



**YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ
SÜRDÜRÜLEBİLİR EKONOMİK BÜYÜMEYE
ETKİSİ**

Melis ÇANDARLI

Yüksek Lisans Tezi

**Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Gökhan UNAKITAN
2021**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ SÜRDÜRÜLEBİLİR
EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ**

Melis ÇANDARLI

TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Gökhan UNAKITAN

TEKİRDAĞ-2021

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ SÜRDÜRÜLEBİLİR EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Melis ÇANDARLI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Gökhan UNAKITAN

Enerji kullanımı; ülkelerin sosyal ve ekonomik olarak gelişmesini sağlamakla birlikte tüm sektörlerin en önemli girdisidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji kullanım alanları önemli ölçüde artmaktadır. Dünyada enerji üretimi daha çok fosil yakıtlı termik santraller, hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinden karşılanmaktadır. Fosil yakıtların hızla tüketilmesi ve sera gazlarının atmosfere bırakılması küresel ısınmaya sebep olmakta ve dolayısıyla sadece enerji krizine değil; aynı zamanda ekolojik krize de yol açmaktadır. Bu nedenle son yıllarda yenilenebilir enerji kullanımına geçiş zorunlu hale gelmiştir. Çalışmanın amacı Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeye etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada kullanılan veriler zaman serilerinden oluşmakta ve 1990-2019 yıllarını kapsamaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi vektör hata düzeltme modeli yardımıyla ölçülmüştür. Veriler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Granger nedensellik testi ile ortaya koyulmuştur. Model sonuçlarına göre, uzun dönemde yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payında %10’luk artış olması durumunda gayri safi yurtiçi hasılda %1,8 oranında artış olacağı tahmin edilmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini arttırmak adına en önemli girişim, enerji politikalarının yeni teknolojilerle yerli ve yenilenebilir enerji sektörüne kaydırılmasıdır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli oldukça yüksek bir ülkedir. Bu nedenle, Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınmasında yenilenebilir enerji üretiminin en verimli şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, Vektör Hata Düzeltme, Granger Nedensellik Testi

2021, 53 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY USE ON SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH

Melis ÇANDARLI

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Economics

Supervisor: Prof. Dr. Gökhan UNAKITAN

Energy use is the most important input of all sectors as well as ensuring the social and economic development of countries. Especially in developing countries energy usage areas are increasing dramatically. Energy production in the world is mostly met from thermal, hydroelectric and nuclear reactors. The rapid consumption of fossil fuels and the release of greenhouse gases to the atmosphere cause global warming and therefore not only the energy crisis; it also causes an ecological crisis. Therefore, the transition to renewable energy usage has become mandatory in recent years. The aim of this study is to determine the renewable energy usage impact on economic growth in Turkey. The data used in the study consist of time series and cover the years 1990-2019. The impact on economic growth of renewable energy usage in Turkey is determined by the vector error correction model. The causality relationship between the data is determined by the Granger causality test. According to the results of the model, if the share of renewable energy usage in total energy consumption increases by 10%, it is estimated that there will be 1.8% increase in the gross domestic product in the long-run. Also, it has been determined that there is a unidirectional causality relationship between renewable energy use and economic growth. The most important initiative to increase the impact of renewable energy use on economic growth is to shift energy policies to the domestic and renewable energy sector with new technologies. Turkey has a very high potential in terms of renewable energy sources. Therefore, renewable energy production must be evaluated in the most efficient manner on Turkey's sustainable development.

Key words: Renewable Energy, Economic Growth, Vector Error Correction, Granger Causality Test

2021, 53 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Yöntem	10
3.2.1. Birim Kök Testi.....	10
3.2.2. Modelin Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi.....	11
3.2.3. Eşbütünleşme (Cointegration) Testi.....	11
3.2.4. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM).....	12
3.2.5. Granger Nedensellik Testi.....	13
4. DÜNYA'DA ENERJİ KULLANIMI.....	14
4.1. Enerji Kaynakları.....	14
4.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları	14
4.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	18
4.1.2.1. Güneş Enerjisi.....	22
4.1.2.2. Rüzgar Enerjisi	23
4.1.2.3. Jeotermal Enerji	24
4.1.2.4. Hidrolik Enerji	25
4.1.2.5. Biyokütle (Biomass) Enerjisi.....	26
5. TÜRKİYE'DE ENERJİ KULLANIMI.....	28
5.1. Tarımda Enerji Kullanımı.....	33
5.2. Tarımda Yenilenebilir Enerji Kullanımı.....	34
6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	36
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43

KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan değişkenler.....	9
Çizelge 4.1. Dünya fosil yakıt üretimi (Milyon Tpe).....	15
Çizelge 4.2. Dünya fosil yakıt tüketimi (Milyon Tpe).....	18
Çizelge 4.3. Dünya yenilenebilir enerji üretimi (GWh).....	20
Çizelge 4.4. Dünya yenilenebilir enerji tüketimi (Trillion Btu).....	21
Çizelge 4.5. Ülkelere göre güneş enerjisi kapasiteleri (MW).....	23
Çizelge 4.6. Ülkelere göre rüzgar enerjisi kapasiteleri (MW).....	24
Çizelge 4.7. Ülkelere göre jeotermal enerji kapasiteleri (MW).....	25
Çizelge 4.8. Ülkelere göre hidrolik enerji kapasiteleri (MW).....	26
Çizelge 4.9. Ülkelere göre biyokütle enerjisi kapasiteleri (MW).....	27
Çizelge 5.1. Bölgelerin ışınım değerleri ve güneşlenme süreleri.....	29
Çizelge 5.2. Yenilenebilir kaynaklı kurulu gücün Türkiye toplam kurulu gücü içindeki payı	33
Çizelge 5.3 Tarımda toplam yenilenemez enerji tüketimi (terajoule).....	34
Çizelge 6.1. Birim kök test sonuçları.....	36
Çizelge 6.2. Gecikme uzunluğunun seçimi.....	37
Çizelge 6.3. Özet koentegrasyon testi.....	38
Çizelge 6.4. Rank testi sonuçları.....	39
Çizelge 6.5. Özdeğer testi sonuçları.....	39
Çizelge 6.6. Vektör hata düzeltme modeli sonuçları.....	41
Çizelge 6.7. Granger nedensellik testi sonuçları.....	42

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 4.1. Dünya kömür rezervlerinin bölgelere göre dağılımı	16
Şekil 4.2. Dünya petrol rezervlerinin bölgelere göre dağılımı	16
Şekil 4.3. Dünya doğalgaz rezervlerinin bölgelere göre dağılımı	17
Şekil 4.4. Dünya yenilenebilir enerji üretim payları (2011-2018 dönemi)	20
Şekil 4.5. Dünya yenilenebilir enerji tüketim payları (2011-2018 dönemi).....	22
Şekil 5.1. Türkiye'de sektörlere göre enerji tüketimi (Bin Tep).....	28
Şekil 5.2. Türkiye'de kurulu rüzgar gücü (MWm).....	30
Şekil 5.3. Türkiye jeotermal enerji kurulu gücü (MW).....	31
Şekil 5.4. Türkiye hidrolik enerji kurulu gücü (MW)	31
Şekil 5.5. Türkiye'de kurulu biyokütle gücü (MW)	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°	: Derece
AB	: Avrupa Birliği
BP	: British Petroleum
BBC	: British Broadcasting Corporation
Btu	: British thermal units
°C	: Santigrat derece
CO ₂	: Karbondioksit
EIA	: Energy Information Administration
EİGM	: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GWh	: Gigawatt hours
HES	: Hidroelektrik Enerji Santrali
IEA	: International Energy Agency
IRENA	: International Renewable Energy Agency
MW	: Megawatt
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
REN21	: Renewables Now 21
TÇV	: Türkiye Çevre Vakfı
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TPE	: Ton petrol eşdeğeri
VECM	: Vector Error Correction Model
ZMO	: Ziraat Mühendisleri Odası

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Enerji kaynaklarının etkin, verimli ve çevreye duyarlı bir şekilde kullanımı, sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında giderek önem kazanmaktadır. Ülkeler, enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla kaynaklarını çoğaltmak ve fosil kaynaklarındaki dışa bağımlılığı azaltmak adına yenilenebilir enerji kaynak kullanımına yönelmişlerdir.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Dünya ülkeleri ve Türkiye için 1990-2019 dönemine ait verilerden hareketle açıklanmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın hazırlanması, çalışmaların koordine edilmesi, sonuçların değerlendirilmesi, yorumlanması ve yazımı aşamasında yapmış olduğu katkılardan ve anlayışından dolayı yüksek lisans eğitim süresince her konuda benden desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gökhan UNAKITAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma ve yazım süreçlerinde yardımlarını ve varlığını esirgemeyen, her konuda öneri ve eleştirileriyle yoluma ışık tutan tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Son olarak çalışmamı; fikirlerimin, kararlarımın her zaman arkasında duran, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen annem Hülya ve babam Erdem ÇANDARLI'ya, başaracağıma olan inançlarını bana her daim hissettiren abim Ertan ve kardeşim Nilso ÇANDARLI'ya ithaf ediyorum, tüm kalbimle teşekkür ediyorum.

Ocak, 2021

Melis ÇANDARLI
Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme; bir ekonomide, zaman içinde milli gelirin yükselmesi ve mal, hizmet ve üretim miktarındaki artış ile ölçülebilmektedir. Ekonomik kalkınma ise bir ülkede gelir ve üretim artışları ile birlikte sosyal, ekonomik, politik ve kültürel alanlarda yaşanan yapısal değişim süreci olarak tanımlanmaktadır (Berber, 2006).

Sürdürülebilirlik kelime anlamı olarak; çeşitlilik ve üretkenliğin devamlılığı sağlanırken daimi olabilme yeteneğini korumak olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme; makroekonomik dengeler ile ekonomik göstergelerin uyumlu olduğu, fiyat istikrarının bozulmadığı, potansiyel büyüme seviyesine yakın büyüme oranlarının kalıcı olarak sağlandığı ekonomik büyümeyi ifade etmektedir (Bal, 2017).

Sürdürülebilir kalkınma düşüncesi, doğal kaynakların son yıllarda zarar görmesi, tükenmeye maruz kalması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu da gelecek dönemde kişi başına artan refah düzeyi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu refahı sağlayacak üretim düzeyi ise sermaye stokunun büyüklüğüne bağlıdır. Sonuç olarak gelecek nesillerin refahının azalmaması için toplam sermaye stokunda azalma meydana gelmemelidir (Evli, 2018).

Birleşmiş Milletler üyesi 193 ülke tarafından Ocak 2016'da sürdürülebilir kalkınma kapsamında 17 adet amaç yürürlüğe girmiştir. Bu amaçlar arasında erişilebilir ve temiz enerji, insana yakışır iş ve ekonomik büyüme de yer almaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin tümünde temiz enerji sağlayacak altyapının genişletilmesi ve teknolojinin yükseltilmesi hem çevreye katkı sağlayacak hem de büyümeyi teşvik edebilecek önemli bir hedeftir. Öte yandan ekonomik büyüme hedefi ise, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemeyi kapsamaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması, üretime yönelik ya da ekonomik etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi ve yaşam standartlarının iyileştirilmesi için ekonomik büyüme ve nüfus artışı nedeniyle giderek artış göstermekte olan enerji ihtiyacının karşılanmasını zorunlu hale getirmekle birlikte kalkınmanın en temel girdilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Dünyada ve Türkiye'de enerjiye gün geçtikçe daha fazla ihtiyaç duyulması, sürekli azalan yönde artış gösteren ve dünyada sınırlı miktarda bulunan enerji kaynaklarının olması gerçeği daha geniş kesimlerce anlaşılmalı ve bununla birlikte ülkeler enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye ve enerjiyi etkin kullanmaya yönelmelidir (Seydioğulları, 2013).

2000’li yıllarda alternatif enerji arayışları giderek hız kazanmış ve yenilenebilir enerji alanındaki çalışmalar da artmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerjiyi diğer enerji çeşitlerinden ayıran en önemli özellik yok olmaması ve doğal bir şekilde kendini yenileyebilmesidir. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji çeşitlerinin yerli kaynaklar olduğundan dolayı ithal edilmeye gerek duyulmaması ve bununla birlikte enerji konusunda dışa bağımlılığın azalması, çevreye zarar veren karbon salınımının ve bağımlılığın azaltılması gibi hususlar açısından oldukça önemlidir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Enerji kaynaklarının çevresel etkileri ve arz güvenliği endişeleri nedeniyle yenilenebilir enerji her geçen gün önem kazanmaktadır. Fosil kaynaklara sahip ülkeler dahi yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmakta ve mevcut ekonomik statülerini sürdürülebilmeyi hedeflemektedir. Nitekim yapılan bu yatırımlar da ülkelerin ekonomik büyüme performansları üzerinde etkili olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde temiz enerji sağlayacak altyapının genişletilmesi ve teknolojinin yükseltilmesi hem büyümeyi teşvik edebilecek hem de çevreye katkıda bulunabilecek kritik önem taşıyan bir hedeftir (Erdoğan, Dücan, Şentürk ve Şentürk, 2018).

Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek potansiyele sahip olan Türkiye’de petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil kökenli enerji kaynaklarının yaygın olarak kullanılması, yenilenebilir enerji kullanımındaki verimliliği arttırmayı ve yaygınlaştırılmasını sağlamayı gerektirmektedir. Türkiye için, temiz enerjinin teşvik edilmesi, 2023 yılı itibariyle %65 yerli ve yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi hedeflenmiştir (Kadıoğlu ve Telliöglü, 1996).

Enerji, tüm sektörlerde etkili olduğu gibi tarım sektöründe de önemli bir yere sahiptir. Sulama, ürün kurutma, sera ve hayvan barınaklarının ısıtma ve soğutulması tarımsal üretim esnasında en fazla enerji tüketilen işlemlerdir. Tarım sektöründe aktif olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji ve biokütle enerjisidir (Öztürk, Yaşar, Eren, 2010).

Türkiye yenilenemez enerji kaynakları bakımından fakir bir ülke iken yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyele sahip bir ülkedir. Dolayısıyla Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Çalışmada; enerji kaynakları ve Türkiye’de tarım sektöründe enerji kullanımı konularına değinilmiştir. Dünya ülkelerinde ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanım düzeyleri tablo ve şekiller yardımıyla yorumlanmıştır. Ekonomik büyümenin nasıl sağlanabileceği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Çalışmanın amacı yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme etkisini ölçmek ve Türkiye’de kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir ekonomik büyüme etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada zaman serileri analizlerinden Vektör Hata Düzeltme Modelinden (VECM) yararlanılmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Barro (1991) 1960-1985 döneminde 98 ülke için, kişi başına reel GSYH büyüme oranı pozitif olarak başlangıçtaki beşeri sermaye ve kişi başına reel GSYH'nin başlangıçtaki seviyesi ile negatif ilişkilidir. Daha yüksek beşeri sermayeye sahip ülkeler aynı zamanda daha düşük doğurganlık oranlarına ve daha yüksek fiziksel yatırımın GSYİH oranlarına sahiptir. Büyüme, devlet tüketiminin GSYİH içindeki payı ile ters orantılıdır, ancak kamu yatırımlarının payı ile önemsiz bir şekilde ilişkilidir. Büyüme oranları, siyasi iktidar önlemleri ile pozitif ilişkilidir ve piyasa çarpıklıklarının vekiliyle ters orantılıdır.

Grossman ve Krueger (1995) çalışmalarında kişi başına gelir ile çeşitli göstergeler arasındaki indirgenmiş form ilişkisini incelemiştir. Çalışma dört tür göstergelyi kapsamaktadır. Bunlar; kentsel hava kirliliği, nehir havzalarındaki oksijen rejiminin durumu, nehir havzalarının dışkı ile kirlenmesi ve nehir havzalarının ağır metallerle kirlenmesidir. Ekonomik büyüme ile birlikte çevresel kalitenin istikrarlı bir şekilde kötüleştiğine dair hiçbir kanıt bulunmamıştır. Aksine, çoğu gösterge için ekonomik büyüme bir ilk bozulma aşamasını ve ardından bir iyileşme aşamasını beraberinde getirmektedir.

Johansen (2000) çalışmada eşbütünleşik VAR için elde edilen bazı sonuçlara ilişkin bir anket verilmiştir. Granger temsil teoremi tartışılmış ve eşbütünleşme kavramları ve ortak eğilimler tanımlanmıştır. Eşbütünleşik değişkenler için istatistik model tanımlanmış ve eşbütünleşme ilişkilerine yönelik hipotezlerin uygun tanımlama koşulları altında nasıl tahmin edileceği gösterilmiştir. Asimptotik teori ve eşbütünleşme modelinin birkaç ekonomik uygulaması belirtilmiştir.

Edison, Levine, Ricci ve Slok (2002) çalışmalarında uluslar arası finansal entegrasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmak ve ayrıca bu ilişkinin ekonomik gelişme, finansal gelişme, yasal sistem gelişimi, hükümet yolsuzluğu ve makroekonomik politikalara bağlı olup olmadığını değerlendirmek için yeni veriler ve yeni ekonometrik teknikler kullanılmıştır. 57 ülke için çok çeşitli finansal entegrasyon önlemleri ve çeşitli istatistiksel metodolojiler kullanarak, uluslararası finansal entegrasyonun belirli ekonomik, finansal, kurumsal ve politikaları kontrol ederken bile ekonomik büyümeyi hızlandırmadığı şeklinde boş hipotez reddedilememiştir.

Hansen (2003) bu çalışmada yapısal değişikliklere izin vermek adına Johansen'in eşbütünleşik vektör otoregresif modelini genelleştirmeyi amaçlamıştır. Çeşitli hipotezler altında tahmin, bir dizi ilginç olasılık oranı testinin türetilmesini basitleştiren yeni bir tahmin tekniği ile mümkün kılınmıştır. Model, ABD vadeli yapı verilerine uygulanmış olup, Eylül 1979 ve Ekim 1982'deki, Fed'in politikasındaki büyük değişikliklerle çakışan yapısal değişikliklerin önemli olduğu görülmüştür. Bu yapısal değişiklikler açıklandıktan sonra, önceki çalışmaların aksine, beklentiler hipotezinin uzun vadeli çıkarımı reddedilememiştir.

Hoffman, Lee, Ramasamy ve Yeung (2005) çalışmalarında 15-28 yıllık bir zaman serisini kapsayan, 112 ülkede doğrudan yatırım ve kirlilik arasındaki ilişkiye yönelik Granger nedensellik testlerinin bulgularını araştırmışlardır. Sonuçlar, ev sahibi ülkenin kalkınma düzeyine bağlı olarak iki değişken arasındaki alternatif nedensellik ilişkilerini ortaya çıkarmıştır.

Diks ve Panchenko (2006) çalışmalarında Hiemstra ve Jones (1994) tarafından önerilen sık kullanılan testte gözlemlenen aşırı reddini önleyen Granger nedensel olmaması için yeni bir parametrik olmayan test sunmuşlardır. Bu çalışmada hisse senedi, fiyat ve hacim ilişkisinde doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedenselliğini test etmişlerdir. Sıfır hipotezi altındaki reddedilme olasılıklarının örneklem büyüklüğü arttıkça bir olma eğiliminde olabileceğini göstererek problemi açıkladıktan sonra, bu olgunun arkasındaki nedeni analitik olarak incelemişlerdir. Araştırmayı Standard and Poor's endeksinin tarihsel getirileri ve işlem hacimlerine yönelik bir başvuruyla sonuçlandırmışlardır; Granger'a neden olan getiri hacmine ilişkin kanıtın Hiemstra – Jones testinde önerilenden daha zayıf olduğu görülmüştür.

Toda ve Phillips (2007) bu çalışmada vektör otoregresyon seviyelerinde ve Johansen tipi hata düzeltme modellerinde Granger nedenselliği için Wald testlerine genel bir bakış sağlamışlardır. Hata düzeltme modellerinin Gauss maksimum olasılık tahminine dayanan Granger nedensellik testleri yapmak için bazı operasyonel prosedürler önerilmiştir. Bunlar, bir değişkenin başka bir grup değişken üzerindeki nedensel etkilerinin test edildiği önemli pratik durumda uygulanabilmektedir.

Mucuk ve Uysal (2009) çalışmalarında Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Granger nedensellik testi ve eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda ise değişkenlerin

eşbütünleşik olduğunu ve Granger nedensellik testinin ise enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu tespit etmişlerdir.

Telatar ve Terzi (2009) çalışmalarında 1991-2005 zaman serilerini kapsayan üçer aylık veriler ile ekonomik büyüme ve cari işlemler dengesi arasındaki ilişkiyi tahmin etmişlerdir. Değişkenler arasındaki ilişki araştırılırken Granger nedensellik testi ve VAR analizlerinden yararlanmışlardır. Sonuç olarak, büyüme oranından cari işlemler dengesine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu ortaya koyulmuştur.

Aydın (2010) çalışmasında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini hem teorik hem de ampirik çerçevede incelemiştir. Öncelikle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş daha sonra ayrıştırılmış denklemler kullanarak birincil enerji tüketimini oluşturan kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmiştir. İlk analizde 1996-2004 dönemine ait üçer aylık veriler, ikinci analizde ise 1980-2004 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak enerji tüketiminin ekonomik büyümeye yol açtığı ve Türkiye’de ekonomik büyüme üzerinde en etkili birincil kaynakların odun, petrol ve linyit olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Shukur ve Mantalos (2010) çalışmalarını Granger nedenselliği için eşbütünleşme testi olan VAR modeli ile dikkate almışlardır. Monte Carlo yöntemlerini kullanarak, testin sekiz versiyonunun özelliklerini iki farklı formda incelemişlerdir. Test, VAR(2) modeli ile tahmin edildiğinde daha yüksek ve değiştirilmiş test bilgilerinin, ekstra katsayıların da tahmin edilmesine katkıda bulunduğu ortaya çıkmıştır. VAR(3) modelinde ise bu oranın VAR(2) model sonuçlarına göre daha az seviyede olduğu saptanmıştır.

Yanar ve Kerimoğlu (2011) çalışmalarında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test ederken üçüncü bir değişken olarak cari açığı eklemişlerdir. Nitekim çalışmada cari açığın büyüme üzerinde bir etkisinin olup olmadığı ve nedensellik yönünün ne olduğunu test edilmiştir. Sonuç olarak Johansen eş bütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli ile büyüme arttıkça enerji tüketiminin de artacağı, enerji tüketiminin artmasıyla da cari açığın artacağı bulgularına ulaşılmıştır.

Aydın ve Unakıtan (2012) çalışmalarında soya tarımının ekonometrik analizini ve Türkiye’de yaşanan ekonomik krizlerin soya tarımındaki etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada kullanılan veriler 1981-2008 yıllarına ait zaman serilerinden oluşmaktadır. Analiz yöntemi olarak Vektör Hata Düzeltme (VEC) modelden yararlanılmıştır. Sonuç olarak ithalat miktarı, ihracat fiyatı ve soya veriminin Türkiye’deki krizlerle ilişkili olmadığı, kriz yılları ile soya üretim miktarı ve soya yağı üretim miktarı arasında ters yönlü bir ilişki olduğu yönünde bulgulara rastlanmıştır. 1981 yılından sonra yaşanan krizler nedeniyle soya ve soya yağı üretiminde düşüş olduğu gözlenmiştir.

Özel (2012) çalışmasında dışsal ve içsel ekonomik büyüme teorilerinin temellerini açıklamayı ve bu temellerden hareketle iki teorinin ayrıldığı noktaları incelemeyi amaçlamıştır. Dışsal ekonomik büyüme teorileri teknolojik gelişmelerin ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde ekonomik büyümenin en önemli belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Ancak modelde teknolojik gelişmeler dışsal değişken olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple ekonomik büyümenin uzun dönemde nasıl sağlandığını açıklamak pek mümkün değildir. Teknolojik gelişmenin dışsal değişken olarak görülmesi uzun dönem ekonomik büyümeyi açıklamada yetersiz kalması içsel büyüme teorilerini oluşturmuştur. İçsel büyüme teorilerinde bilgi ve beceri ön plana çıkarılmış, sermayenin tanımı genişletilmiş, fiziksel sermayenin yanında beşeri sermayeye de önem verilmiştir.

Kumar, Managi ve Matsuda (2012) çalışmalarında enerji güvenliği ve iklim değişikliği ile ilgili temiz enerjiye dikkat çekmişlerdir. Üç temiz enerji endeksinden veriler elde etmiş, petrol fiyatları ile teknoloji hisse senedi fiyatlarının, temiz enerji firmalarının hisse senedi fiyatlarını ayrı ayrı etkilediğini göstermektedir. Sonuç olarak; temiz enerji stoklarındaki değişim, petrol fiyatları, ileri teknoloji şirketlerinin hisse senedi fiyatları ve faiz oranlarındaki geçmiş dönem hareketleri ile açıklanmıştır. Petrol fiyatlarının artmasıyla, alternatif enerji kaynaklarının ikame edilmesi arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Unakıtan ve Türkekul (2014) çalışmalarında enflasyon ve işsizlik arasındaki ters orantılı ilişkiyi Vektör Hata Düzeltme (VEC) modelleri ile analiz etmiş ve enflasyon ile işsizlik arasındaki ilişkinin incelenmesi adına model önerilerinde bulunmuşlardır. Çalışmada 1980-2012 yıllarına ait zaman serilerinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak işsizlik oranının %10 artması durumunda enflasyonun %2,4 oranında düşüş göstereceği, enflasyon oranında

%10'luk bir artış yaşanması durumunda ise işsizlik oranında %0,27 düşüş olacağı bulgularına ulaşmışlardır.

Rashid (2020) çalışmada, nüfusu yüksek ve gelişmekte olan Pakistan'ın gösterdiği yüksek derecede enerji güvensizliği, arz ve talep açığı, ithalata bağımlılık, ülkelere erişim kısıtlılığı ve önemli miktarda enerji taşıyan termal kaynaklar aracılığıyla enerji kullanımını gözlemlemek ve 2025 vizyonunu incelemeyi amaçlamıştır. Pakistan yerli doğal kaynaklara sahiptir ve bu durum ülke ekonomisini olumlu yönde etkilemektedir. Bu bulgulara dayanarak politika önerileri sunulmuş, enerji güvenliğindeki tartışmaların birçok ülkede yapıldığını ortaya koymak hedeflenmiştir. Sonuç olarak Pakistan'ın ithalat bağımlılığından çıkıp yenilenebilir enerji kullanımına teşvik eden İsveç'i örnek alması gerektiği anlaşılmıştır.

Louis Jacques (2020) bu çalışma, Büyük Antiller'de yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada eşbütünleşme testleri, vektör hata düzeltme modelleri (VECM), Fully Modified Ordinary Least Square (DOLS) tahmin edicileri kullanılmıştır. Sonuç olarak Küba, Dominik Cumhuriyeti ve Haiti'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişkinin olduğunu, Jamaika'da ise bu ilişkinin yansız olduğu saptanmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bölgeye bir bütün olarak bakıldığında, sonuçlar, uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin kirliliğin azaltılmasına yardımcı olamayacağını göstermiştir.

Öcal, Altınöz ve Aslan (2020) çalışmalarında ARDL testini kullanarak 1968-2016 dönemini kapsayan zaman serilerinden yararlanarak Türkiye'deki ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Testten elde edilen bulgular, Türkiye'de çevre kirliliğiyle ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösterirken, enerji tüketiminin ise ekolojik ayak izini arttırdığını belirtmektedir. Bu sonuçlar ışığında çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ters U şeklindeki ilişkinin varlığı, aslında Türkiye'deki başarılı uzun vadeli sürdürülebilir büyümeyi göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan veriler zaman serilerinden oluşmakta ve 1990-2019 yıllarını kapsamaktadır. Veriler, International Renewable Energy Agency (IRENA), World Bank Data, British Petroleum (BP) gibi kurum ve kuruluşların veri tabanlarından elde edilmiştir. Öncelikle toplam enerji ve yenilenebilir enerjinin dünyadaki payı araştırılmış daha sonra Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyeli incelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında Türkiye’nin yenilenebilir enerji konusunda dünyadaki yeri saptanmıştır. Çizelge 3.1’den de görüldüğü üzere yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin test edilmesi için kullanılan değişkenler; sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla, yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji kullanımı içindeki payı, sabit fiyatlarla brüt sermaye stoğu ve 1994, 2001, 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişkendir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan değişkenler

Değişkenler	Kısaltmalar	Veri Kaynağı	Dönem
Sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla	GSYİH	World Bank	1990-2019
Yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji kullanımı içindeki payı	YEN	World Bank	1990-2019
Brüt sermaye stoğu	BSS	World Bank	1990-2019
1994, 2001 ve 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişken	DK	1994,2001 ve 2009 yıllarını ifade eden kukla değişken	

3.2. Yöntem

Çalışmada, 1990-2019 yılları arasında gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki zaman serisi analiz yöntemlerinden vektör hata düzeltme yöntemi (VEC) ile irdelenmiştir. Modelde dışsal değişken olarak Türkiye'deki brüt sermaye stoğu değişkeni ve 1994, 2001 ve 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişken dahil edilmiştir.

Zaman serileri, gözlemlenen değişkenlerin aldığı değerlerin zamana göre sıralanmasıyla elde edilen seriler olarak tanımlanabilir. Örneğin, yıllık ithalat miktarını, aylık ortalama sıcaklığı, günlük dergi satışını, saatlik trafik yoğunluğunu gösteren seriler bu niteliktedir. Zaman serisi analizi, geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geçmiş kapsayarak, geleceğe dönük tahminler yapmayı amaçlar. Söz konusu tahminler yapılırken zaman serisinin geçmişteki hareketlerinin gelecekte de aynı eğilim içinde bulunacağı varsayılır (Şahbaz, 2007).

Zaman serileri ortalamadan gösterdiği sapmalara göre durağan ve durağan olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bir durağan zaman serisinde, bir seride peş peşe gelen iki değer arasındaki fark, zamanın kendisinden kaynaklanmamakta, sadece zaman aralığından kaynaklanmaktadır. Durağan serideki bu ilişkinin pratik sonucu serinin ortalamasının zamanla değişmeyeceğidir. Şayet seri durağan değilse, otokorelasyonlar önemli ölçüde sıfırdan sapar veya gecikmeler arttıkça sıfırdan uzaklaşır veya ortaya sahte bir örnek çıkar. Zaman serilerini uygun bir modelde oturtabilmemiz için bu serilerin önce durağan olması gerekir (Kutlar, 2009).

3.2.1. Birim Kök Testi

Bir zaman serisinin birim kök içerip içermediği oldukça önemli bir kavramdır. Dickey Fuller testi durağanlığın sınanmasında yaygın olarak kullanılmakta ve birim kök testlerinin temelini oluşturmaktadır. Fakat Dickey Fuller testi hata terimlerinin otokorelasyon içermesi durumunda yetersiz kalmakta ve otoregresif bir modelde hata teriminde otokorelasyonun söz konusu olması Dickey Fuller testinin etkin kullanımını engellemektedir. Birim kök testinin bu eksikliği ise Genişletilmiş Dickey Fuller testi kullanılarak giderilebilmektedir. Bu aşamada değişkenlerin durağanlığı test edilmiş, birim kök testi sonuçlarına yer verilmiştir (Akyüz, 2018).

Değişkenlerin durağanlığını test etmek amacıyla uygulanan Genişletilmiş Dickey Fuller testi için aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır:

$$\Delta Y_t = \phi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \phi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \phi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

Eşitliklerde yer alan n gecikme sayısı, farklı bilgi kriterleri kullanılarak tespit edilmekte ve n sayıda gecikmeli otoregresif süreci içeren ADF testlerinde Dickey Fuller birim kök testleri için hesaplanan t istatistiği kritik değerleri kullanılmaktadır.

3.2.2. Modelin Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

VEC modelinin tahmininden öncelikle VAR modelinin tahmini gerekmektedir. VAR modeli zaman serisi modellerin arasında en sık kullanılan modeldir. Sims (1980) tarafından geliştirilen VAR modeli, seçilen tüm değişkenleri cari ve geçmiş değerlerini bir bütün olarak ele alarak sistemde beraber incelemektedir. Ayrıca, VAR modeli şokların değişkenler üzerindeki etkilerinin incelenmesinde de yardımcı olmaktadır. VAR modellerinde uygun gecikme uzunluğunu belirlemek için LR(Log Likelihood), Son Öngörü Hatası (Final Prediction Error (FPE)), Akaike Bilgi Ölçütü (Akaike Information Criteria (AIC)), Schwarz Bilgi Ölçütü (Schwarz Information Criteria (SC)) ve Hannan-Quinn Bilgi Ölçütü (Hannan-Quinn Information Criteria (HQ)) ölçütleri kullanılmaktadır (Şahbaz, 2007).

3.2.3. Eşbütünleşme (Cointegration) Testi

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin belirlenebilmesi için eşbütünleşme testinin yapılması gerekmektedir. Eğer seriler arasında eşbütünleşme varsa modelin iyi belirlenmiş olduğuna dair ipucu verir. Eğer iki veya daha fazla zaman serisi, kendileri durağan olmadıkları halde, bunların doğrusal bileşimleri durağan ise bu serilerin eşbütünleşik (koentegre) oldukları söylenebilir.

Eşbütünleşme testinin modele dahil edilmesi bakımından üç farklı metot kullanılmaktadır. Bunlar; Engle ve Granger (1987), Johansen ve Juselius (1990) ve Pesaran, Shin ve Smith (2001) metotlarıdır. Johansen ve Juselius çoklu eşbütünleşme testi, eşbütünleşmenin yanı sıra eşbütünleşik vektörlerin maksimum olabilirlik tahminlerini de

vermektedir. Johansen (1988), Engle ve Granger'in eşbütünleşme testlerinin birtakım eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilen bir testtir (Aydın ve Unakıtan, 2012).

3.2.4. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)

Durağan olmayan değişkenler içeren modellerdeki uzun ve kısa dönem dengeler, hata düzeltme tekniği adı verilen bir yöntem ile tespit edilir. Herhangi bir eşbütünleşme analizinde bulgular, tek bir eşbütünleşik vektörün varlığını doğruluyorsa, o zaman eşbütünleşmenin derecesi karşılıklı olarak bir tahmini trendi paylaşan değişkenler veya ortak bir uzun dönem dengesinde bağlanan değişkenler tarafından doğrulanmış olur. Eşbütünleşme bir kez olmuşsa o zaman değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi gösteren bir vektör hata düzeltme modeli kurulabilir.

Hata düzeltme modelindeki düzeltme katsayısının -1 ile 0 arasında değer alması gerekmektedir. Düzeltme katsayısı miktarın uzun dönem hedef noktasından uzaklaştığında tekrar bu noktaya hangi ölçüde yaklaştığını göstermektedir. Düzeltme katsayısı -1 olduğunda uzun dönem denge seviyesinden sapmaların tamamı anında düzelirken, katsayı 0 olduğunda herhangi bir şekilde hata düzeltilmesi yapılamamaktadır (Aydın ve Unakıtan, 2012).

Hata düzeltme yaklaşımı, değişkenler arasındaki uzun dönem denge ile kısa dönem dinamikleri arasında ayırım yapmaya ve kısa dönem dinamiklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Direkçi, 2006).

Granger (1988)'e göre, değişkenler arasında bir koentegre vektör varsa, söz konusu değişkenler arasında en azından tek yönlü bir nedenselliğin olması gerekmektedir. Bu durumda nedensellik analizinin hata düzeltme (VECM) modeliyle yapılması daha uygundur. Değişkenler arasındaki uzun dönem dengesi ve kısa dönem dinamikleri arasında ayırım yapmada kullanılan bu modelin avantajı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında sahte ilişkilere meydan vermeden verinin kısa ve uzun dönem bilgisini kullanabilmesidir.

Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) formülasyonu aşağıdaki gibidir;

$$\Delta X_t = \mu + \phi D_t + \Pi X_{t-p} + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-p+1} + \dots + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t, t=1, \dots, T \quad (3.4)$$

3.2.5. Granger Nedensellik Testi

1990-2019 zaman serilerinden yararlanılarak bu veriler arasındaki nedensellik ilişkisi Granger testi ile ortaya koyulmuştur. Granger nedensellik testi; iki değişken arasında zamana bağlı olarak gecikmeli ilişkinin varlığı söz konusu ise, ilişkinin nedenselliğinin yönünü istatistiksel açıdan belirlemek için kullanılmıştır.

Ekonometride nedenselliğin en çok kullanılan işlemsel tanımı Granger çalışmasında ortaya çıkmıştır. Daha sonra Sims tarafından geliştirilmiştir (Akyüz, 2018).

Yenilenebilir enerji kullanımı (LYEN) değişkeni ile ekonomik büyüme (LGSYİH) değişkeni arasındaki nedensellik aşağıdaki iki model ile test edilmiştir;

$$LYEN_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i LYEN_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_i LGSYH_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$LGSYH_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i LGSYH_{t-i} + \sum_{i=1}^z \delta_i LYEN_{t-i} + \vartheta_t \quad (3.6)$$

Burada ε_t ve ϑ_t ilgili modellerdeki hata terimlerini temsil etmektedir. Örneğin LYEN'den GSYİH'ye doğru nedensellik ilişkisi aşağıdaki şekildedir:

$$H_0: \sum \beta_i = 0 \text{ (LYEN'den LGSYİH'ye nedensellik yoktur)} \quad (3.7)$$

$$H_1: \sum \beta_i \neq 0 \text{ (LYEN'den LGSYİH'ye nedensellik vardır)} \quad (3.8)$$

4. DÜNYA'DA ENERJİ KULLANIMI

4.1. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, kullanılabilirliklerine ve dönüştürülebilirliklerine göre iki gruba ayrılmaktadır. Kullanılabilirliklerine göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları, dönüştürülebilirliklerine göre birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde sınıflandırılmaktadır (Koç ve Kaya, 2015).

Birincil kaynaklar yenilenebilir ve yenilenemez enerji olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar genellikle birinci grupta yer almaktadır. Yenilenebilir enerji, yeniden oluşturulup kullanılabilen bir enerji formudur. Güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle, hidrolik ve dalga gel-git yenilenebilir enerji çeşitleri olarak sıralanabilmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları ise yeniden oluşturulup kullanılamayan bir enerji formudur. Bu grupta; kömür, petrol, doğalgaz ve uranyum yer almaktadır (Taşdemiroğlu,1988).

Birincil kaynaklar, herhangi bir dönüşümden geçmemiş ve başka enerji kaynaklarından elde edilmemiş kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Kömür, nükleer, biyokütle, hidrolik, dalga enerjisi bu kategoride yer almaktadır. İkincil kaynaklar, doğal nitelikleri farklı bir enerji kaynağı durumuna getirildikten sonra yararlanılan kaynaklardır. Elektrik, mazot, benzin, LPG vb. kaynaklar ikincil kaynaklara örnektir (Koç ve Kaya, 2015).

4.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Enerji ihtiyacı, teknolojik gelişmelerle birlikte giderek artış göstermekte ve dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %80'i bu kaynaklardan karşılanmaktadır (Doğan, 2010). Hayvansal ve bitkisel atık kökenli olarak bilinen petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında önemi oldukça büyüktür (Tanrıseven, 2018).

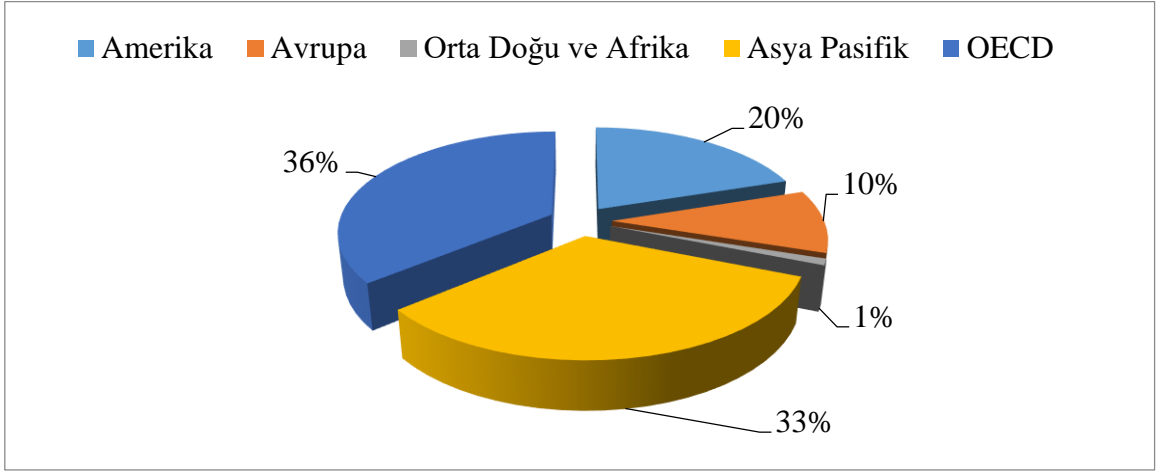
Çizelge 4.1'den izleneceği gibi dünya fosil yakıt üretiminde Asya Pasifik, OECD ve Kuzey Amerika bölgeleri ilk sıralarda yer alırken Türkiye'nin de içinde bulunduğu Avrupa bölgesi altıncı sıradadır. 2018 yılı göz önünde bulundurulduğunda Asya Pasifik bölgesinin üretimde %32, OECD ülkelerinin %27, Kuzey Amerika bölgesinin %19 ve Avrupa bölgesinin %4'lük paya sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1. Dünya fosil yakıt üretimi (Milyon Tpe)

Bölgeler/ Yıllar	Asya Pasifik	OECD Ülkeleri	Kuzey Amerika	Orta Doğu	Afrika	Avrupa	Orta ve Güney Amerika	DÜNYA
2008	2.911	2.839	1.875	1.610	808	750	574	10.014
2009	3.010	2.771	1.833	1.538	779	709	564	9.834
2010	3.231	2.817	1.872	1.619	808	696	572	10.288
2011	3.461	2.837	1.938	1.768	725	665	587	10.675
2012	3.535	2.894	1.987	1.814	772	652	591	10.887
2013	3.631	2.948	2.043	1.812	732	624	593	10.998
2014	3.642	3.098	2.182	1.841	719	594	612	11.139
2015	3.642	3.105	2.192	1.928	713	579	616	11.227
2016	3.519	3.003	2.079	2.037	693	570	598	11.074
2017	3.582	3.081	2.156	2.038	735	564	588	11.297
2018	3.758	3.261	2.334	2.081	748	548	547	11.717

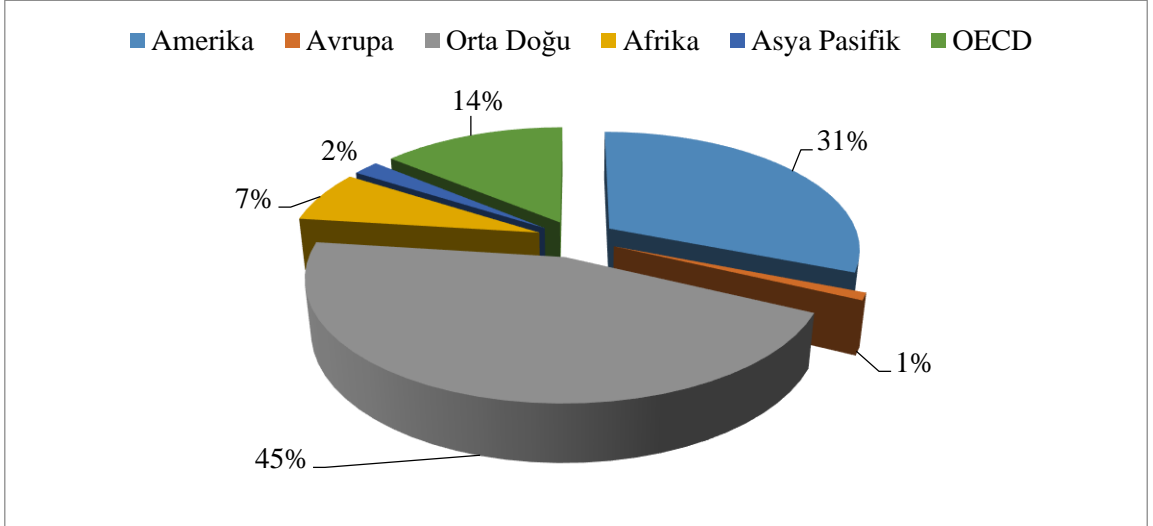
Kaynak: BP, 2018

Dünya toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinin bölgelere göre dağılımı British Petroleum (BP) 2018 verileri ışığında Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Buna göre, 2008-2018 döneminde dünyada en çok kömür rezervi %36'lık payı ile OECD ülkelerine aittir. Avrupa Bölgesi'nin %10'luk, Türkiye'nin ise 11,5 milyar tonluk rezervi ile dünya çapında %1,1'lik paya sahip olduğu görülmektedir.



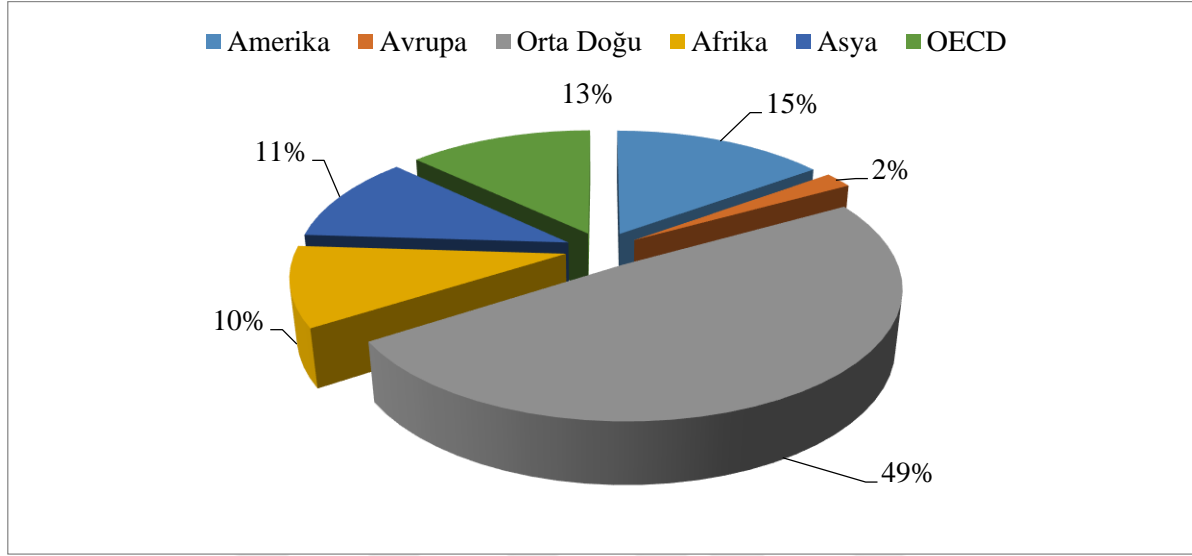
Şekil 4.1. Dünya kömür rezervlerinin bölgelere göre dağılımı

BP (2018) verilerine göre, dünya petrol rezervleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Buna göre, dünyada yaklaşık 1,7 trilyon varil petrol bulunmaktadır. Bu rezervin %45’i dünya rezerv miktarının neredeyse yarısı olup Orta Doğu’ya aittir. Amerika ise %31’lik payı ile Orta Doğu’yu takip etmektedir. Amerika’nın ardından %14 ile OECD, %7 ile Afrika, %2 ile Asya Pasifik ve %1 ile Avrupa gelmektedir.



Şekil 4.2. Dünya petrol rezervlerinin bölgelere göre dağılımı

BP (2019) verilerine göre, dünyada bulunan toplam doğalgaz rezervleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Bu bilgiler ışığında doğalgaz rezervinin en fazla olduğu bölge %49 gibi ciddi bir pay ile dünya doğalgaz rezervinin yarısına sahip olan Orta Doğu bölgesidir. Orta Doğu bölgesini sırasıyla %15'lik payı ile Amerika, %13 ile OECD, %11 ile Asya, %10 ile Afrika ve son olarak %2 ile de Avrupa bölgeleri takip etmektedir.



Şekil 4.3. Dünya doğalgaz rezervlerinin bölgelere göre dağılımı

Rezervlerinin sınırlı olması ve oluşum hızından çok daha hızlı tüketilmesi, yenilenemeyen enerji kaynaklarının en önemli özelliğidir (Erdener vd., 2013).

Geçmişten günümüze kadar her geçen gün önem kazanmakta olan fosil yakıt türlerinin fazla kullanımında çevreye birtakım zararları olmaktadır. Örneğin; havanın karbondioksit oranını arttırmakta ve buna bağlı olarak yerkürenin sıcaklığının artmasıyla da iklim dengelerinin bozulmasına yol açmaktadır. Atmosferdeki su buharı ile birleşen kükürt dioksit ve nitrojen oksit ise esas olarak asit yağmurlarının oluşumuna neden olmakta ve dünyanın ekolojik dengesinin bozulmasına yol açmaktadır (Kumbur, Özer, Özsoy ve Avcı, 2005).

Çizelge 4.2'de dünya toplam fosil yakıt tüketiminin bölgelere göre dağılımı gösterilmiştir. Buna göre fosil yakıtın en fazla tüketildiği bölge 2018 yılında %44 ile Asya Pasifik bölgesidir. Avrupa Bölgesi toplam üretim miktarında altıncı sırada yer alırken fosil yakıt tüketiminde dördüncü sıradadır.

Çizelge 4.2. Dünya fosil yakıt tüketimi (Milyon Tpe)

Bölgeler/ Yıllar	Asya Pasifik	OECD Ülkeleri	Kuzey Amerika	Avrupa	Orta Doğu	Orta ve Güney Amerika	Afrika	DÜNYA
2008	3.944	4.720	2.350	1.746	651	434	339	10.225
2009	4.042	4.448	2.220	1.626	671	423	345	10.050
2010	4.281	4.615	2.304	1.673	706	452	355	10.526
2011	4.542	4.565	2.286	1.631	734	470	356	10.808
2012	4.693	4.531	2.236	1.603	762	486	370	10.948
2013	4.808	4.556	2.291	1.567	786	504	378	11.115
2014	4.869	4.498	2.311	1.484	811	513	389	11.167
2015	4.913	4.489	2.288	1.492	839	514	396	11.215
2016	4.972	4.497	2.269	1.522	859	502	404	11.311
2017	5.083	4.525	2.266	1.544	874	500	411	11.467
2018	5.246	4.571	2.335	1.521	896	496	422	11.744

Kaynak: BP, 2019

4.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynağı en genel anlamıyla; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanmaktadır (Akıncı ve Kök, 2017).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yaptığı tanıma göre yenilenebilir enerji, tüketildiğinden daha fazla oranda doldurulan ve doğal süreçlerden türeyen bir enerjidir. Coğrafi olarak daha çok yoğunlaşan doğalgaz, kömür ve petrol gibi geleneksel kaynakların aksine yenilenebilir enerji teknolojileri önemli bir dağılma potansiyeline sahip olduğu için küresel olarak yayılmaktadırlar. Uluslararası Enerji Ajansı'nın bütün senaryolarında yenilenebilir enerjinin ulaşım sektörü, ısıtma-soğutma ve elektrik üretimindeki katkılarıyla birlikte rolünün zamanla önemli derecede artacağı beklenmektedir. Bu gelişmeler ışığında hükümetler destekleyici politikaları devreye sokmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları 2000 yılından bu yana küresel temiz enerji sektöründeki büyümenin çoğunda etmen olmuştur. Dünyadaki bütün

lkeler en azından bir tane yenilenebilir kaynağa sahiptir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi hızlı bir Şekilde artmaya devam etmektedir (International Energy Agency [IEA], 2015).

Sanayi Devrimi ile dünya nüfusunun artması, endüstrileŐmenin de artmasına ve buna bağlı olarak fosil yakıtların daha fazla tüketilmesine neden olmuştur. Tüketilen fosil yakıtlar atmosferdeki sera gazı miktarını arttırarak küresel sıcaklık değerlerini en üst seviyeye çıkarmıştır (Gürsoy, 2004).

Teknolojinin gelecekte ekonomik olarak geliŐmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanabilmeyi sağlayacaktır. Gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması, fosil yakıtların neden olduğu çevresel zararları en aza indirecektir. Yenilenebilir enerji kaynakları tkenmezdir, atmosfere kirletici gaz salgılamaz ve güvenilirdir. Genel olarak bakıldığında dezavantaj olarak yenilenebilir enerji kullanımının maliyetli olduğu görülmektedir. Ancak fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ve ekonomimizi dışa bağımlı hale getirdiği düŐünüldüđünde yenilenebilir enerjinin maliyetleri pek önem arz etmemektedir (Anatrk ve zata, 2019).

Türkiye, yenilenebilir enerji bakımından zengin olduğu için ithal edilen fosil yakıtların kullanımını yerine, yerli olarak ifade edilen yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih ederek hem temiz bir evre hem de dışa bağımlı olmayan bir ekonomiye sahip olabilecek kapasiteye sahiptir.

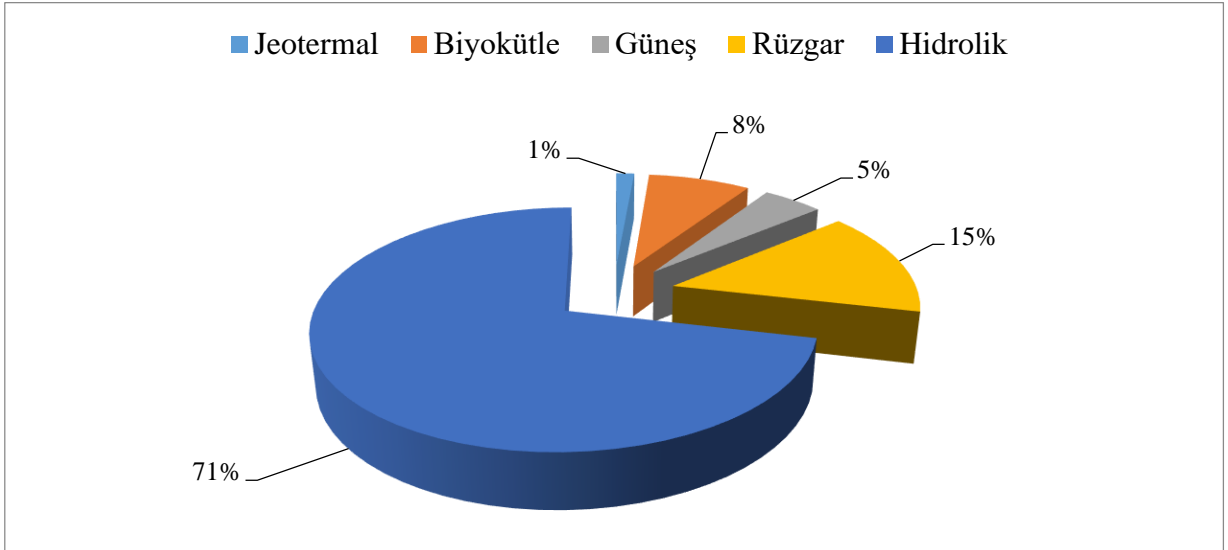
Çizelge 4.3'te yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim rakamları verilmiştir. Buna göre 2018 yılına bakıldığında üretim en fazla olduğu kaynağın 4.267.085 GWh ile hidrolik enerji olduğu görülmektedir. Hidrolik enerjiden sonra en çok üretimi yapılan kaynaklar sırasıyla rüzgar, güneş, biyokütle ve jeotermal enerjidir.

Çizelge 4.3. Dünya yenilenebilir enerji üretimi (GWh)

	Jeotermal	Biyokütle	Güneş	Rüzgar	Hidrolik
2011	69.739	340.405	65.641	433.750	3.586.328
2012	70.716	374.731	101.788	525.684	3.772.763
2013	72.129	407.221	137.649	636.151	3.874.420
2014	77.153	443.385	192.792	713.163	3.993.066
2015	81.052	466.697	252.358	829.825	3.990.276
2016	83.145	484.270	325.680	955.955	4.162.864
2017	85.891	495.401	438.034	1.133.623	4.177.247
2018	88.408	522.552	562.033	1.262.914	4.267.085

Kaynak: IRENA, 2018

Şekil 4.4'te yenilenebilir enerji üretiminin 2011-2018 dönemine ait verilerin ortalaması alınarak yüzdeleri verilmiştir. Buna göre, yenilenebilir enerji üretiminde en etkili kaynağın % 71'lik payı ile hidrolik enerji olduğu ve onu %15 ile rüzgar, %8 ile biyokütle, %5 ile güneş ve son olarak %1 ile jeotermal enerjinin takip ettiği görülmektedir.



Şekil 4.4. Dünya yenilenebilir enerji üretim payları (2011-2018 dönemi)

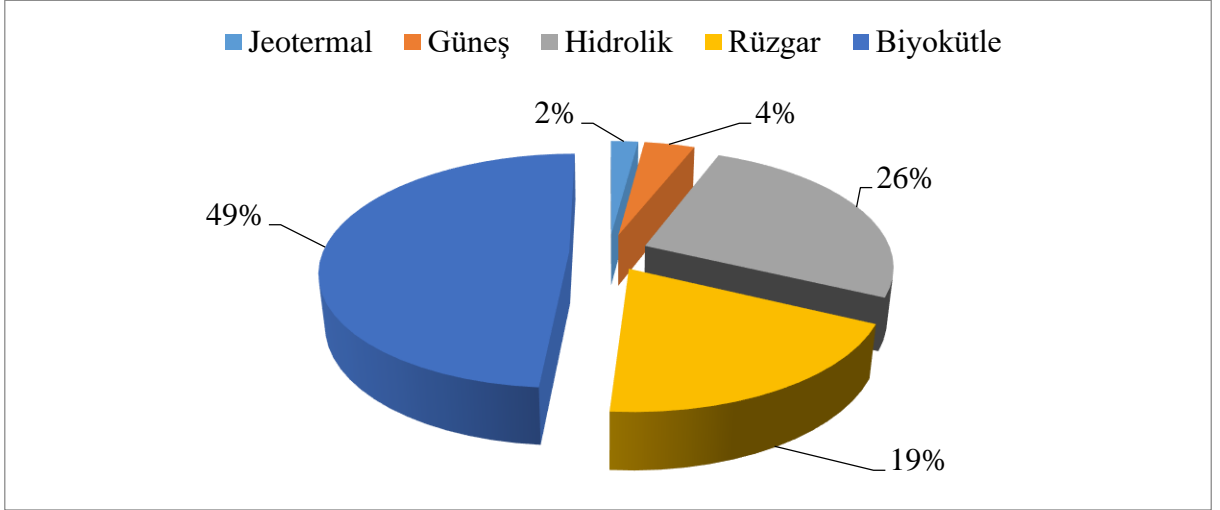
Çizelge 4.4'te dünya yenilenebilir enerji tüketimi, Energy Information Administration (EIA) 2020 verileri ışığında gösterilmiştir. Buna göre tüketimi en fazla olan enerji kaynağı 2019 yılında 4.985 trilyon btu ile biyokütle enerjisidir. İkinci sırada rüzgar enerjisi yer alırken onu sırasıyla hidrolik, güneş ve jeotermal enerji takip etmektedir.

Çizelge 4.4. Dünya yenilenebilir enerji tüketimi (Trilyon Btu)

Yıllar	Jeotermal	Güneş	Hidrolik	Rüzgar	Biyokütle
2011	212	112	3.103	1.168	4.609
2012	212	159	2.629	1.340	4.508
2013	214	225	2.562	1.601	4.848
2014	214	338	2.467	1.728	4.994
2015	212	427	2.321	1.777	4.983
2016	210	570	2.472	2.096	5.015
2017	210	777	2.767	2.343	4.979
2018	209	916	2.663	2.482	5.031
2019	209	1.043	2.492	2.732	4.985

Kaynak: EIA, 2019

Şekil 4.5'te yenilenebilir enerji tüketiminin 2011-2019 dönemine ait ortalamaları alınarak yüzdeleri verilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji kaynakları arasında en fazla tüketilen kaynak %49 ile biyokütle enerjisidir. Biyokütle enerjisinden sonra sırasıyla %26 ile hidrolik, %19 ile rüzgar, %4 ile güneş ve son olarak %2 ile jeotermal enerji gelmektedir. Jeotermal enerjinin üretimde ilk sırada yer alırken tüketimde tam tersine son sırada olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. Dünya yenilenebilir enerji tüketim payları (2011-2018 dönemi)

4.1.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon süreci ile açığa çıkan ışımaya enerjisidir. Yeryüzünde en yaygın bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinden elektrik ve ısı elde etmek için faydalanılmaktadır (Yıldırım ve Teke, 2013).

Seçilmiş ülkelerde güneş enerjisi kapasiteleri International Renewable Energy Agency (IRENA) verileri ışığında Çizelge 4.5'te verilmiştir. Buna göre güneş enerjisi kapasitesinin en fazla olduğu ülke 205.493 mw ile Çin'dir ve seçilen ülkeler arasında %39'luk bir paya sahiptir. Türkiye'nin ise 5.996 mw kullanımı ile 13. sırada yer aldığı ve %1'lik paya sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Ülkelere göre güneş enerjisi kapasiteleri (MW)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Çin	43.549	77.809	130.822	175.287	205.493
ABD	23.442	34.716	43.115	53.184	62.298
Japonya	28.615	38.438	44.226	55.500	61.840
Almanya	39.224	40.679	42.293	45.181	49.018
Hindistan	5.593	9.789	18.152	27.355	35.060
İtalya	18.907	19.289	19.688	20.114	20.906
Birleşik Krallık	9.601	11.930	12.782	13.118	13.616
Avustralya	5.946	6.689	7.354	8.627	13.252
İspanya	7.008	7.017	7.027	7.068	11.065
Fransa	7.138	7.702	8.610	9.617	10.571
Güney Kore	3.615	4.502	5.835	7.130	10.505
Hollanda	1.515	2.409	2.903	4.522	6.725
Türkiye	250	834	3.422	5.064	5.996
Tayland	1.425	2.451	2.702	2.967	2.987
Yunanistan	2.604	2.604	2.606	2.652	2.763
DÜNYA	222.091	295.948	388.569	486.721	584.842

Kaynak: IRENA, 2020

4.1.2.2. Rüzgar Enerjisi

Yenilenebilir, doğal ve temiz bir enerji çeşidi olan rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Rüzgar; birbirine komşu bulunan iki basınç arasındaki farklılıklardan dolayı meydana gelen ve yüksek basınç merkezinden alçak basınç merkezine doğru hareket eden hava akımıdır (ETKB, 2019). Seçilmiş ülkelerde rüzgar enerjisi kapasiteleri International Renewable Energy Agency verileri ışığında Çizelge 4.6'da verilmiştir. Buna göre rüzgar enerjisi kapasitesi en fazla olan ülke 210.478 mw ile Çin'dir ve seçilmiş ülkeler arasında %37'lik bir paya sahiptir. İkinci sırada 103.584 mw ile ABD bulunmakta ve onu da 60.840 mw kapasitesi ile Almanya

takip etmektedir. 7.591 mw rüzgar enerjisi kapasitesiyle Türkiye 10. sırada yer alırken %1'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6. Ülkelere göre rüzgar enerjisi kapasiteleri (MW)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Çin	131.048	148.517	164.374	184.665	210.478
ABD	72.573	81.286	87.597	94.417	103.584
Almanya	44.580	49.435	55.580	58.843	60.840
Hindistan	25.088	28.700	32.848	35.288	37.505
İspanya	22.943	22.990	23.124	23.405	25.553
Birleşik Krallık	14.306	16.126	19.585	21.770	23.975
Fransa	10.298	11.567	13.449	14.900	16.260
İtalya	9.137	9.384	9.737	10.230	10.758
İsveç	5.819	6.435	6.611	7.300	8.888
Türkiye	4.503	5.751	6.516	7.005	7.591
Avustralya	4.234	4.327	4.816	5.679	7.133
Polonya	4.486	5.747	5.759	5.766	5.917
Portekiz	4.937	5.124	5.124	5.172	5.233
Belçika	2.176	2.370	2.797	3.261	3.780
DÜNYA	416.241	466.844	514.376	563.186	622.408

Kaynak: IRENA, 2020

4.1.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji; yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde biriken ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir, sürdürülebilir, güvenilir, çevre dostu bir birincil enerji kaynağıdır (Erkul, 2012).

Seçilmiş ülkelerde jeotermal enerji kapasiteleri, International Renewable Energy Agency (IRENA) 2020 verileri ışığında Çizelge 4.7'de verilmiştir. Amerika 2.555 mw

kapasitesi ve %18'lik payı ile birinci sırada yer alırken Türkiye 1.515 mw kapasitesi ve yaklaşık %12'lik payı ile dördüncü sıradadır.

Çizelge 4.7. Ülkelere göre jeotermal enerji kapasiteleri (MW)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Amerika	2.542	2.517	2.483	2.541	2.555
Endonezya	1.439	1.644	1.809	1.946	2.131
Filipinler	1.916	1.916	1.916	1.928	1.928
Türkiye	624	821	1.064	1.283	1.515
Yeni Zelanda	941	941	941	941	941
Meksika	906	926	926	951	936
DÜNYA	11.814	12.257	12.702	13.227	13.909

Kaynak: IRENA, 2020

4.1.2.4. Hidrolik Enerji

Hidroelektrik santraller (HES) akan suyun gücünü elektriğe dönüştürmekte ve akan su içindeki enerji miktarını, suyun düşüş ve akış hızını tayin etmektedir. Sera gazı emisyonu yaratmaması, inşaatının yerli imkanlarla yapılabilmesi, istihdam olanağı yaratması ve kırsal kesimdeki sosyal ve ekonomik yapıyı güçlendirmesi açısından önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır (ETKB, 2019).

Hidroelektrik enerjisi santralleri, Türkiye'de ve gelişmiş dünya ülkelerinde çokça kullanılan elektrik enerjisi üretim yöntemlerinden biridir. Türkiye'de üretilen enerjinin yaklaşık %25 gibi önemli bir oranı, hidroelektrik santrallerden karşılanmaktadır (Dinçer, Atik, Yılmaz ve Çıngı, 2017). Seçilmiş ülkelerde hidrolik enerji kapasiteleri International Renewable Energy Agency verileri ışığında Çizelge 4.8'de verilmiştir. En fazla hidrolik enerji kapasitesi 356.403 mw ile Çin'e aittir. İkinci sırada 102.729 mw kapasitesi ile ABD, üçüncü sırada 51.473 mw ile Rusya gelmektedir. Türkiye'nin ise 28.503 mw kapasitesi olduğu ve yedinci sırada yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.8. Ülkelere göre hidrolik enerji kapasiteleri (MW)

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Çin	319.530	332.070	343.775	352.261	356.403
ABD	102.240	102.692	102.703	102.847	102.769
Rusya	50.998	51.016	51.241	51.333	51.473
Hindistan	47.103	47.624	49.536	50.082	50.225
Japonya	50.035	50.117	50.014	50.031	50.008
Norveç	31.372	31.817	31.912	32.530	32.592
Türkiye	25.868	26.681	27.273	28.291	28.503
Fransa	25.552	25.621	25.707	25.793	25.814
İtalya	22.220	22.298	22.426	22.499	22.900
İspanya	20.053	20.080	20.079	20.080	20.118
İsveç	16.329	16.466	16.502	16.431	16.431
İsviçre	13.815	14.806	15.353	15.506	15.506
DÜNYA	1.211.509	1.246.425	1.272.628	1.295.019	1.307.994

Kaynak: IRENA, 2020

4.1.2.5. Biyokütle (Biomass) Enerjisi

Doğada yılda 150 milyar ton biyokütle üretilmektedir. Biyokütle enerjisinin kullanımı sonucunda CO₂ açığa çıkmaktadır. Fakat bitkisel biyokütle meydana geldiği anda CO₂ bitkiler tarafından emildiği için, karbon döngüsü nedeniyle biyokütle enerji kaynakları fosil yakıtlara göre %90 daha az CO₂ yaymaktadır (Kaplukan, 2014).

Seçilmiş ülkelerde biyokütle enerjisi kapasiteleri International Renewable Energy Agency (IRENA) 2019 verileri ışığında Çizelge 4.9'da verilmiştir. Buna göre biyokütle enerji kapasitesi en fazla olan ülkenin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında da olduğu gibi yine Çin olduğu görülmektedir. 983 mw kapasitesi ile Türkiye, seçilmiş ülkeler arasında 11. Sırada yer almaktadır.

Çizelge 4.9. Ülkelere göre biyokütle enerjisi kapasiteleri (MW)

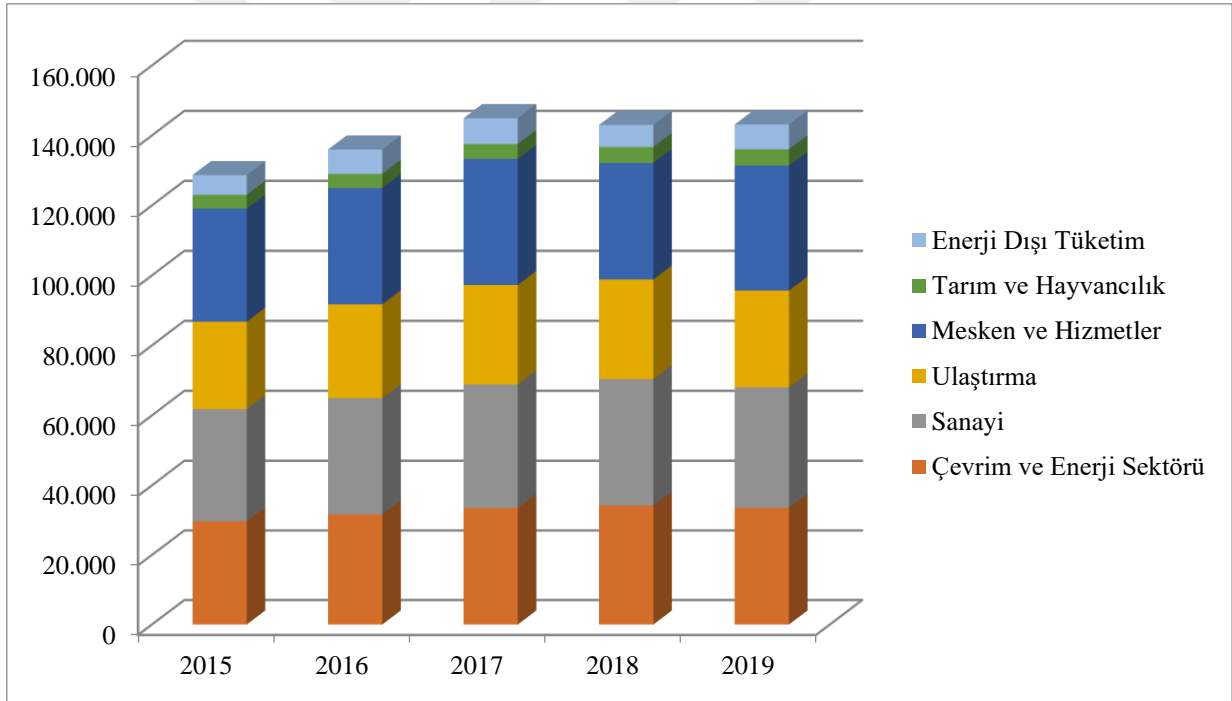
Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019
Çin	7.977	9.269	11.234	13.235	16.530
ABD	12.969	12.903	12.838	12.712	12.450
Hindistan	5.478	8.895	9.417	10.140	10.228
Almanya	8.429	8.660	8.982	9.651	9.981
Birleşik Krallık	4.808	5.245	5.476	6.963	7.261
İsveç	4.716	4.850	4.822	5.021	5.021
İtalya	3.367	3.439	3.450	3.491	3.891
Japonya	1.901	2.213	2.608	2.793	3.197
Finlandiya	1.987	2.008	2.230	2.230	2.279
Avusturya	1.396	1.393	1.290	1.271	1.336
Türkiye	271	359	472	587	983
DÜNYA	96.764	104.576	110.539	117.738	124.026

Kaynak: IRENA, 2020

5. TÜRKİYE’DE ENERJİ KULLANIMI

Türkiye’de, enerji ihtiyacını karşılamak üzere 1980’lerden başlayarak fosil kaynaklı ve ithalata dayalı yüksek maliyetli yatırımlar yapılmış ve enerjideki dışa bağımlılık ciddi boyutlara ulaşmıştır. Enerji arzında 1990 yılında %51,6 olan dışa bağımlılık, 2002 yılında %67,2’ye yükselmiş ve 2018’de bu oran %72,4’e çıkmıştır (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği [TMMOB], 2020).

Şekil 5.1’de Türkiye’de sektörlere göre enerji tüketimi verileri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı enerji denge tablosu ışığında gösterilmiştir. Buna göre 2015-2019 dönemi ortalamasına bakıldığında enerjinin 34.272 bin tep sanayi sektöründe, 34.111 bin tep mesken ve hizmetlerde, 32.527 bin tep çevrim ve enerjide, 27.253 bin tep ulaşırmada, 6.677 enerji dışı tüketimde ve son olarak 4.305 bin tep ise tarım sektöründe kullanılmaktadır.



Şekil 5.1. Türkiye’de sektörlere göre enerji tüketimi (Bin Tep)

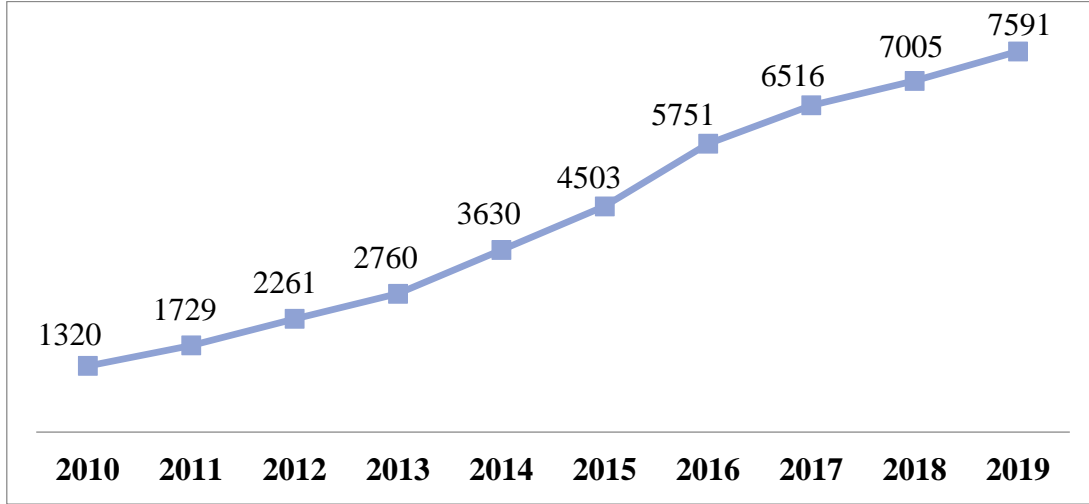
Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı konumdadır. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık olarak 170 MW enerji gelmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 100 MW olduğu düşünülürse bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi, enerji üretiminin 1.700 katıdır (Varınca ve Gönüllü, 2006). Çizelge 5.1'e göre yağışlı gün sayısının fazla olması ve coğrafi konumu nedeniyle en az ışınlam alan bölge Karadeniz bölgesidir. Marmara ve Ege orta değerlerde ışınlam alırken, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu yüksek değerlerde ışınlam alan bölgelerimizdir. Bu bölgelerde güneş enerjisine yatırım yapmak daha verimli ve yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi diğer bölgelere göre daha kısadır.

Çizelge 5.1. Bölgelerin ışınlam değerleri ve güneşlenme süreleri

Bölgeler	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² – yıl)	Güneşlenme Süresi (saat – yıl)
Güneydoğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971

Kaynak: TMMOB, 2020

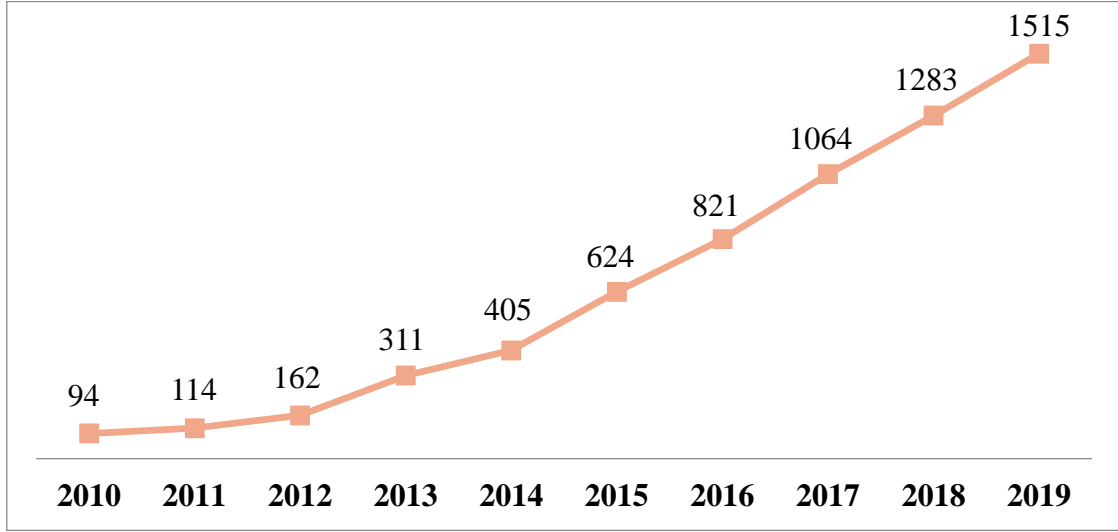
Türkiye'de rüzgar enerjisi ile ilgili çalışmalar 1996 yılında başlamıştır. Üç türbinden oluşan ve 1,5 MW kurulu güce sahip olan ilk santral 1998 yılında İzmir'in Çeşme ilçesine bağlı olan Germiyan köyünde kurulmuştur. 2019 yılında Türkiye'de bulunan rüzgar enerji santrali sayısı 183 ve kurulu türbin sayısı 3.155'e ulaşmıştır. Şekil 5.2'de görüldüğü gibi Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB) 2019 raporuna göre ülkemizde kurulu rüzgar gücü 2008 yılında 364 MWm iken 2019 yılında 7.591 MWm'e yükselmiştir.



Şekil 5.2. Türkiye’de kurulu rüzgar gücü (MWm)

Türkiye jeotermal açıdan dünya ülkeleri arasında zengin bir konumdadır ve yaklaşık 1.000 adet doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynaklara sahiptir. Jeotermal potansiyel oluşturan alanların %78’i Batı Anadolu’da, %9’u İç Anadolu’da, %7’si Marmara Bölgesi’nde %5’i Doğu Anadolu’da ve %1’i diğer bölgelerde yer almaktadır. Türkiye’de jeotermal kaynakların %90’ı düşük ve orta sıcaklıkta olup doğrudan uygulamalar için, %10’u ise dolaylı uygulamalar için uygundur. Jeotermal enerji uygulamalarında ilk elektrik üretimi 1975 yılında 0,5 MWe güce sahip olan Kızıldere Santrali ile başlatılmıştır (Erkul, 2012).

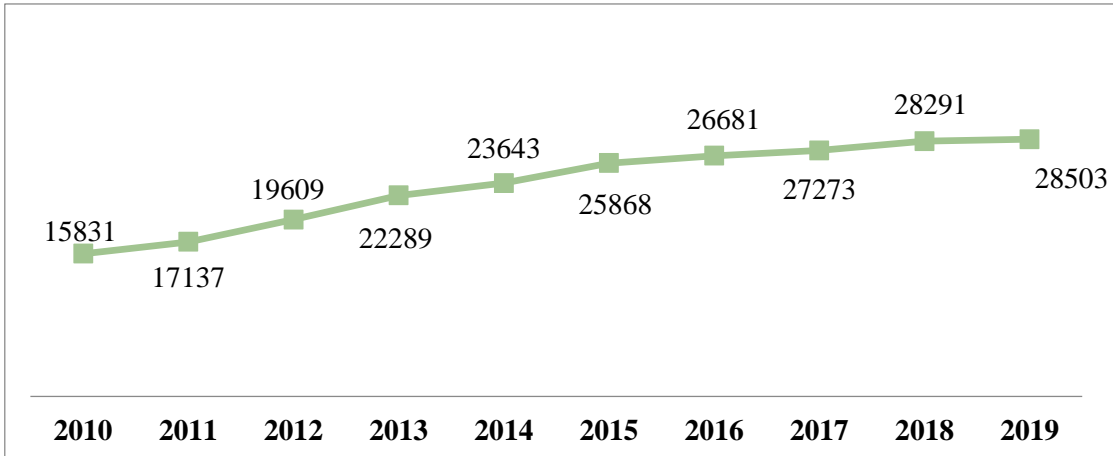
Şekil 5.3’de görüldüğü gibi ülkemizde jeotermal enerji kurulu gücü yıllar itibariyle giderek artış göstermektedir. International Renewable Energy Agency (IRENA) 2020 verilerine göre Türkiye’nin 2010 yılında 94 MW olan kurulu gücü 2019 yılında 1.515 MW değerine ulaşmıştır ve jeotermal enerji santrali sayısı 54’tür.



Şekil 5.3. Türkiye jeotermal enerji kurulu gücü (MW)

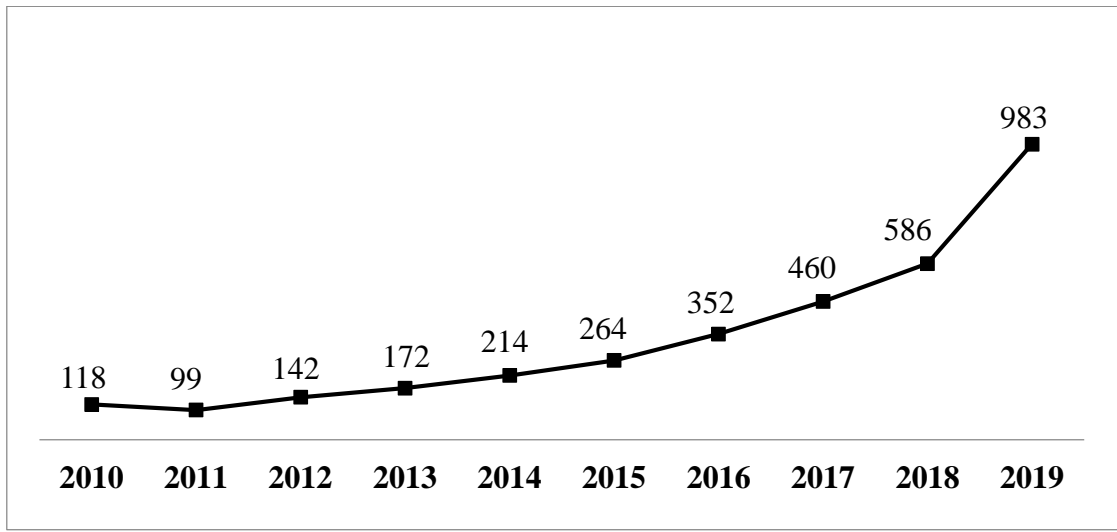
Türkiye'nin coğrafi konumundan dolayı hidroelektrik gücünden faydalanılmak istenmektedir. Bu yüzden son dönemlerde hızla artan HES projeleri dikkatleri üzerine çekmektedir (Yaman ve Haşıl, 2018).

Şekil 5.4'te International Renewable Energy Agency (IRENA) 2020 verilerinden hareketle Türkiye'nin 2010 yılında 15.831 MW olan hidrolik enerji kurulu gücünün 2019 yılında 28.503 MW'a yükseldiği görülmektedir. Türkiye'de kayıtlı santral sayısı ise 656'dır.



Şekil 5.4. Türkiye hidrolik enerji kurulu gücü (MW)

Biyokütle; kolaylıkla bulunabilirlik, sürdürülebilirlik ve çevre üzerinde istenmeyen etkiye sebep olmama gibi bazı önemli avantajlara sahip olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Biyokütle enerjisi çevre ile dostu olması, sürdürülebilir enerji üretimini sağlamsı ve kalkınmayı hedefleyen özellikleri ile tüm dünyada geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bu sebeple dünyada ve Türkiye’de biyokütlenin enerji üretiminde değerlendirilmesi konusu önem kazanmıştır (Kapluhan, 2014). Şekil 5.5’ten izleneceği gibi Türkiye’de biyokütle kurulu gücü 2010 yılında 118 MW iken 2019 yılında 983 MW olmuş ve ciddi bir artış göstermiştir (IRENA, 2020).



Şekil 5.5. Türkiye’de kurulu biyokütle gücü (MW)

Çizelge 5.2.’de Türkiye’nin 2010-2019 yılları arasında hidrolik, jeotermal, rüzgar, güneş ve biyokütleden oluşan toplam yenilenebilir kurulu gücünün toplam kurulu gücün içindeki payı gösterilmiştir. Türkiye’de yenilenebilir enerjinin toplam kurulu gücün içindeki payı 2010 yılında %35 iken her yıl artış göstererek 2019 yılında %49’a ulaşmıştır.

Çizelge 5.2. Yenilenebilir kaynaklı kurulu gücün Türkiye toplam kurulu gücü içindeki payı

Yıllar	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgar	Güneş	Biyokütle	Toplam Yenilenebilir	Türkiye Toplam Kurulu Gücü	Yenilenebilir Enerjinin Payı %
2010	15.831	94	1.320	-	86	17.331	49.524	35
2011	17.137	114	1.729	-	104	19.084	52.911	36,1
2012	19.609	162	2.261	-	147	22.180	57.059	38,9
2013	22.289	311	2.760	-	178	25.538	64.008	39,9
2014	23.643	405	3.630	40	277	27.945	69.520	40,2
2015	25.868	624	4.503	249	277	31.521	73.147	43,1
2016	26.681	821	5.751	833	364	34.450	78.497	43,9
2017	27.273	1.064	6.516	3.421	477	38.751	85.200	45,5
2018	28.291	1.283	7.005	5.063	622	42.264	88.551	47,7
2019	28.503	1.515	7.591	5.995	1.163	44.767	91.267	49,6

Kaynak: TMMOB, 2020

5.1. Tarımda Enerji Kullanımı

Tarım, dünyanın batı bölgelerinde yaklaşık 1945 yılından bu yana büyük ölçüde mekanik olmuş ve gübre, tarım ilaçları yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Mekanizasyon araçlarının kullanılması tarımda insan gücü kullanımını sınırlandırmıştır. Tarımda doğrudan ya da dolaylı olarak fosil yakıtların kullanılması, üreticileri ekonomik açıdan kazançlı duruma getirirse de enerji kaynaklarının az olması ve dikkatsiz kullanılması sonucunda oluşan istenmeyen yan etkiler, enerji tüketimini doğru bir şekilde planlama ve dikkatli bir şekilde değerlendirmeyi gerektirmektedir (Öztürk, Yaşar ve Eren, 2010).

Tarımda enerji kullanımı doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Doğrudan enerji kullanımı; bitkisel üretimde, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştirilmesinde, tarım ürünlerinin taşınma, işleme ve değerlendirilmesinde kullanılan elektrik, petrol ürünleri, doğalgaz, kömür vb. kaynakların kullanımını sağlar. Dolaylı enerji kullanımı ise tarımsal

mekanizasyon araç ve makinaları, kimyasal gübreler, tarım ilaçlarının üretim, paketlenme ve taşınmasında kullanılan enerjileri kapsar (Öztürk, 2006).

Çizelge 5.3'te tarımda toplam yenilenemez enerji tüketimi verileri gösterilmiştir. 2010 yılında 209.699 terajoule olan enerji tüketiminin yıllar itibariyle düşüş gösterdiği ve 2018 yılında 157.017 terajoule olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.3 Tarımda toplam yenilenemez enerji tüketimi (terajoule)

2010	209.699
2011	228.651
2012	177.699
2013	165.933
2014	174.550
2015	140.592
2016	138.196
2017	157.017
2018	157.017

Kaynak: (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2018)

5.2. Tarımda Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Sulama, ürün kurutma, sera ve hayvan barınaklarının ısıtma ve soğutulması tarımsal üretim işlemleri arasında çok fazla miktarda enerji tüketilen bazı işlemlerdir. Bu işlemler sırasında çoğunlukla; doğalgaz, elektrik, motorin, sıvılaştırılmış petrol gazı ve propan gibi yakıtlar kullanılır. Fosil yakıtların doğrudan veya dolaylı olarak kullanımının getirdiği çevresel sorunların etkin bir şekilde önlenmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılması gerekmektedir. Tarım sektörü bölgesel koşullara bağlı olarak değişim gösterdiği için yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik uygulanabilirliğini ve uygulama yöntemini etkilemektedir. (Öztürk, Yaşar ve Eren, 2010).

Tarımda yenilenebilir enerji kullanılması durumunda; işletme giderleri azalır, fosil enerji ihtiyacının azalmasıyla birlikte fosil yakıt ihracatı azalır, elektriksel güç için aşırı talep

azalır, çevre kirliliği azalır. Ekonomik açıdan gelişme sağlanır. Tarım alanlarında yenilenebilir enerji kullanımı için birtakım ihtiyaçlar vardır. Örneğin; güneş enerjisi için tarımsal yapılar doğal aydınlatmaya uygun olarak tasarlanmalı, zeminden ısıtma yapılmalı, duvarlar güneş görmeli ve güneş ışınımı engellenmemelidir. Bu ihtiyaçların karşılanması durumunda üretimde artış sağlanmasıyla beraber aydınlatma giderleri de azalacaktır. Jeotermal enerji kullanımında yatay ve dikey kuyular için yer gereklidir ve jeotermal akışkanın kimyasal yapısı önemlidir. Biyokütle enerjisi için tarım alanlarında ve ormanlarda bulunan atıklardan sürekli olarak sağlanan organik materyallere ihtiyaç vardır. Bu sayede atık kontrolü sağlanabilir, işletme giderleri azalır ve çevreye olumlu etki sağlanır. Rüzgar enerjisi için belirli hızda esen rüzgar gereklidir ve rüzgar enerjisi kullanımı gelişen teknoloji ile birlikte enerji birim maliyetlerini düşürecektir. Son olarak hidrolik enerji kullanımı için güvenilir su akımı gereklidir. Kurulum için yapılan yatırım sulama ve taşkın amaçlı da kullanılabilir (Öztürk, 2006).

6. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeye etkisine dayalı verilerin modellenmesinde kullanılan istatistiksel analizlere yer verilmiştir.

Türkiye’de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi açıklamak üzere Vektör Hata Düzeltme (VEC) modelinden yararlanılmıştır. Modelde içsel değişkenler olarak sabit fiyatlarla GSYİH ve yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı kullanılırken, dışsal değişkenler olarak sabit fiyatlarla brüt sermaye stoğu ve 1994, 2001 ve 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişken kullanılmıştır. Değişkenler, model sonuçlarının doğrudan uzun dönem esneklikleri verebilmesi için logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir.

Çizelge 6.1’de birim kök test sonuçları verilmiştir. LGSYİH; sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla, LYEN; yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji kullanımı içindeki payını ve LBSS; brüt sermaye stoğunu temsil etmektedir. ADF testi sonucuna göre; üç değişken de düzeyde durağan olmayıp birinci dereceden farkları alındığında 0,01 anlamlılık düzeyinde durağan olmuştur.

Çizelge 6.1. Birim kök test sonuçları

	Düzyey		Birinci Dereceden Fark	
	ADF Katsayısı	Kritik Değer (0,01)	ADF Katsayısı	Kritik Değer (0,01)
LGSYİH	-0,550167	-3,546099	-7,483526	-3,548208
LYEN	-1,900584	-3,557472	-7,844076	-3,560019
LBSS	-1,010113	-3,653730	-7,822475	3,611661

Gecikme uzunluğunun tahmini, VAR modeli kullanılarak yapılan tahminlerde önemli bir adımdır ve gecikme uzunluğu farklı kriterler yardımı ile tespit edilebilmektedir (Aytaç ve Güran, 2010). Bu kriterler; Sıralı Modifiye LR Test İstatistiği (LR), Nihai Tahmin Hatası (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC) ve Hannan Quinn (HQ)'dir. Bunlardan hareketle Çizelge 6.2'de görüldüğü üzere FPE ve AIC 3 gecikme için minimum değer verirken LR, SC ve HQ 1 gecikmede minimum değer vermiştir ve ele alınan zaman periyodunun çok uzun olmaması ve amacın tutarlı gecikme seviyesini belirlediğinden dolayı 1 gecikme uygun gecikme seviyesi olarak saptanmıştır.

Çizelge 6.2. Gecikme uzunluğunun seçimi

Gecikme Uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	20,58305	NA	0,001135	-1,10553	-0,91871	-1,04576
1	77,32564	98,35383*	3,38e-05	-4,62171	-4,24805*	-4,50217*
2	81,24105	6,264651	3,43e-05	-4,61607	-4,05559	-4,43676
3	86,62293	7,893420	3,18e-05*	-4,70819*	-3,96089	-4,46912

*Uygun gecikme uzunluğu

Çizelge 6.3'te tüm model tipleri için özet koentegrasyon testi sonuçları verilmektedir. Buna göre tüm modeller için iz ve maksimum özdeğer testi sonuçlarına göre değişkenler arasında 1 koentegrasyon matrisi bulunmaktadır. Bununla birlikte VEC tahmininde kullanılacak model seçimi için Akaike ve Schwarz kriterlerinin kullanıldığı testlerde en düşük katsayılar sahip olan 4 nolu modelin (doğrusal, sabit terim ve trend) önerildiği görülmektedir.

Çizelge 6.3. Özet koentegrasyon testi

	Yok	Yok	Doğrusal	Doğrusal	Kuadratik
Test Tipi	Sabit terimsiz Trend değişkensiz	Sabit terim Trend değişkensiz	Sabit terim Trend değişkensiz	Sabit terim Trend	Sabit terim Trend
İz Maks- Özdeğer	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
Akaike Bilgi Kriteri					
0	-4,409089	-4,409089	-4,322242	-4,322242	-4,810025
1	-4,801254	-5,457540	-5,416112	-5,76094*	-5,694930
2	-4,616070	-5,205812	-5,205812	-5,484535	-5,484535
Schwarz Bilgi Kriteri					
0	-4,222263	-4,222263	-4,042003	-4,042003	-4,436372
1	-4,427601	-5,037180	-4,949046	-5,247171	-5,134451
2	-4,055591	-4,551920	-4,551920	-4,737229	-4,737229

Çalışmada kullanılan doğrusal, sabit terim ve trend değişkeninin yer alacağı Johansen eşbütünleşme testi sonuçları Çizelge 6.4. ve Çizelge 6.5'te verilmiştir. Çizelge 6.4'te rank testi sonuçları özdeğer ve iz istatistiği değerleri ile %5 kiritik değeri verilmiştir. Test istatistiğinin örnek değeri anlam düzeyindeki kritik değerden büyük olduğundan dolayı hiç eşbütünleşme ilişkisi olmadığını ifade eden H_0 hipotezi reddedilmektedir. Değişkenler arasında %5 anlam düzeyinde 1 koentegrasyon bulunmaktadır.

Çizelge 6.4. Rank testi sonuçları

Test Edilen Eşbütünleşik Denklem	Özdeğeri	İz Değeri	%5 Kritik Değer	Prob. Değeri
Hiç**	0,83001	54,86877	25,87211	0,0000
En fazla 1	0,55335	1,70774	12,51798	0,9837

** İşareti red hipotezinin %5 anlam düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Çizelge 6.5'te maksimum özdeğer istatistiği ile bunun %5 kritik değeri verilmiştir. Değişkenler arasında %5 anlam düzeyinde 1 koentegrasyon bulunmaktadır. Çizelge 6.4. ve Çizelge 6.5'ten elde edilen sonuçlara göre, değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünleşme ilişkisi gözlemlenmiş ve aralarında uzun dönem bir ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Çizelge 6.5. Özdeğer testi sonuçları

Test Edilen Eşbütünleşik Denklem	Özdeğeri	Maksimum Özdeğer	%5 Kritik Değer	Prob. Değeri
Hiç**	0,830013	53,16102	19,38704	0,0000
En fazla 1	0,055335	1,70774	12,51798	0,9837

** İşareti red hipotezinin %5 anlam düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Vektör hata düzeltme modeli sonuçları Çizelge 6.6'da verilmiştir. Buna göre; bağımsız değişkenin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Modelin determinasyon katsayısı (R^2) 0,7767 olarak bulunmuş olup bu değer bağımlı değişkenin (sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla) bağımsız değişkenler tarafından %77,67 oranında açıklandığını ifade etmektedir. Diğer istatistiksel tanı testleri de modelin geçerli olduğunu göstermektedir.

Uzun dönemde yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payında %10'luk artış olması durumunda gayri safi yurtiçi hasılda %1,8 oranında artış olacağı tahmin edilmektedir.

Kısa dönemde ise yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payı ile GSYİH arasında ters yönlü bir ilişki tahmin edilmiştir. Buna göre; kısa dönemde yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payında %10'luk bir artış GSYİH'de %1,4 oranında azalışa neden olacaktır. Teorik olarak enerji tüketimindeki bir artışın GSYİH'yi arttıracığı beklenmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak üzere yapılacak yatırımlar kısa dönemde çevre açısından olumlu etkiler yaratırken GSYİH'de yaratacağı pozitif katkı ancak uzun dönemde ortaya çıkmaktadır.

Hata düzeltme modeline dışsal değişken olarak eklenen brüt sermaye stoğu katsayısı ve kriz yılları kukla değişkenine ait katsayıların işaretleri beklenti ile uyumlu çıkmıştır. Kısa dönemde brüt sermaye stoğunda yaratılacak %10'luk bir artış GSYİH'yi %2 oranında arttıracaktır. Diğer yandan kriz yılları kukla değişkenin negatif katsayıya sahip olması kriz dönemlerinde GSYİH'nin azalacağı anlamına gelmektedir.

Hata düzeltme teriminin katsayısının $EC(-1)$ -0,5087 hesaplanmış olup istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir ($p < 0,01$). Hata düzeltme katsayısının istatistiksel olarak anlamlı çıkmış olması sistemin doğru olduğunu göstermektedir. Hata düzeltme katsayısı 0 ile -1 arasında değerler almakta olup çalışmada elde edilen katsayı (-0,5087) değişkenler arasındaki uzun dönemde ortaya çıkacak sapmaların ortalama bir hızda dengeye geleceğini ifade etmektedir.

Çizelge 6.6. Vektör hata düzeltme modeli sonuçları

Değişkenler	LGSYİH	
LGSYİH(-1)	1,000000	
LYEN(-1)	-0,188727 (0,04069) [-4,63836]	
	D(LGSYİH)	D(LYEN)
Hata Düzeltme Terimi (EC(-1))	0,508704 (0,06011) [-8,46274]	0,441995 (0,46215) [0,95638]
D(LGSYİH(-1))	-0,145622 (0,09673) [-1,50538]	-1,606400 (0,74373) [-2,15993]
D(LYEN(-1))	-0,042497 (0,02348) [-1,81002]	-0,087746 (0,18051) [-0,48609]
DK	-0,023687 (0,01448) [-1,63575]	-0,128590 (0,11134) [-1,15497]
LBSS	0,202833 (0,02334) [8,69181]	-0,119195 (0,17942) [-0,66435]
R ²	0,815259	0,227719
Düzeltilmiş R ²	0,776772	0,066827
Akaike bilgi kriteri	-4,705071	0,625657
Schwarz bilgi kriteri	-4,424831	0,345417
F istatistiği	21,18237	1,415355
Log likelihood	76,57606	15,38485

Çalışmada kullanılan bir diğer yöntem olan Granger nedensellik testi sonuçları Çizelge 6.7’de verilmiştir. Çizelgenin son sütununda bulunan kuyruk olasılıklarının anlamlılık düzeyinden düşük olması H_0 olan LYEN’den LGSYİH’ye nedensellik ilişkisi yoktur hipotezinin reddedilebileceğini göstermekte ve tersi bir durumda ise H_0 reddedilememektedir. Bu bilgiler ışığında anlamlılık düzeyleri 0,05’ten büyük olduğu için, LYEN’den LGSYİH’ye nedensellik ilişkisi olmadığı, LGSYİH’den LYEN’e ise anlamlılık düzeyi 0,03 olduğundan dolayı nedensellik ilişkisinin bulunduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisinin 0.05 anlamlılık düzeyinde tek yönlü, 0,10 anlamlılık düzeyinde çift yönlü olduğu söylenebilir.

Çizelge 6.7. Granger nedensellik testi sonuçları

Bağımlı Değişken: LGSYİH			
	Ki-kare	sd	Olasılık
LYEN	3,276155	1	0,0703
Bağımlı Değişken: LYEN			
	Ki-kare	sd	Olasılık
LGSYİH	4,665290	1	0,0308

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye, yüksek enflasyon, artan işsizlik, enerjide büyük ölçüde dışa bağımlılık ve dış ticaret sorunları ile karşı karşıyadır. Enerji, sosyal ve ekonomik gelişme için en temel faktörlerden biridir ve enerji konusunda nihai hedeflere ulaşmak için ekonomide yapısal bir dönüşüm gerekmektedir. Bu sorunları çözebilmek adına, teknolojik ilerlemeyi tüm yönleriyle üretime dahil etmek, üretim endeksli ekonomiye geçiş yapmak ve nitelikli iş gücü potansiyelini azami seviyeye çıkarmak gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilecek en önemli unsur çevrenin sürdürülebilirliğidir. Enerji ise kalkınma adına önemli bir kavram olmakla birlikte üretimin en büyük girdisi konumundadır. Bu nedenle çevre dostu yenilenebilir enerji kullanımını arttırmak kalkınmanın sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Nitekim yenilenebilir enerji kullanımı ile çevre kirliliği azalacak ve enerji verimli bir şekilde kullanılacaktır.

Çalışmada ekonomik yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisini ölçmek üzere hata düzeltme modelinden yararlanılmıştır. Model sonuçlarına göre sabit fiyatlarla GSYİH ile yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji içindeki payı arasındaki ilişki incelendiğinde beklentiyle uyumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın GSYİH'ı arttıracığı görülmektedir. Kısa dönemde ise yenilenebilir enerji tüketiminin GSYİH üzerindeki etkisinin negatif olduğu görülmektedir. Bu durum yapılan yenilenebilir enerji yatırımların olumlu etkilerinin uzun dönemde ortaya çıkacağını göstermektedir. Kısa dönemde sabit sermaye stoğundaki artışlar GSYİH üzerinde pozitif etkileye sahiptir. O halde sektörü ne olursa olsun üretim için yapılacak tüm yatırımların ekonomik büyümeyi arttıracığı açıkça ortadadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini arttırmak adına en önemli girişim, enerji politikalarının yeni teknolojilerle yerli ve yenilenebilir enerji sektörüne kaydırılmasıdır. Türkiye fosil kaynaklı enerji bakımından yüksek bir potansiyele sahip olmasa da yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli oldukça yüksek bir ülke konumundadır. Bu sebeple, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmasındaki payının yükselmesi için yenilenebilir enerji üretiminin etkin bir süreçle en verimli şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin enerji konusunda büyük oranda dışa bağımlı olması ve ithal edilen enerjinin çoğunlukla fosil kaynaklı olması beraberinde karbon emisyonu sorununu da getirmektedir. Tüketimi zararlı emisyonların azaltılmasında, yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi ve kullanımının artması büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarında ilk kuruluş maliyetleri yüksek maliyetli olarak görülse de, yenilenebilir enerji ve fosil kaynaklı yakıtlar arasındaki maliyet farkı teknolojik gelişme ve ilerleme sağlanması halinde düşürülebilecektir.

Türkiye'de, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik politikaları 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu'na göre belirlenmektedir. Bu teşviklerin başında da sabit fiyat garantisi gelmektedir. Sabit fiyat garantisinde, her bir üretim eşit olmamak şartıyla ayrı ayrı fiyatlar belirlenerek, devlet tarafından mevzuatta belirlenen şartlar dahilinde yenilenebilir enerji kullanımının desteklenmesi amaçlanmıştır. Hidroelektrik santraller için 7,30 cent/kwh, rüzgar enerjisine 7,30 cent/kwh, jeotermal enerjiye 10,50 cent/kwh, biyokütle enerjisine 13,30 cent/kwh ve güneş enerjisine de 13,30 cent/kwh teşvik verilmektedir (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017). Ancak bu teşvikler yalnızca elektrik enerjisi üretimi için olup teşviklerden yalnızca lisans sahibi tüzel kişiler yararlanabilmektedir. Bu nedenle teşviklerin artırılıp, daha geniş kapsamlı hale getirilmesi yenilenebilir enerji kullanım alanlarının da artmasını sağlayacaktır.

Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarında, santrallerde yerli hammadde ve malzeme kullanılması, santral kuruluş aşamasında maliyetin devlet tarafından desteklenerek azaltılması, elektrikli araç kullanıma teşvik etme gibi projelerin hayata geçirilmesi sağlanabilir.

Tarımsal üretimde de enerji kullanımına önem verilmesi gerekmektedir. İşletme ölçeğinde etkin bir mekanizasyon planlaması yapılmalı ve işletme için uygun olan mekanizasyon alt yapısı sağlanmalıdır. Tarım sektöründe fosil kökenli enerji tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir enerji kullanımının özendirilmesi adına birtakım önlemler alınmalıdır. Örneğin; çiftçilere yenilenebilir enerji kullanımı ile ilgili eğitimler verilebilir, kredi ve finansman desteği sağlanabilir. Yerli olarak üretilebilecek olan küçük ölçekli rüzgar türbinleri ve maliyeti düşürmek için aküsüz güneş panelleri tercih edilebilir ve böylece güneş ve rüzgardan daha fazla yararlanılabilir. Elektrikli traktör üretimi de yenilenebilir enerji kullanımını özendirmek adına önemli bir girişim olacaktır. Öncesinde biyodizel üretimi teşvik

edilerek mazot ihtiyacı bir nebze de olsa azaltılabilir. Bu gibi yatırımların ve girişimlerin daha etkili olabilmesi için ise kooperatifler ile birlikte hareket etmek gerekir. Tarımsal desteklemeler uygulanmalı ve desteklerin çevresel etkileri incelenerek girdi kullanımı sınırlandırılmalıdır. Hassas tarım uygulamaları ve tarımda teknoloji transferi desteklenmelidir.



KAYNAKLAR

- Akıncı, Z.D., Kök, M. (2007). Yenilenebilir enerji ve toplum sağlığı. İstanbul Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 5(1), ss:43-55.
- Akyüz, H.E. (2018). Vektör otoregresyon (VAR) modeli ile iklimsel değişkenlerin istatistiksel analizi. *International Journal of Research and Development*, 10(2).
- Anatürk, Ş., Özata, E. (2019). Türkiye’de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ekonometrik analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(68).
- Aydın, B., Unakıtan, G. (2012). Türkiye’de soya tarımının ekonometrik analizi. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), ss:6-14.
- Aydın, F. (2010). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(35), ss:317-340.
- Aytaç, D., Güran, M.C. (2010). Kamu harcamalarının bileşimi ekonomik büyümeyi etkiler mi? Türkiye ekonomisi için bir analiz. *Sosyoekonomi Dergisi*, 13(13), ss:129-152.
- Bal, O. (2017, Temmuz 10-12). *Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme Kavramına Teorik Bakış*. Uluslararası Avrasya Ekonomileri, İstanbul, Turkey. Erişim adresi: <https://www.avekon.org/papers/1839.pdf>
- Barro, R.J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), Pages:407-443.
- Berber, M. (2006). *İktisadi Büyüme ve Kalkınma*. 3. Baskı, Trabzon: Derya Kitabevi.
- British Petroleum (2018). Enerji görünümü raporu. Erişim adresi: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf>
- British Petroleum (2019). *Enerji görünümü raporu*. Erişim adresi: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>
- British Petroleum (2020). *Enerji görünümü raporu*. Erişim adresi: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2020.pdf>

- Demirci, N.S. (2017). Finansal gelişmişliğin özel sektör Ar-Ge harcamalarına etkisi: Türkiye için eşbütünleşme, nedensellik, etki-tepki analizleri ve varyans ayrıştırması (1990-2014). *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Sayı:74, ss:157-182.
- 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), Pages:1647-1669
- Dinçer, F., Atik, İ., Yılmaz, Ş., Çıngı, A. (2017). Hidrolik enerjisinden yararlanmada ülkemiz ve gelişmiş ülkelerin durumlarının analizi. *Mühendislik Dergisi*, 8(3), ss.555-561.
- Direkçi, T. (2006). *Kamu açıklarının makro ekonomik etkileri: Türkiye çalışması*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Adana.
- Doğan, B. (2010). *Enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği (1990-2008)* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Bilim Dalı, Konya.
- Edison, H., Levine, R., Ricci, L., Slok, T. (2002). International financial integration and economic growth. *Journal of International Money and Finance*, 21(6), Pages:749-776.
- Elibüyük, U., Üçgül, İ. (2014). Rüzgar türbinleri, çeşitleri ve rüzgar enerjisi depolama yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Journal of Yekarum*, 2(3).
- Energy Information Administration (2019). *International Energy Outlook*. Erişim adresi: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf>
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019). *Ulusal enerji dengesi tablosu*. Erişim adresi: https://enerjiapi.enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/Raporlar/Ulusal_Enerji_Denge_Tablolari/2019%20Y%C4%B1%20Genel%20Enerji%20Denge%20Tablosu.xlsx
- Engle, R.F., Granger, C.W.J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55(2), Pages: 251-276.
- Erdener, H., Gür, N., Erkan, S., Şengül, E., Eroğlu, E., Baç, N. (2013). *Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen*. Ankara: Odtü Yayıncılık.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M., Şentürk, A. (2018). Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), ss:233-246.

- Erkul, H. (2012). Jeotermal enerjinin ekonomik katkıları ve çevresel etkileri: Denizli-Kızıldere jeotermal örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(19), ss:1-30.
- Evli, S. (2018). *Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadı Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations*. (2018). Erişim adresi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GN>
- Grossman, G.M., Krueger, A.B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), Pages:353-377.
- Gürsoy, U. (2004). Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Ankara: Türk Tabipleri Birliği Yayınları.
- Hansen, P.R. (2003). Structural changes in the cointegrated vector autoregressive model. *Journal of Econometrics*, 114(2), Pages:261-295.
- Hiemstra, C., Jones, J.D. (1994). Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price volume relation. *The Journal of Finance the American Finance Association*, 49(5), Pages: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), Pages: 311-317.
- International Energy Agency. (2015). *Enerji görünümü raporu*. Erişim adresi: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2015>
- International Renewable Energy Agency. (2018). Erişim adresi: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jul/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2018.pdf
- International Renewable Energy Agency. (2020). Erişim adresi: <https://www.irena.org/publications/2020/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2020>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2), Pages: 231-254.

- Johansen, S., Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), Pages:169-210.
- Johansen, S. (2000). Modelling of cointegration in the vector autoregressive model. *Economic Modelling*, 17(3), Pages:359-373.
- Kadioğlu, S., Tellioglu, Z. (1996, Kasım 12-14). *Enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye etkileri*. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Türkiye Enerji Sempozyumu, Ankara. Erişim adresi: https://www.emo.org.tr/ekler/63ea51eeb9eb4b9_ek.pdf
- Kapluhan, E. (2014). Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: biyokütle enerjisinin dünyadaki ve Türkiye'deki kullanım durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 30, ss:97-125.
- Karagöl Tanas, E., Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, Nisan 2017, Sayı:197.
- Koç, E., Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları – yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 56(668), ss:36-47.
- 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), Pages:215-226.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D., Avcı, E.D. (2005, 19-25 Ekim). *Türkiye'de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması*. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Mersin. Erişim adresi: https://www.emo.org.tr/ekler/3f445b0ff5a783e_ek.pdf
- Kutlar, A. (2009). *Uygulamalı ekonometri* (3. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayın.
- 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.
- Mucuk, M., Uysal, D. (2009). Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi*, Sayı:157, ss:105-115.
- 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), ss:667-681.

- Özel, H.A. (2012). Ekonomik büyümenin temel teorileri. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), ss:63-72.
- Özgür, E. (2020). *Türkiye'nin enerji görünümü*. Ankara: Türk Mimar ve Mühendisler Odaları Birliği. Erişim adresi: <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2020>
- Öztürk, H.H. (2006). *Tarımda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı*. Erişim adresi: https://www.emo.org.tr/ekler/85e48a43c7f63ac_ek.pdf
- Öztürk, H.H., Yaşar, B., Eren, Ö. (2010). *Tarımda enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynakları*. Erişim adresi: http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ce30eeb956b8bbd_ek.pdf
- Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), Pages:289-326.
- Rashid, A. (2020). Understanding the prospective role of renewable energy in Pakistan's energy security strategy under vision 2025: a qualitative inquiry. (Ph.D. Thesis), İzmir Ekonomi Üniversitesi.
- REN21 Renewables Now. (2019). *Yenilenebilir enerji küresel durum raporu*. Erişim adresi: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- Serdar, S. (2020). *Türkiye hidroelektrik potansiyeli ve gelişme durumu*. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Türkiye Enerji Sempozyumu, Ankara. Erişim adresi: <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2020>
- Seydioğulları, H.S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), ss:19-25.
- Shukur, G., Mantalos, P. (2010) A simple investigation of the Granger-causality test in integrated-cointegrated VAR systems. *Journal of Applied Statistics*, 27(8), Pages:1021-1031.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), Pages: 1-48.
- Şahbaz, Ü. (2007). *Zaman serilerinde nedensellik analizi (Türkiye'de ekonomik büyüme ve turizm gelirleri arasındaki ilişkinin nedensellik analizi)*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Eskişehir.

- Tanrıseven, K. (2018). *Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümeye etkisi: Türkiye örneği*. (Doktora Tezi), Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Nevşehir.
- Taşdemiroğlu, E. (1988). *Solar Energy Utilization Technical and Economic Aspects*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). *Bilgi merkezi*. Erişim adresi: <https://enerji.gov.tr/enerji>
- Telatar, O.M., Terzi, H. (2009). Türkiye’de ekonomik büyüme ve cari işlemler dengesi ilişkisi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(2), ss:119-134.
- Toda, H.Y., Phillips, P.C. (2007). Vector autoregression and causality: a theoretical overview and simulation study. *Journal of Econometric Reviews*, 13(2), Pages:259-285.
- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (2020). *Oda Raporu*. Erişim adresi: <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2020>
- Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği. (2019). Türkiye rüzgar enerjisi istatistik raporu. Erişim adresi: <https://tureb.com.tr/eng/yayin/turkish-wind-energy-statistics-report-january-2019/126>
- Unakıtan, G., Türkekul, B. (2014). Türkiye’de enflasyon ve işsizlik ilişkisinin analizi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Samsun.
- Varınca, K., Gönüllü, M.T. (2006, 25-27 Mayıs). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının çevresel olumlu etkileri*. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Isparta. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net>
- Yaman, H., Haşıl, F. (2018). Türkiye’deki hidroelektrik santrali (hes) uygulamalarına çevre açısından bakış. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(5), ss:145-156.
- Yanar, R., Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari açık ilişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2), ss:191-201.
- Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma: bir yazın taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), ss:181-208.
- Yıldırım, H.B., Teke, A. (2013). Güneş enerjisi ve kullanım alanları. *Yeni Enerji Dergisi*, 22 Ağustos 2013, Sayı:35.

Yurdadoğ, V., Tosunoğlu, Ő. (2017). Türkiye’de yenilenebilir enerji destek politikaları.
Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal, 9, ss:1-21.

