, ayrıca söz konusu münasebetin geçici mi yoksa kalıcı mı olduğunu dikkate almasıyla yetkililerin politikayı ayarlaması gerektiğidir.

Gövdere ile Can (2015) araştırmasında, iktisadi büyümeyle enerji tüketimi arasındaki ilişki 1970-2014 yılları Türkiye dataları temel alınarak incelenmiştir. Bunun için genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök (ADF) testi, Engle-Granger eşbütünleşme analizi ile eşbütünleşme ilişkisi, uzun dönem ve kısa dönem analizler (hata düzeltme modeli) kullanılarak değişkenlerin gücü belirlenmiştir. Dinamik en küçük kareler yöntemi (DEKK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bilindiği kadarıyla enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında uzun vadeli bir münasebet bulunmuştur. Hata düzeltme modeli çerçevesinde, hata düzeltme katsayısı negatif ve istatistiksel şekilde manidar bulunmuş ve seriler arasındaki uyumsuzluk yaklaşık üç periyot sonra ortadan kalkmıştır”.

Usta ve Berber (2017), endüstriyel enerji tüketiminin Türkiye ekonomik büyümesi üzerindeki etkisini 1970-2012 dönemi için yıllık verilerle incelemiş ve Toda-Yamamoto nedensellik testinin korelasyonunu incelemiştir. Ulaşılan bulgulara dayanarak, ulaştırmayla sanayide enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında 2 yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar geri besleme varsayımını doğrulamaktadır. Başa bir sonuçsa tarımla konutta enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında bir ilişki olmadığıdır. Öte yandan, bu sonuç hayal bile edilemeyen varsayımlara göre değerlendirildi.

Dineri ve Çayır çalışması (2020), 15 AB ülkesinde ve Türkiye'de 1988-2017 yılları arasındaki verilerle enerji tüketimi, beşeri sermayeyle fiziki sermayenin iktisadi kalkınma üstündeki tesirini incelemiştir. Bu ülkeler için gerçekleştirilen panellerden elde edilen ampirik sonuçlar, enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasında olumlu bir ilişki olduğunu göstermektedir. Nedensellik testi sonuçlarında ekonomik büyümeyle

enerji tüketimi arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Analize dahil edilen ülkeler için geribildirim hipotezinin geçerliliğini test ederler. Bu bağlamda, enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında tamamlayıcı bir ilişkinin bulunduğu vurgulanmaktadır.

Umutlu ile Bayraç çalışması (2020), ülkemizde iktisadi büyümeyle gaz tüketimi arasındaki münasebeti 1986-2018 dönemine ait senelik verilerle inceleyen bir araştırmadır. Bu çalışmada, değişkenlerin eksik olup olmadığını saptamak üzere ADF (Augmented Dickey-Fuller) ve PP (Philips Perron) kök birim testleri kullanılarak iktisadi büyümeyle doğal gaz tüketimi arasındaki uzun dönemli münasebet için Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Bağlılığı Testi (ARDL) yapılmıştır. Son olarak çalışmada, VECM Granger nedensellik analizi kullanılarak doğal gaz tüketimiyle iktisadi büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Ulaşılan bulgular çerçevesinde değişkenler arasında uzun vadeli bir münasebet bulunmaktadır. Ancak bu 2 değişken arasında çift yönlü nedensellik münasebeti tespit edilememektedir.

5.1.3. Yenilenebilir enerji tüketimi-üretimi ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi literatürü

Dünyada enerji konularının giderek daha önemli hale geldiği açıktır. Yenilenebilir enerjinin gelişmiş gelişmekte olan devletlerde mühim konulardan biri olduğu söylenebilir. Yenilenebilir enerjinin türleri, geleceği, faydaları, hedefleri ve politikaları konusunda gerek dünyada gerekse Türkiye'de birçok çalışma yapılmıştır.

Yoo (2005), ortak entegrasyon ve hata düzeltme modellerini kullanan bir çalışmada Kore'de elektrik tüketimiyle iktisadi kalkınma arasındaki kısa ve uzun vadeli nedensellik sorunlarını araştırmıştır. 1970-2002 dönemini kapsayan senelik veriler kullanılmıştır. Genel neticeler, elektrik tüketimiyle iktisadi kalkınma arasında çift yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu, elektrik tüketimindeki artışın iktisadi kalkınmayı direkt etkilediği ve iktisadi kalkınmanın de elektrik tüketimini daha da artırdığı manasına gelmektedir.

Erdal, Erdal ve Esengün (2008) 1970-2006 döneminde ülkemizde birincil enerji tüketimiyle fiili GSMH arasındaki nedensellik münasebetini araştırmak üzere nedensellik testini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçları, iki yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermiştir. Diğer bir deyişle, elektrik tüketimindeki bir artış ekonomik kalkınmayı doğrudan etkilediği için ekonomik kalkınma da elektrik tüketimini etkilemektedir.

Aktaş ve Yılmaz (2008) 1970-2004 datasını dikkate alarak ülkemizde elektrik tüketimiyle GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Yapılan araştırma neticesinde kısa dönemde elektrik tüketimiyle gayri safi milli hasıla arasında iki yönlü, uzun dönemde ise gayri safi milli hasıla ile elektrik tüketimi arasında tek yönlü bir neden sonuç ilişkisi bulunmuştur.

Payne (2009), kullanıcı Tayamamoto tarafından test edilen 1946-2009 dönemine ait verileri kullanmak suretiyle ABD yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişki üzerine bir çalışma yürüttü ve enerji tüketimi ile kalkınma arasında nedensel bir ilişki olmadığını belirledi.

Mondal ve diğerleri (2010), 1990-2007 dönemi için Marques'de 24 Avrupa ülkesiyle ilgili bir çalışma yürütmüştür. Araştırmalarında panel veri ekonometrisini kullandı. Bu çalışmada, enerji ve kalkınma arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanılması karbon emisyonlarını önemli ölçüde artırmaktadır. Artan bu limitin yenilenebilir enerji kullanımı ile sınırlandırılabilceği sonucuna varılmıştır.

Öztürk ve Acavracı (2010), Türkiye'de karbon emisyonları, iktisadi kalkınma, enerji tüketimiyle istihdam arasındaki uzun vadeli nedensel ilişkiyi incelemektedir. Çalışma 1968-2005 dönemi verileri kullanılarak yapılmıştır. Granger nedenselliğinin varlığı ve yönüne ilişkin sonuçlar, kısa vadede ne kişi başına karbon emisyonlarının ne de fert başına düşen enerji tüketiminin fert başına reel GSYİH'yı etkilemediğini, ancak istihdam oranının kısa vadede kişi başına reel GSYİH'yı etkilediğini göstermektedir.

Tuğcu, Öztürk ve Aslan (2012) 1980-2009 yılları arasında G7 ülkelerinde yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik kalkınma arasındaki uzun vadeli nedensel ilişkiyi incelemekte ve yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarını karşılaştırarak kaynakları belirlemektedir. Enerji tüketimiyle iktisadi kalkınma arasındaki nedensel ilişkileri incelemek üzere otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) ve Hatemi-J nedensellik testi kullanılarak çift yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Kula (2013), 1980-2008 döneminde 19 OECD ülkesinde fert başına yenilenebilir enerji tüketimiyle GSYİH arasında uzun vadeli bir ilişkinin bulunup bulunmadığını incelemektedir. Bulgular, yenilenebilir elektrik tüketimiyle GSYİH arasında uzun vadeli dengeli bir münasebeti desteklemektedir. Bunun yanı sıra, GSYİH'den yenilenebilir elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır.

Ergin ve omak (2014) yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerji sektöründe dışa bağımlılığı azaltmak için finansman yatırımlarını incelemektedir. Çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörünün finansmanı için Yenilenebilir Enerji Bankası oluşturulması önerisinde bulundular. Bankanın yenilenebilir enerji sektöründeki kişi ve şirketlere uygun kredi ve danışmanlık hizmetleri sunacağı için yenilenebilir enerji yatırımlarının yaygınlaşacağını duyurdular.

Alper'in (2018) alışmasında, yenilenebilir enerji tketimeyle iktisadi kalkınma arasındaki ilişki 1990-2017 dönemi ülkemiz verileri kullanılarak incelenmiştir. Bu alışmada Todo-Yamamoto nedensellik testi ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Bu değışkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğı sonucuna varmıştır. Nedensellik testi neticesinde iktisadi kalkınma ile yenilenebilir enerji tüketime arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Erdoğan ve arkadaşları (2018), Johansen-VECM eşbütünleşme testini kullanarak 1998-2015 yılları arasında Türkiye'de yenilenebilir enerjiye iktisadi kalkınma arasındaki uzun vadeli münasebeti incelemiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak GSYİH değışkeni ile yenilenebilir enerji üretimi değışkeni arasında neden sonuç ilişkisi bulunmuştur.

Arslan ve Solak (2019)'ın çalışmasının amacı, 1984-2017 yılları arasındaki verilere dayanarak Türkiye'de yenilenebilir enerji tketimeinin ithalat üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada serilerin durağanlığı ilk olarak ADF testi ile kontrol edilmiş ve birim kök içermeleri nedeniyle birinci farkları benimsenmiştir. Daha sonra yapılan bir Johansen eşbütünleşme testinin neticesinde değışkenler arasında uzun dönemli bir münasebet bulunamamıştır. Eylem-Yanıt sonucu, yenilenebilir enerji kullanımının ithalatı artırdığını göstermektedir.

Demirgil ve Birol (2020) yaptıkları çalışmada, 1980-2018 döneminde yenilenebilir enerji kullanımının Türkiye'de ekonomik kalkınmayı nasıl etkilediğini incelemiştir. Değışkenlere uygulanan birim kök testi sonucunda seviye değerlerinin birim kök içerdiği tespit edilmiştir. Değışkenler arası eşbütünleşme ARDL testi ile test edildi. Test, eşbütünleşme buldu ve yenilenebilir enerji tketimeindeki %1'lik bir artışın ekonomik kalkınmayı %0,91 oranında artırdığını buldu. Ardından Toda-Yamamoto nedensellik testi yapılmıştır ve yenilenebilir enerji tketimeyle iktisadi kalkınma arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğı tespit edilmiştir.

Enerji tketimeindeki artışın yanı sıra karbondioksit emisyonlarındaki artışın da sürdürülebilir kalkınma için önemli sonuçları vardır. Son yıllarda bu konudaki

araştırmaların artmasının en büyük nedeni enerji tüketiminin sürdürülebilir kalkınma açısından çok önemli olmasıdır (Farhani ve Jaleddine, 2012). Literatürdeki çalışmaların çoğu yenilenebilir enerji ve ekonomik kalkınma üzerine odaklanmaktadır ve son çalışmalar incelendiğinde yenilenebilir enerjinin ekonomik kalkınma üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu neticesine ulaşılmıştır.

Rüzgar enerjisinin sürdürülebilir kalkınma üstündeki tesiri alan yazında 2 başlık altında incelenebilir. İlki, rüzgar enerjisinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini teorik olarak inceler. Bu çalışmalardan Koçaslan (2010), rüzgar enerjisinin Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri için önemine ilişkin çalışmada, yerli, yenilenebilir ve temiz bir rüzgar enerjisi kaynağı olmakla birlikte toplam nihai enerji kaynağı olarak da hizmet vermektedir. Yerli üretimin birkaç katı olan tüketimin; ekonomik, çevresel ve sosyal alanlarda katkı sağlayacağı sonucuna varmaktadır.

Karaca ve Erdoğan (2012) çalışmalarında, yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde çevre dostu olduğunu ve sadece istihdamı artırıp yerel sanayileri güçlendirmekle kalmayıp, özellikle kırsal ve bölgesel kalkınmada önemli etkileri olduğuna dikkat çekmiştir. Rüzgar enerjisi, çevre kirliliği ve çevre kirliliğinin istihdam sorununa çözüm sağlayacağını söylemiştir.

Güler (2009), yenilenebilir enerji kaynakları arasında Türkiye'de rüzgar enerjisinin büyük bir potansiyele sahip olduğunu ve gerekli devlet desteği ve teknik altyapı ile düşük fiyatlarla enerji elde etmek ve istihdam olanaklarını artırmak için rüzgar enerjisine yatırım yapılması gerektiğini belirterek, enerji bağımsızlığı çerçevesinde hem çevresel hem de çevresel faydalar gereklidir. Araştırmasında, ekonomik toparlanma için rüzgar enerjisinin gerekli olduğunu kaydetti.

Comsan (2008), Mısır üzerine yaptığı çalışmada, 2022 yılında yapılması planlanan rüzgar türbinleri ile ülke elektriğinin %8,8'inin karşılanabileceği ve rüzgar enerjisinin dışa bağımlılıkta önemli bir rol oynayacağı sonucuna varmıştır. Rüzgar enerjisinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisine ilişkin ikinci çalışma ise ampirik olarak yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu yenilenebilir enerji ve ekonomik kalkınmaya odaklanırken, rüzgar enerjisinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar sınırlıdır.

5.1.4. Sürdürülebilirlik ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği ile ilgili literatür

Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili en önemli sorunlardan biri olan enerji sorunlarına çözüm arayışlarında, öncelikle enerji planlaması, kaynak seçimi, tahsisi ve

enerji yönetimi politikası ile ilgili sorunların çözümü için karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar, maliyetleri azaltmak veya kar marjlarını artırmak gibi tek kriterli karar vermeden karmaşık çok kriterli karar vermeye kadar çeşitli bakış açılarını içerir (Lee ve Chang, 2018). Sürdürülebilir kalkınmayı değerlendirmenin iki farklı yolu vardır. Önde gelen ekonomistler kaynak yaratma yöntemini kullanırken, diğer alanlardaki bilim adamları ve araştırmacılar fiziksel göstergeleri kullanmayı tercih etmektedirler (Singh vd., 2009).

Enerji sektörünün ve özellikle enerji planlamasının birçok aktörün çıkarlarını ve kaynaklarını etkilediği göz önüne alındığında, kararları etkilemeyen çıkarları ve faktörleri dikkate almayan politikaların formüle edilmesi veya uygulanması sosyal olarak kabul edilebilir bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Farklı bakış açılarına ve fikir birliği gerektiren kriterlere sahip birçok farklı aktör grubu karar verme sürecine dahil olur.

Son 20 yılda enerji planlama yöntemlerini değiştiren bir diğer faktör, neredeyse tüm arz yönlü seçenekleri kapsayan maliyet düşüşlerinden, birçok ve potansiyel değerlendirmeye dayalı daha karmaşık sosyal, ekonomik, teknolojik ve çevresel faktörleri içeren yöntemlere kadar uzanmaktadır. Çakışan hedefler Örneğin, yenilenebilir enerji projelerinin başarısını etkileyen birçok kriterin analiz edilmesi ve dikkate alınması gerekmektedir. Literatürde geleneksel olarak kullanılan standart, çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere üç gruba ayrılmasıdır, ancak bu boyutlara teknik bir boyut eklenerek dört ana analiz boyutu kullanılabilir.

Geleneksel bir bakış açısından, en verimli ucuz varyantı seçmek için tek kriterli bir karar verme yöntemi, sorunu çözmek için yeterli görülmemektedir. Disiplinlerarası yaklaşım, eylem planlarının geliştirilmesi, en iyi alternatifin seçimi, sürdürülemez bir enerji tedarik sisteminin belirlenmesi ve çevresel ve sosyal sonuçların izlenmesi artık yenilenebilir enerji planlaması aşamasında dikkate alınmamaktadır Maliyetler veya faydalar gibi tek boyutlu değerlendirmedir.

Fosil yakıtları yenilenebilir enerji kaynaklarıyla değiştirmeye yönelik politikalar birçok kriter bağlamında değerlendirilmelidir. Çok sayıda prosedür, enerji planlamasının ve enerji projelerinin karmaşıklığı, çok kriterli analizi karar verme sürecinde önemli bir araç haline getirmektedir. Politika yapıcılarının, aktörler tarafından dayatılan kısıtlamaları karşılamaya dayalı kesin bir çözüme ulaşmak için daha fazla hedef keşfetmesi gerekmektedir (Mathew, 2006).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi günümüz toplumunda giderek daha önemli hale geldiğinden, sürdürülebilirlik değerlendirmesine ilişkin araştırma makalelerinin sayısı da artmaktadır. Enerji sektöründe sürdürülebilirlik değerlendirmesine çok kriterli karar verme yöntemlerini (ÇKKV) uygulayan artan sayıda yayın, bilim ve uygulamada enerji sürdürülebilirliği konularının ele alınmasında ÇKKV yaklaşımlarının önemini göstermektedir. Yöntemler, MCDM, WSM (ağırlıklı toplam yöntemi), WPM (ağırlıklı ürün yöntemi), AHP (analitik hiyerarşi süreci), bulanık AHP, TOPSIS (ideal çözüme benzer şekilde tercih edilen teknikler), bulanık TOPSIS, PROMETHEE (tercih edilen organizasyon değerlendirmesi) içerir. ELECTRE (Niteleyici ve Seçici Çeviri Gerçekliği), VIKOR (Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje) ve çok işlevli programlama gibi yöntemler vardır. Her yöntemin avantajları ve dezavantajları gibi farklı uygulama alanları vardır. Ancak, yöntemlerin hiçbiri diğerlerinden daha iyi sonuç vermedi. Aynı karar problemini birden çok kritere dayalı olarak çözmek ve daha iyi karar sonuçları elde etmek için birden fazla yöntem kullanılabilir (Supçiller ve Çapraz, 2011: 5).

Literatür incelemelerinde, nicel sürdürülebilirlik değerlendirme araçları sürdürülebilirliğin çeşitli yönlerini ele alır, ancak ekonomik, sosyal ve çevresel kriterleri ve sürdürülebilirlik göstergelerini listeleyen ilgili değerlendirmeleri (Evans ve diğerleri, 2009; Gnanapragasam ve diğerleri, 2010; Afgan ve Carvalho, 2002; Afgan, 2010; Frangopoulos ve Keramioti, 2010). Ancak, kirlilik emisyonları gibi sürdürülebilirlik önlemleri standartlaştırılmamıştır.

AHP, enerji alternatiflerini değerlendirmek ve geliştirme önceliklerini belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin Chatzimouratidis ve Pilavachi (2008), enerji santrallerinin karbondioksit, toprak nemi, istihdam ve sosyal kabul gibi kriterlere göre yaşam standartları üzerindeki etkisini analiz etmek için AHP'yi uygulamışlardır. Çalışmanın sonuçları, güneş fotovoltaik, petrol, kömür, hidro ve rüzgar santrallerinin farklı ağırlık kriterlerine göre en sağlam olduğunu göstermektedir.

Amer ve Daim (2011), tercih edilen alternatifler olarak biyokütle ve rüzgar kullanarak sürdürülebilir enerji teknolojilerini değerlendirmek için AHP'yi çevresel, sosyal, ekonomik ve teknik kriterler açısından incelemiştir.

Stein (2013) çeşitli sürdürülebilir ve sürdürülemez elektrik üretimini karşılaştıran gerçek verilere dayalı kapsamlı birçok kriterli model geliştirmiştir. Güneş, rüzgar, hidro ve jeotermal en pratik alternatifler olduğunu kanıtlamıştır.

Ahmad ve Tahar (2014), Malezya'da AHP ile yenilenebilir enerji teknolojilerini araştırmışlardır. Bu değerlendirme sırasında, etik uyum konularının teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarını dikkate alarak, güneş fotovoltaiklerinin Malezya'da sürdürülebilir enerji için en iyi seçim olduğunu, ardından biyokütle, hidroelektrik ve rüzgar enerjisinin geldiğini belirtmişlerdir.

Liu (2014), Singer ve diğerleri. (2012) ve Ness ve diğerleri. (2007), çeşitli sürdürülebilirlik göstergelerine genel bir bakış, bir bileşik endeks, sürdürülebilir enerji sistemleri için genel sürdürülebilirlik göstergelerinin geliştirilmesi, stratejilerin uygulanmasına yönelik yöntemlere genel bir bakış, ölçeklendirme, standardizasyon, ağırlık ve özet Pohekar tarafından verilmektedir. Pohekar ve Ramachandran (2004), çeşitli sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemlerini incelemiş ve Abu Taha ve Daim (2013) sürdürülebilir enerji planlaması ve analizinde çok kriterli karar verme modellerini değerlendirmektedir.

Frangopoulos ve Keramioti (2010), bir enerji sisteminin sürdürülebilirlik indeksini belirlemek için çok kriterli bir yaklaşım kullanmıştır. Endeks, teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik göstergelerinin birleştirilmesiyle belirlenmektedir.

Tayvan'da yapılan bir çalışmada, Chou ve diğerleri (2011), AHP ile üç ana politika hedefinde yer aldı: enerji, çevresel ve ekonomik hedefler ve çevresel hedefler en ağırlıklı ölçü olarak derecelendirildi. Minimum ağırlık, enerji hedefiniz olarak belirlenir. Bu durumda en uygun alternatif depolu hidroelektrik santralidir.

Troldborg ve diğerleri (2014), 11 sürdürülebilir enerji teknolojisini değerlendirmek ve veri belirsizliğinin sonuçları nasıl etkilediğini incelemek için İskoç Ulusal Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi ve Çok Kriterli Analiz (MCA) metodolojisini uygular. Hacatoğlu (2014), hibrit enerji sistemlerinin çok boyutlu nicel değerlendirmesi için sürdürülebilirlik göstergelerine dayalı sistematik bir yaklaşım geliştirmiştir.

Ligus (2017), düşük karbonlu teknolojilerin Polonya sosyal refahı üzerindeki etkisini bulanık bir analitik hiyerarşi süreci aracılığıyla inceledi.

Sürdürülebilirlik bağlamında rüzgar çiftlikleri AHP ve ANP yöntemleri kullanılarak ekonomik, teknik, çevresel, sosyal ve mekansal davranış açısından incelenmiş ve uygun alanlar Ziemba (2019) tarafından belirlenmiştir. Lee ve Chang (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Tayvan'ın enerji politikasını aydınlatmak için çeşitli MCDM yöntemlerinin (WSM, VIKOR, TOPSIS, ELECTRE) kriterlerine giren literatürden veriler elde ederek yenilenebilir enerji alternatiflerini nicelleştirmişlerdir.

Campos-Guzman ve diğerkleri (2019) tarafından yapılan bir çalışma, ÇKKV yaklaşımında yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaşam dgs analizinin AHP yaklaşımı ile birleştirilmesi nedeniyle daha çok tercih edilen bir yaklaşım olduğunu göstermiştir.

Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilirlik analizi konusunda çok sayıda çalışma olmasına rağmen, literatür taramasından yola çıkarak, yaşam dgs tabanlı analitik modeller de dahil olmak üzere uzman çok perspektifli değerlendirmeler kapsamında genel uygulanabilirliği olan analitik modellerin hiçbiri oluşturulmamıştır. Veri analizi modeli bulunamamıştır.

Bu analitik modelde, yatırım miktarı, birim enerji maliyetleri, iş fırsatları, kapasite faktörleri gibi konumla ilgili kriterler olarak bölgesel olarak spesifik verilerin kullanılmasına dikkat edilmektedir. Bu nedenle daha yeni bir model tasarlanarak geliştirilen stratejiden daha gerçekçi sonuçlar alınabilir. Bu nedenle gelecekte farklı bölge veya ülkeler için yapılması planlanan analizlerde bu detaya dikkat edilmelidir.

SONUÇ

Artan dünya nüfusu, ekonomik büyüme, hızlı büyüme ve kentleşme gibi faktörler enerji talebini artırmaktadır. Artan enerji talebi karşısında fosil yakıtların zamanla tükenmesi, enerji arz güvenliği konusunda sorunlar yaratmaktadır. Nitekim 1970'lerdeki petrol krizi, gelişmekte olan ülkeler için enerji güvenliğinin önemini göstermiştir. Ayrıca dünya genelinde fosil yakıtların artan enerji tüketimine bağlı olarak sera gazı emisyonlarının artan trendi, küresel ısınma konusunda endişeleri artırmıştır. Küresel ısınmanın nedenleri uluslararası bir sorun olduğu için küresel ısınmaya çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda 1997 Kyoto Protokolü ve 2015 Paris İklim Anlaşması bu alanda önemli adımlar olarak kabul edilmektedir. Bu anlaşmalarda tanımlanan ülkelerdeki sera gazı azaltım hedeflerinin ancak biyokütle, güneş ve rüzgar enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynaklarıyla fosil enerjinin ikamesi gibi alternatif enerji kaynakları geliştirebileceği açıktır.

Hem Türkiye'de hem de dünyada nüfus artışı, milli gelir artışı, şehirleşme vb. Enerji tüketimi sürekli artıyor. Ancak, Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacının yaklaşık %24'ünün yerli üretimle karşılanması, ülkenin enerjide dışa bağımlılığını göstermektedir. Türkiye'nin enerji sektöründe dışa bağımlılığı 2015 yılında %76 iken 1990'ların başında %70 civarındaydı. Yani enerji sektöründe dışa bağımlılık son 10 yılın en yüksek seviyesine ulaştı. Fosil enerji tüketimindeki artışın yanı sıra, özellikle 21. yüzyılın başlarından itibaren doğalgazın ısınma amaçlı tüketiminin ve elektrik üretimi için kullanılmasının artması, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını etkin bir şekilde artırmıştır. Aslında Türkiye'ye ithal edilen doğal gazın yarısından fazlası elektrik üretmek için kullanılmaktadır.

Enerjide dışa bağımlılığın artmasının doğal bir sonucu olarak enerji ithalatı, ödemeler dengesi üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Enerji ithalatının toplam Türkiye ithalatı içindeki payı 2008 yılında %23,9 iken 2017 yılında %15,8 olmuştur. Enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı son 10 yılda azalmasına rağmen, enerji ithalatı önemli bir rol oynamaktadır. Enerji tüketimindeki artışın Türkiye'nin ödemeler dengesi üzerindeki bir diğer olumsuz etkisi de fosil yakıtların kullanımıyla çevrenin kirlenmesidir. Türkiye'de 1990 yılında 241,0 milyon ton olan sera gazı emisyonları son 25 yılda ikiye katlanmıştır. Özellikle sera gazı emisyonlarının iyileştirilmesinde enerji sektörünün payı nispeten yüksektir.

Türkiye, artan enerji talebini ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmanın yanı sıra artan sera gazı emisyonları nedeniyle özellikle 21. yüzyılın başlarından itibaren

yenilenebilir enerji üretimini ve tüketimini artırmaya çalışmaktadır. Ülkenin yenilenebilir enerjiden yeterince yararlanmama konusundaki büyük potansiyeli göz önüne alındığında, bu uygun bir politikadır. Hedef, 2020 senesine dek AB'deki toplam yenilenebilir enerji tüketiminde %20'lik bir paya sahip olmak. Ülkemiz AB'ye aday bir ülke olduğu için, aslında AB'nin de enerjinin yakaladığı sürdürülebilirliği sağlaması üye devletler için çok önemlidir.

Türkiye, özellikle 2000'li yılların başından itibaren yenilenebilir enerjinin geliştirilmesine yönelik birçok düzenleme yapmıştır. Bu bağlamda, üretimi bir takım teşviklerle desteklenen yenilenebilir enerji alanında çok sayıda kanun ve düzenlemeyi takip eden 2001 tarihli 4628 sayılı Enerji Piyasası Kanunu önemli bir kökene sahiptir. Ayrıca, Enerji Piyasası ve Düzenleme Kurumu (EPDK) 4628. Bölüm, enerji piyasasının yeniden yapılandırılması ve serbestleştirilmesi kapsamında 2001 yılında kurulmuştur. Ancak yenilenebilir enerji sektöründeki en önemli gelişme 1 Sayılı Kanun'un çıkması oldu. Elektrik enerjisi (TEC) üretmek için yenilenebilir kaynakların kullanımına ilişkin Mayıs 2005 tarih ve 5346 No. 5346, elektrik üretmek için yenilenebilir enerji kullanımını yaygınlaştırmaktır. Ayrıca, Enerji Verimliliği Kanunu Bölüm 5627 (EVK) 2007 yılında yürürlüğe girmiştir. Kanunun amacı, enerjinin verimli kullanımını teşvik etmek ve israfını önlemektir. 2012 yılında "EUAI"ye ait hidroelektrik santrallerinin özelleştirilmesine başlandı ve 2016 yılında plan tam rekabetçi bir piyasaya geçmekti. Sadece enerjiyi değil tüm yeni yatırımları teşvik etmeye yönelik teşvikler, 1 Ocak 2012'den başlayarak geçerli olmak üzere Yeni Yatırım Teşvik Programı aracılığıyla uygulanmaktadır. Genel Yatırım Teşvik Programı kapsamında, elektrik üretimi için yenilenebilir enerji kullanan tesis kaynakları da KDV ve gümrük vergisi muafiyetlerinden yararlanabilmektedir.

Türkiye, enerji ithalatında doğalgazı %30 azaltmayı ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını %30'a çıkarmayı hedeflemektedir. Tüm bu çabalar sonucunda güneş, rüzgar ve jeotermal enerji vb. yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi son 10 yılda artış göstermiştir. Türkiye ayrıca biyoyakıtların benzin ve dizel ile karıştırılmasını şart koşturmaktadır. 1 Ocak 2014 tarihinden itibaren benzin türlerine en az %2 etanol, 2015 yılından itibaren ise benzin türlerine en az %3 etanol karıştırılmalıdır. Son olarak, 16 Haziran 2017 tarihinde yayınlanan 30098 Sayılı Biyodizel ve Motorin Karıştırılmasına İlişkin Bülten ile dağıtım lisansı sahibi işletmeler, yerli tarım ürünlerinden üretilen biyodizel veya bitkisel atık yağları orantılı olarak karıştırmak zorundadır. Bir takvim yılında ithal rafinerilerden elde edilen dizel yakıtın %0,5'idir.

Yenilenebilir enerji sektöründeki gelişmelere göre Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerji üretimi 2007 senesinde 13.606,80 MW iken 2017 senesinde 38.907,90 MW'a yükselmiştir. Yenilenebilir enerji sektöründeki olumlu büyümeye rağmen bu kaynakların geliştirilmesi ve dağıtılmasının önünde bazı engeller bulunmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerjinin ana sınırlamaları şunlardır: yasa ve yönetmeliklerin maliyetleri ve eksiklikleri, yüksek eğitim maliyetleri, yetersiz Ar-Ge finansmanı ve yenilenebilir enerji konusunda kamuoyunun yetersiz farkındalığı. Bu engeller kaldırılmadığı için yenilenebilir enerji için rekabetçi bir pazar da yoktur.

Türkiye, hidro, rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle vb. yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili olarak büyük potansiyele sahip olduğundan, bu kaynaklar verimli kullanılmalı ve enerji kullanımının çevresel etkisini en aza indirecek şekilde verimliliği artırmaya yönelik politikalara yönelilmelidir. Jeotermal kaynakların, güneş enerjisinin ve biyogaz enerjisinin kullanımı teşvik edilmeli ve teşvik edilmelidir. Uluslararası alanda yaygın olarak kullanılan hidrojen ve dalga enerjisi potansiyelinden tam anlamıyla yararlanılmalı ve bu alandaki araştırmalara hız verilmelidir.

Biyodizel ile ilgili biyoyakıt hedeflerinin ithal girdilerle karşılandığı düşünüldüğünde, bu durum ülke dış ticareti üzerinde bir yük oluşturmaktadır. Biyodizel üretiminde yerli girdilerin kullanılması teşvik edilmelidir. Biyoyakıtlar için yerel kaynaklardan etanol üretimi biyodizelden daha mantıklı bir karar olabilir. Çünkü ülkenin şeker pancarından etanol üretme şansı büyük. Ayrıca biyogaza daha fazla destek verilmesi gerekiyor. Devlet desteği ile kıyartma atıklarının ve diğer bitkisel ve hayvansal yağların biyodizel üretiminde kullanılmasını sağlayacak bir mekanizma oluşturulmalıdır. Bu, ekonomik ve çevresel faydalar sağlayabilir.

Türkiye'de sürdürülebilir bir enerji üretim kapasitesi oluşturmak, 2023 yılına kadar 750.000 ila 1 milyon kişiye istihdam sağlayacaktır. Benzer şekilde, bir biyogaz tesisi en az 2.000 ek iş sağlayacaktır. Benzer şekilde, 2023 yılına kadar 61.000 megavat yenilenebilir enerji üretme hedefine ulaşırsa, 15,25 milyon metreküp doğalgaz tasarrufu sağlanacaktır. Bu arada, AB'nin biyoyakıtların %10'luk harmanlanması hedefi karşılanırsa, petrol tasarrufu 17.834.732.3'e yükselecektir. 2015 yılında Türkiye, 9,4 milyar dolar maliyetle 25 milyon ton petrol ithal etti. Bu bağlamda 15.440 ton yenilenebilir enerjiden elde edilen enerji, dış ticarete yaklaşık 5.5 milyar dolar tasarruf sağlayacaktır. Bütün bunlar gösteriyor ki yenilenebilir enerji üretimi istihdamı artıracak, enerji kaynaklarında dış ticaret açığı azalacaktır.

Türkiye'de nükleer santraller yapılmaktadır. Ancak nükleer enerji, afetler ve çevresel etkileri nedeniyle tartışmalı bir enerji kaynağı olarak algılanmaktadır. Türkiye nükleer enerjiye sahip bir ülke olmak istemiyorsa, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmelidir. Yenilenebilir enerji eşiklerinin kaldırılması ve düzenlemelerin kabul edilmesi gerekiyor. Ancak tüm bunların enerji verimliliği ve etkinliği ile desteklenmesi gerekmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji tek başına sorunlara çözüm getiremez. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma için kaynak çeşitliliğinin artırılmasına ihtiyaç vardır. Enerji verimliliğinin artırılması, uzun vadeli ekonomik büyümenin sağlanması için esastır. Enerjide dışa bağımlılığı ortadan kaldırmanın yolu, mevcut enerji kaynaklarının sayısını ve enerji üretimini artırmaktır. Enerji arzındaki güvenliğin sağlanmasına yönelik olarak fosil yakıtlarla yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanılması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji teknolojileri dünya çapında ve yenilenebilir enerji zengini Türkiye'de geliştirilmelidir. Aralık Üretimi artırmak için gerekli araştırma ve işbirlikleri özellikle uluslararası Ar-Ge kuruluşları, özel şirketler ve akademi ile desteklenmelidir. Enerji gereksiniminin önemli bir bölümünü ithalatla gideren Türkiye, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve enerji arz güvenliği için yenilenebilir enerjiye yönelmelidir. Yenilenebilir enerji konusunda kamuoyunun bilinçlendirilmesinde kamu ve özel sektör ile işbirliği yapılmalıdır. Ayrıca yenilenebilir enerji sektöründe yatırımcılara yönelik vergi muafiyetleri, vergi indirimleri, sübvansiyonlar ve diğer teşvikler artırılmalıdır. Enerji planları uzun vadeli olmalı ve sürekli olmalıdır.

Yenilenebilir enerjinin artan kullanımına bağlı olarak, Türkiye'nin bazı avantajları vardır. Sürdürülebilir enerji konusunda ilerleme, milli geliri artırabilirken, sanayi ve işgücü sektörüne de olumlu katkı sağlayabilecektir. Enerji üretimi için yerli ve sürdürülebilir kaynakların kullanılması, dışa bağımlılığı azaltacak ve enerji arz güvenliğine katkı sağlayacaktır.

Türkiye son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimine ve büyümesine büyük önem vermektedir. 2017 yılında kabul edilen Devlet Enerji Politikası çerçevesine göre temel hedeflerden biri yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarının kullanımını artırırken geliştirmektir.

Türkiye'de yenilenebilir ve yerli kaynakların düzeyi, ülkenin elektrik üretme ihtiyacını karşılamaya yeterlidir. Doğru ve etkin politikalar incelendiğinde önümüzdeki yıllarda elektrik üretiminin dışa bağımlılığı ve buna bağlı ekonomik yükümlülükler azaltılabilir. Türkiye'de Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu ve KOBİ Geliştirme ve Destekleme Kurumu gibi kuruluşlar yenilenebilir enerji sektöründeki

girişimcilere finansal destek sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji potansiyelini finansal olarak destekleme konusunda hem kamu hem de özel bankalar geride kalmaktadır. Bu noktada özel girişimcilerin çeşitli bankalardan yenilenebilir enerjiye yatırım yapabilmeleri ve uygun faiz ve vadelerle kredi alabilmeleri için yeni araştırmalar yapılmalıdır. Bu destek artırılıp yaygınlaştırılmalı ve dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmelidir. Önümüzdeki birkaç yıl, temiz, güvenilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla tercih edildiği ve Türkiye'nin ekonomik kalkınmasına büyük fayda sağlayacak bir dönem olacaktır.

Yenilenebilir enerjinin başarılı bir şekilde kullanılmasına ve Türkiye ekonomisine olumlu katkı sağlayabilecek önerilerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Çevreye fosil yakıtlardan daha az zarar veren, temiz, çevre dostu enerji kaynaklarının kullanımına bir an önce milli imkanlar, teknolojik altyapı ve üstyapıların hazır hale getirilmesi gerekmektedir.
- Avrupa ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de girişimcilerin yenilenebilir enerjiye yatırım yapmaları için cazip koşullar oluşturulmalıdır. Teşviklere ek olarak, vergi indirimleri, tarife indirimi ve kredi kolaylıkları yoluyla yenilenebilir enerji yatırımları artırılabilir.
- Türkiye bol miktarda rüzgar, güneş ve hidroelektrik kaynağına sahip olduğundan, ülke yenilenebilir enerji sistemleri oluşturmaya odaklanmalıdır. Bu, ülkeye güneş panelleri ve rüzgar türbinleri koyarak yapılabilir.
- Bireylerin bir ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik ve çevresel katkısını anlayabilmeleri için STK'larla ilişkili topluluklar oluşturulmalıdır.
- Yenilenebilir enerji teknolojisini geliştirme şeklimizdeki değişimin küresel ölçekte ele alınması gerekmektedir. Yatırımcılar, yeni trendlere hızla uyum sağlayabilmeleri için Ar-Ge'ye odaklanmaya teşvik edilmelidir.
- Türkiye yenilenebilir enerji için planlama yapmalı ve bu konuda ulusal hedefler belirlemelidir. Bu amaç ve programlara ulaşmak için yaptırımlar uygulanmalıdır. Bu programlar, ülke genelinde yenilenebilir enerji sektöründe yerli üretimi teşvik etmek, bölge için çekici kılmak ve istihdamı artırmak için uzun vadeli sürdürülebilir olmalıdır.

- Ekonomik ve çevresel faydalar için yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek ve ödüllendirmek için bireysel ve kurumsal düzeyde bir sistem geliştirilmeli, böylece çevreye zararlı fosil yakıtların kullanımıyla ilişkili maliyetler artırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abu Taha, R., ve Daim. T. (2013). Multi-criteria Applications in Renewable Energy Analysis: A Literature Review, *In Research and Technology Management in the Electricity Industry*. Edited by T. Daim, T. Oliver, and J. Kim, 17–30. Springer, London.
- Adıgüzel, E. G. (2018). Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Dinamikleri ve Türkiye'nin Uyum, Yüksek Lisans Tezi, *Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Afgan, N. H. (2010). Sustainability Paradigm: İntelligent Energy System, *Sustainability*. 2(12), 3812-3830.
- Afgan, N. H., & Carvalho, M. G. (2002). Multi-Criteria Assessment of New And Renewable Energy Power Plants, *Energy*, 27(8), 739-755.
- Ahmad S. and Tahar R.M. (2014). Selection of Renewable Energy Sources For Sustainable Development of Electricity Generation System Using Analytic Hierarchy Process: A Case Of Malaysia, *Renewable Energy*, 63, 458–66.
- Akçay, M. (2019). AHP-TOPSİS Hibrit Yöntemi ile Türkiye'de Güneş Enerji Santralleri için Yer Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Akdoğan, M. (2006). Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Akova, İ. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara, s. Nobel Yayınları.
- Aktaş, C., & Yılmaz, V. (2008). Causal Relationship Between Electricity Consumption And Economic Growth In Turkey, *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(8), 45-54
- Akusta, E., & Cergibozan, R. (2020). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği, *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 15(54), 429-461.
- Aliyev, E., Aslanlı, K. (2015). İslam Ülkelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Performansı: Kavramlar, Teoriler, Ölçümler”, *Avrasya Etüdları*, 47(1), s. 37-70.
- Alper, E. C. (2019). Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.

- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Altınay, G., ve Karagöl, E. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey, *Energy Economics*, 27, 849-856.
- Altuntaş, H. (2019). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Hedef ve Politikaları İle Fotovoltaik Güneş Enerjisinin Gelişimi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Amer M. and Daim T.U. (2011). Selection of Renewable Energy Technologies For a Developing County: A Case Of Pakistan, *Energy Sustain Dev* 15, 420, 35.
- Arslan, E., & Solak, A. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerindeki Etkisi, *Uluslararası Toplum Araştırmalar Dergisi*, 10(17), 1387-1402.
- Aslantaş, A. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de Biyokütle Enerjisinin Kullanımı ve Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Üniversitesi, Konya Ticaret Odası, Konya*.
- Atılğan, İ. (2000). Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış, *Gazi Üniversitesi Mühendis ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(1), 31-47.
- Aydın, E. (2020). Küresel İklim Değişikliğinin Güneş Enerjisi Özelinde Yenilenebilir Enerji Potansiyeline Etkisi ve Arazi Örtüsü ile İlişkisi, s. Van Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.
- Aydın, L. (2014). Enerji Ekonomisi ve Politikaları Kuram ve Kavramlar Piyasalar Modeller Politikalar, Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Aydın, M. (2016). Enerji Verimliliğinin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü, S. Türkiye Örneği, *Yönetim Bilimleri Dergisi / Journal of Administrative Sciences* 14 (28), 409-441.
- Aykırı, M. (2018). Enerjide Dışa Bağımlılık Ve Sağlıklı Kalkınma: Türkiye Örneği, *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 50-67.
- Bakırtaş, İ. ve Mümin A. Ç. (2016), “Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri”, *Sosyoekonomi Dergisi*, C:24, No: 28, 131-145.
- Bakırtaş, T., Karbuz, S., & Bildirici, M. (2000). An Econometric Analysis of Electricity Demand in Turkey, *METU Studies in Development*, 27, 23-34.

- Barro, R.J. (1991). Economis Growth İn A Cross Section Of Countries, *The Quarterly Journal Of Economics*, 106(2), 407-443.
- Bayraç, H., ve Çıldır, M. (2017). AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 201-212.
- Bekar, G. (2020). Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Sistemleri Yatırımları Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.
- BEPA (2017). Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası. Erişim Tarihi: 01.08.2022, <https://bepa.enerji.gov.tr/>.
- Bowden, N. ve Payne, J. E. (2009). The Causal Relationship Between U.S. Energy Consumption and Real Output: A Disaggregated Analysis, *Journal of Policy Modeling*, 31, 180–188.
- Bozkurt, Y., & Kurtoğlu, A. (1980). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 30(2), 92-104.
- Bozoklu, Ş. ve Yılcı, V. (2013). Energy Consumption and Economic Growth For Selected OECD Countries: Further Evidence From The Granger Causality Test in The Frequency Domain, *Energy Policy* 63, 877–881.
- Bugaje, I. M. (2006). Renewable Energy For Sustainable Development İn Africa: A Review, *Renewables And Sustainable Energy Reviews*, 10 (6), 603-612.
- Büyükkız, Ş. (2019). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının AHP ve Bulanık TOPSİS Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Campos-Guzman, V., García-Cáscales, M. S., Espinosa, N., & Urbina, A. (2019). Life Cycle Analysis with Multi-Criteria Decision Making: A Review of Approaches For The Sustainability Evaluation of Renewable Energy Technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 343-366.
- Chatzimouratidis A.I., Pilavachi P.A. (2008). Sensitivity Analysis of The Evaluation of Power Plants İmpact On The Living Standard Using The Analytic Hierarchy Process, *Energy Conversion Management*, 49,3599, 611.
- Chou, S.-Y., Chang, Y.-H., ve Shen, C.-Y. (2008). A Fuzzy Simple Additive Weighting System Under Group Decision-Making For Facility Location Selection With Objective/Subjective Attributes, *European Journal of Operational Research*, 189(1), 132–145.

- Comsan, M.N.H. (2008), “Wind Energy for Sustainable Development”, *In: Proceedings of the 3rd Environmental Physics Conference*, Aswan, Egypt, 13–24.
- Çakır, F. (2021). Gelişen Ekonomilerde Sanayileşmenin Çevre Kirliliğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Niğde.
- Çalı, H.H. (2011). Türkiye’de Kalkınma Ajanslarında Denetim Sorunsalı, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 419-442.
- Çeçen, M. (2018). Sürdürülebilir Çevre Vizyonu Açısından Türkiye'nin Enerji Politikalarında Güneş Enerjisinin Geleceği, Yüksek Lisans Tezi, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Manisa.
- Çelik, Y. (2006). Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı ve Sağlık, *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 9(1), 19-37.
- Çepik, B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları, Doktora Tezi, *Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı*, İstanbul.
- Çetin, M. ve Şeker, F. (2012). Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye örneği, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt/Vol. XXXI, Sayı/No. 1*, 85-106.
- Çevik, M. (2017). Güneş ve Hidrojen Enerjisi Esaslı Alternatif Hibrit Bir Enerji Sisteminin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kilis.
- Damgacı, E. (2017). Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemi Kullanılarak Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 20(3), 629-637.
- Decleris, M. (2000). The Law of Sustainable Development: General Principles, *European Commission*, Luxembourg.
- Demirgil, B., & Birol, Y. E. (2020). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 68-83.
- Diks, C., Panchenko, V. (2006). A New Statistic And Practical Guidelines For Nonparametric Granger Causality Testing, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 30(9-10), 1647-1669.
- Dinçer, İ. (2000). Renewable Energy And Sustainable Development: A Crucial Review, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157-175.

- Dineri, E. ve Çayır, B. (2020). Beşerî Sermaye ve Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: AB-15 ve Türkiye Üzerine Bir Uygulama, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19(4), 1686-170.
- Doğanay, H. (1998). Ekonomik Coğrafya II, *Enerji Kaynakları (2. Basım)*, Erzurum, s. Şafak Yayınevi.
- DSİ (2020). Kaynaklarına Göre Kurulu Güç Kapasitemiz ve Üretim Miktarı. Erişim Tarihi: 20.04.2022, <https://enerji.dsi.gov.tr/Duyuru/Detay/928>.
- Durak, M. (2005). Avrupa Birliği Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Küçük Hesler ve Rüzgar Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler, *Meteoroloji Dergisi*, 1, 18-20.
- Durğun, B., & Durğun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Kalkınma Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği, *International Review of Economics and Management*, 6(1), 1-27.
- Edison, H., Levine, R., Ricci, L., Slok, T. (2002). International Financial İntegration and Economic Growth, *Journal of International Money and Finance*, 21(6), 749-776.
- Enerji Atlası (2021). En Büyük 10 Hidroelektrik Enerji Santrali. Erişim Tarihi: 15.05.2022, <https://www.enerjiatlası.com/en-buyuk/hidroelektrik>.
- Erdal, G., Erdal, H. ve Esengün, K. (2008). The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey, *Energy Policy*, 36, 3838–3842.
- Erdoğan, M. (2014). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Termodinamik Analiz Yöntemi ile İncelenerek, Yenilenebilir Enerji Kullanımının Gelecek Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M., Şentürk, A. (2018), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(2), 233-246.
- Erdoğan, M. M. (2016). Türkiye İçin Bir Yeşil Sanayi Politikası Önerisi, *Economic Development, s. Social & Political Interactions*, (25), 67-79.
- Ergin, E., & Çomak, H. (2014). İthal Enerji Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerjinin Finansmanı, *Bilge Adamlar Stratejik Araştırmalar Merkezi, Uluslararası Enerji ve Güvenlik Kongresi*, 173-186.
- Ertuğrul, H. M. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz Enerji, *Piyasa ve Düzenleme*, Cilt:2, 49-73.

- Eryılmaz, T. (2011). Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı ve Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma.
- ETKB (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Biyokütle. Erişim Tarihi: 15.05.2022, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle>.
- ETKB (2021). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Jeotermal. Erişim Tarihi: 15.05.2022, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-jeotermal>.
- ETKB. (2019). Enerji Denge Tablosu. <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-dengetablolari>.
- Evans, A., Strezov, V., Evans, T. J. (2009). Assessment of Sustainability Indicators For Renewable Energy Technologies, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 13(5), 1082-1088.
- Farhani, S. ve Jaleleddine B. R. (2012), “Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(2), s. 71-81.
- Frangopoulos, C. A., & Keramioti, D. E. (2010). Multi-Criteria Evaluation of Energy Systems With Sustainability Considerations. *Entropy*, 12(5), 1006-1020.
- Gedik, Y. (2020). Sosyal, Ekonomik ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma, *International Journal of Economics, Politics, Humanities & Social Sciences*, 3(3), 196-215.
- GEPA (2020). Güneş Enerji Potansiyeli Atlası. Erişim Tarihi: 15.05.2022, <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>.
- Gnanapragasam, N. V., Reddy, B. V., & Rosen, M. A. (2010). A Methodology For Assessing The Sustainability of Hydrogen Production From Solid Fuels, *Sustainability*, 2(6), 1472-1491.
- Gooch, J. W. (2011). Encyclopedic Dictionary of Polymers, *Springer Science Business Media LLC*: New York.
- Goodland, R. Ledec, G. (1987). Neoclassical Economics And Principles of Sustainable Development, *Ecological Modeling*, 38 (1-2), 19-46.
- Gökmen, C. (2015). Türkiye'nin Bölgelere Göre Enerji Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi*, İstanbul.
- Gövdere, B. ve Can, M. (2015). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneğinde Eşbütünleşme Analizi, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1(2), 101-114.

- Grossman, G.M., Krueger, A.B. (1995). Economic Growth And The Environment, *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Güler, Ö. (2005). Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi, *V.Enerji Sempozyumu*, Ankara.
- Güllü, M., & Kartal, Z. (2021). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İstihdam Etkisi, *Sakarya İktisat Dergisi*, 10(1), 36-65.
- Gürlük, S., Sürdürülebilir Kalkınma Gelişmekte Olan Ülkelerde Uygulanabilir Mi?, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2), 85-99, 2010.
- Habash, R. (2018). Güneş Tabanlı Hidrojen Enerjisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Hacatoglu, K, A. (2014). Systems Approach To Assessing The Sustainability of Hybrid Community Energy Systems, Doktora Tezi, *University of Ontario Institute of Technology*, Ontario.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An Econometric Study of COO2 Emissions, Energy Consumption, Income And Foreign Trade İn Turkey, *Energy Policy*, 37, 1156–1164.
- Hansen, P.R. (2003). Structural Changes İn The Cointegrated Vector Autoregressive Model, *Journal of Econometrics*, 114(2), 261-295.
- Hiemstra, C., Jones, J.D. (1994). Testing For Linear And Nonlinear Granger Causality İn The Stock Price Volume Relation, *The Journal of Finance The American Finance Association*, 49(5), 1639-1664.
- Hoffman, L., Lee, C., Ramasamy, B., Yeung, M. (2005). FDI And Pollution: A Granger Causality Test Using Panel Data, *Journal of International Development*, 17(3), 311-317.
- İlkılıç, Z. (2016). Türkiye'de Rüzgar Enerjisi ve Rüzgar Enerji Sistemlerinin Gelişimi, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2), 1-13.
- İnançlı, S., & Akı, A. (2020). Türkiye’nin Enerji İthalatı ve Yenilenebilir Enerji Arasındaki İlişkinin Ampirik Olarak İncelenmesi, *International Academic Journal*, 4(2),551-565.
- İncekara, Ö. Ç. (2019). Türkiye ve AB’nin Enerji Stratejileri ve Politikaları. *Journal of Turkish Operations Management*, (3), 298-313.
- İncitaş (2021). Hidroelektrik Enerjisi Nedir? Nereelerde Kullanılır? <https://www.incitas.com.tr/bilgi-merkezi/blog/hidroelektrik-enerjisi-nedir-nerelerde->

[kullanilir#:~:text=Hidrolik%20enerji%20ile%20modern%20tar%C4%B1m,g%C3%BCc%C3%BCnden%20kinetik%20enerji%20elde%20edilir](#), Erişim Tarihi: 02.08.2021,

IRENA.(2021). Renewable Energy Employment by Country, <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>, Erişim Tarihi: 02.08.2021.

İşeri, E., ve Özen C., (2012). Türkiye'de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu, *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 47, 161-180.

Jobert, T., & Karanfil, F. (2007). Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey, *Energy Policy*, 35(11), 5447-5456.

Johansen, S. (2000). Modelling of Cointegration In The Vector Autoregressive Model. *Economic Modelling*, 17(3), 359-373.

Kadıoğlu, S., & Tellioglu, Z. (1996). Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri, *TMMOB 1. Enerji Sempozyumu*. Ankara.

Kang, S., Islam, F., & Tiwari, A. (2019). The Dynamic Relationships Among CO2 Emissions, Renewable and Non-Renewable Energy Sources and Economic Growth in India: Evidence From Time-Varying Bayesian VAR Model, *Structural Change and Economic Dynamics*, 50, 90-101.

Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Güneş Enerjisinin Dünya'daki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, (29), 70-98.

Kapusuzoğlu, A. ve Karan, M. B. (2010). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safı Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma, *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 57-68 ISSN: 1309-2448.

Karaaslan, A., & Aydın, S. (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi, s. Türkiye Örneği, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(4), 1351-1375.

Karabulut, Y. (2000). Türkiye Enerji Kaynakları. Ankara, s. *Ankara Üniversitesi Basımevi*.

Karaca, C., ve Erdoğan, M. (2012), Türkiye'de Rüzgar Çiftliklerinden Elektrik Üretilmesiyle Sağlanabilecek Çevresel ve Ekonomik Kazançlar, *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), s. 156-188.

- Karagöl, E. T., & Karavaz, İ. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, *Seta Vakfı Analiz*, 197, 1-30.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H. M. (2007). Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8 (1) 2007, 72-80.
- Karahan, M. (2014). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İçin Türkiye Üzerine Bir Modelleme, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Bursa.
- Karalı, Ş. (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı. Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü MBA Programı*, İstanbul.
- Karanfil, F. (2008). *Energy Consumption And Economic Growth Revisited: Does The Size of Unrecorded Economy Matter? Energy Policy*, 36, 3029– 3035.
- Kavaz, İ. (2019). Türkiye’nin Enerjide Gelecek Vizyonu. SETA Vakfı, (252), 1-5.
- Kaya, İ. S. (2012), Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, C, s.1, No, s.24, 71-90.
- Kaya, T. O. (2018). Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Önemi, Yüksek Lisans Tezi, *Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray.
- Kaygusuz, K ve Kaygusuz, A. (2002). Renewable Energy And Sustainable Development İn Turkey, *Renewable Energy*, 25 (3), 431-453.
- Kaygusuz, K., & Türker, M. F. (2002). Biomass Energy Potential in Turkey, *Renewable Energy*, 26(4), 661-678.spang
- Kaypak, Ş. Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre, *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (20), s. 19-33, 2011.
- Keleş, S., Bilgen, S. (2012). Renewable Energy Sources İn Turkey For Climate Change Mitigation And Energy Sustainability, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 5204-5205
- Keskinkılıç, S., (2019). Yenilenebilir Enerji- Ekonomik Kalkınma İlişkisi: Türkiye Örneği, *Karaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi İktisat Ana Bilim Dalı*, Karaman.
- Kılıç, R., & Urgun, N. (2016). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelmenin Ülke Ekonomisine Etkileri ve Türkiye'nin Enerjideki Dışa

- Bağımlılığının Azaltılmasına Yönelik Katkıları, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (47), 148-166.
- Koç, E., & Şenel, M. C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 54(639), 32-44.
- Koç, E., ve Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 56(668), 36-47.
- Koçarslan, G. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi, *Sosyal Bilimler Dergisi*, (4), 53-61.
- Korkmaz Başel, E. D. (2010). Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyelinin Araştırılması, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kothari, R. Tyagi, V. V. Pathak, A. (2010). Waste-To-Energy: A Way From Renewable Energy Sources To Sustainable Development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(9), 3164-3170.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On The Relationship Between Energy and GNP, *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
- Kula, F. (2013). The Long-run Relationship Between Renewable Electricity Consumption and GDP: Evidence From Panel Data, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9, 150-160.
- Kumar, S., Managi, S., Matsuda, A. (2012). Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: A Vector Autoregressive Analysis, *Energy Economics*, 34(1), 215-226.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. H., & Avcı, E. D. (2005). Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Mersin.
- Kükrer, B. (2007). Hidrojen Enerjisinin Gelişme Potansiyeli ve Türkiye Ekonomisi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Eskişehir.
- Lee, C. C. (2005). Energy Consumption and GDP In Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis, *Energy Economics*, 27, 415– 427.
- Lee, H. C. and Chang, C. T. (2018). Comparative Analysis of MCDM Methods For Ranking Renewable Energy Sources In Taiwan, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 92, 883-896.

- Ligus, M. (2017). Ranking of Low-carbon Energy Technologies in the Context of the Degree of Achievement of Sustainable Development Objectives–Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) Approach, *Acta Energetica*, (32), 136-141.
- Liu, G. (2014). Development of A General Sustainability İndicator For Renewable Energy Systems: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 611-621.
- Louis Jacques, P.R. (2020). Karayip Bölgesinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Çevre ve Ekonomik Büyüme: Büyük Antiller Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı*, Kayseri.
- Lund, H. (2007). Renewable Energy Strategies For Sustainable Development, *Energy*, 4(6), 912- 919.
- Mathew, S. (2006). Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics. *Springer*.
- Menyah, K., & Wolde Rufael, Y. (2010). CO2 Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in The US, *Energy Policy*, 38(6), 2911-2915.
- Mercan, B. (2014). Orta Ölçekli Hidroelektrik Enerji Tesislerinin İncelenmesi için Örnek Bir Çalışma-Bağışlı Regülatörü ve Hes, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü*, İstanbul.
- Mondal, M.A.H., Kamp, L. M., Pachova, N.I. (2010). Drivers, Barriers, and Strategies For İmplementation of Renewable Energy Technologies İn Rural Areas İn Bangladesh - An İnnovation System Analysis, *Energy Policy*, 38 (8), 4626-34.
- Mucuk, M., Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, *Maliye Dergisi*, Sayı:157, 105-115.
- Naidu, B. S. K. (1996). Indian Scenario of Renewable Energy For Sustainable Development, *Energy Policy*, 24 (6), 575-581.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., ve Olsson, L. (2007). Categorising Tools For Sustainability Assessment, *Ecological Economics*, 60(3), 498-508.
- Nuri, A. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.
- OECD. (2018). Populition, <https://data.oecd.org/pop/population.htm>.
- Onbaşıoğlu, S. (2005), “Neden Yenilenebilir Enerji?”, *Termodinamik Dergisi*, C, S. 128, No, s. 59.

- Oyedepo, S. O. (2014). Towards Achieving Energy For Sustainable Development In Nigeria, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 255- 272.
- Öcal, O., Altınöz, B., Aslan, A. (2020). The Effects of Economic Growth and Energy Consumption On Ecological Footprint and Carbon Emissions: Evidence From Turkey, *Ekonomi, Politika Ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 667-681.
- Öğüt, H. (2007). Biyo Yakıtlar, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 130.
- Özarslan, B. (2017). Rüzgar Enerjisinin Sürdürülebilir Kalkınma Üzerindeki Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Eskişehir.
- Özata, E. (2010). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26).
- Özmehmet, E. (2008). Dünya’da ve Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları, *Journal of Yaşar University*, 3(12), 1853-1876.
- Öztürk, H. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı, Ankara, s. *Teknik Yayınevi*.
- Öztürk, İ., & Acavracı, A. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth In Turkey, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220-3225
- Öztürk, İ., Aslan, A. ve Kalyoncu, H. (2010). Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence From Panel Data For Low- and Middle-Income Countries, *Energy Policy*, 38, 4422–4428.
- Pamir, N. (2005). Enerji Politikalar ve Küresel Gelişmeler, *Stratejik Analiz*, 6(68), 57-73.
- Payne, J, E. (2009). On The Dynamics of Energy Consumption and Output In The US, *Applied Energy*, (86), 575-577.
- Pohekar, S. D., ve Ramachandran, M. (2004). Application of Multi-Criteria Decision Making To Sustainable Energy Planning—A Review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(4), 365-381.
- Rashid, A. (2020). Understanding The Prospective Role of Renewable Energy In Pakistan’s Energy Security Strategy Under Vision 2025: A Qualitative Inquiry, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Ekonomi Üniversitesi, İzmir.

- Sağbaşı, A., & Başbuğ, B. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Enerji Verimliliği Uygulamaları, S. Türkiye Değerlendirmesi, *European Journal of Engineering and Applied Sciences* (41-48).
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji, *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Shukur, G., Mantalos, P. (2010) A Simple Investigation of The Granger-Causality Test İn Integrated-Cointegrated VAR Systems, *Journal of Applied Statistics*, 27(8), 1021-1031.
- Singh, K. R., Murty, H. R., Dikshit, A. K., and Gupta, S. K. (2009). An Overview of Sustainability Assessment Methodologies, *Ecological Indicators*, 9(2), 189–212.
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., and Dikshit, A. K. (2012). An Overview of Sustainability Assessment Methodologies, *Ecological Indicators*, 15(1), 281-299.
- Soytaş, U. ve Sarı, R. (2006). Energy Consumption and income İn G-7 Countries, *Journal of Policy Modeling* 28, 739–750.
- Soytaş, U., Sarı, R., & Özdemir, Ö. (2001). Energy Consumption and GDP Relation in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis, *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in The Global Environment Proceedings*, 838-844.
- Stein E.W. (2013). A Comprehensive Multi-Criteria Model To Rank Electric Energy Production Technologies, *Renewable Sustainable Energy Review*, 640, 54.
- Stevens, A. (2019), *Ocean Energy Could Be The Wave of The Future*, ScienceNewsforStudents, <https://www.sciencenewsforstudents.org/article/ocean-energy-could-be-wave-future>, Erişim Tarihi 23.05.2022.
- Supçiller, A. A., & Çapraz, O. (2011). Ahp-Topsis Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *Istanbul University Econometrics & Statistics e-Journal*, 13(1).
- Süngü, M. (2020). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikasının Analizi ve Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Şahin, N. (2007). Türkiye'nin Doğalgaz Politikası, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1), 113-122.

- Şanlı, İ. D., & Armağan, R. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Perspektifinden Yenilenebilir Enerji, S. Kamu Politikalarının Gerekliliği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(19), 93-109.
- Şenaktaş, B. (2005). Hidrojen Enerjisi Üretim ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Şengül, S. ve Tuncer, İ. (2006). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960-2000, *İktisat İşletme ve Finans*, 21(242), 69-80.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). <https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/>, Erişim Tarihi 26.06.2022.
- TEİAŞ (2021). Santral Kurulu Güç Raporları, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/kurulu-guc-raporlari>, Erişim Tarihi: 15.05.2022
- Telatar, O.M., Terzi, H. (2009). Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Cari İşlemler Dengesi İlişkisi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(2), ss:119-134.
- Tıraş, H. Hayrettin (2012), Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre, s. Teorik Bir İnceleme, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
- Toda, H. Y. and Yamamoto T. (1995), Statistical Inferences In Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66, p.225-250.
- Toda, H.Y., Phillips, P.C. (2007). Vector Autoregression and Causality: A Theoretical Overviev and Simulation Study, *Journal of Econometric Reviews*, 13(2), Pages:259-285.
- Troldborg, M., Heslop, S., and Hough, R. L. (2014). Assessing The Sustainability of Renewable Energy Technologies Using Multi-Criteria Analysis: Suitability of Approach For National-Scale Assessments and Associated Uncertainties, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 1173-1184.
- Tuçbilek, Ö. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Tarımda ve Kırsal Kalkınmada Kullanımı: Kütahya Simav Jeotermal Seracılık Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kütahya.
- Tugcu, C.T., Ozturk, I., & Aslan, A. (2012). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence From G7 Countries, *Energy Economics*, 34, 1442-1450.

- TÜREB (2020), Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu, <https://tureb.com.tr/yayin/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-ocak-2020/128>, [Erişim Tarihi: 15.05.2022].
- TÜREB (2021), Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu, <https://tureb.com.tr/haber/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz-2021/251>, [Erişim Tarihi: 15.05.2022].
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, (2021), https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerjistrateji.tr.mfa, [Erişim tarihi: 30.08.2022].
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2021), <https://enerji.gov.tr/enerji>, [Erişim tarihi: 26.08.2022].
- Türkiye Doğalgaz Dağıtıcıları Birliği, (2016), Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu. <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf>, [Erişim tarihi: 22.08.2022].
- Türkiye Enerji Forumu (2001), *Türkiye’nin Yeni Enerji Stratejileri*, Ankara.
- Türkiye Enerji Forumu (TEF), (2021), *Türkiye’nin Yeni Enerji Stratejileri 2021*, Ankara.
- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (2020), Oda Raporu, <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2020>, [Erişim Tarihi: 21.08.2022].
- Türkoğlu Elitaş, M. N. (2016). Türkiye’de Biyokütle Enerji Kaynaklarının Araştırılması ve OECD Ülkeleri ile Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük.
- Umutlu, H. ve Bayraç, H. N. (2020). Türkiye’de Doğal Gaz Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Analizi, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt 20, Sayı 40, ISSN: 2148-3043.
- Unakıtan, G., Türkecul, B. (2014). Türkiye’de Enflasyon Ve İşsizlik İlişkisinin Analizi, XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Samsun.
- Usta, C. ve Berber, M. (2017). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme ilişkisinin Sektörel Analizi, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13, 1.
- Varlık, İ. G., & Yılmaz, A. (2017). Türkiye Ekonomisinde Yenilenebilir Enerji Projelerinin Gerçekleştirilmesinde Sorunlar ve Çözüm Önerileri, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 54(623), 51-62.
- Wolde-Rufael, Y. (2004). Disaggregated Industrial Energy Consumption and GDP: The Case of Shanghai, 1952–1999, *Energy Economics*, 26, 69–75.

- World Bank. (2020), GDP Growth (annual %), <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=TR>, [Erişim Tarihi: 08.07.2022].
- Worldometer. (2020), <https://www.worldometers.info/energy/> [Erişim Tarihi: 16.05.2022].
- Yanar, R., Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de Enerji Tüketime, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2), 191-201.
- Yılmaz, D. D. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Rüzgar ve Hidroelektrik Enerji retiminde Birim Maliyetlerin Karşılaştırılmalı Analizi ve Türkiye Uygulaması, Doktora Tezi, *Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi*, İstanbul.
- Yılmaz, E. A., & zi, H. C. (2018). Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri, *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 8 (3), 525-535.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi retimi Açısından nemi, *Ankara niversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi retimi Açısından nemi, *Ankara niversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.
- Yılmaz, ., & KÖSEM, L., Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli, Kullanımı ve Dışa Bağımlılığı, *Ege Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü*.
- Yoo S. H. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Korea, *Energy Policy*, 33: 1627-1632.
- Zaim, A., ve avşı, H. (2018). Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu, *Mühendis ve Makina*, 59(691), 45-58.
- Ziemba, P. (2019). Inter-Criteria Dependencies-Based Decision Support İn The Sustainable Wind Energy Management, *Energies*, 12(4), 749.