

YENILENİBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŐKI: ABD ÖRNEĞİ

Dr. Pelin GENÇOĞLU
Dr. Sevda KUŞKAYA



**YENİLENEBİLİR ENERJİ
TÜKETİMİ İLE EKONOMİK
BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ:
ABD ÖRNEĞİ**

Dr. Pelin GENÇOĞLU*

Dr. Sevda KUŞKAYA**

*Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.

pgencoglu@erciyes.edu.tr

**Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.

sevdakuskaya@gmail.com

Copyright © 2019 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,
distributed, or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording, or other electronic
or mechanical methods, without the prior written permission of the
publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution Of
Economic Development And Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publiator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

kongreiksad@gmail.com

www.iksad.net

www.iksad.org.tr

www.iksadkongre.org

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics
rules.

Iksad Publications – 2019©

ISBN: 978-605-7695-13-0

Cover Design: İbrahim Kaya

July / 2019

Ankara / Turkey

Size = 14,8 x 21 cm

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	3
YENİLENEBİLİR ENERJİ KATNAKLARI VE ABD’NİN ENERJİ YAPISI	3
1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	6
1.1 Güneş Enerjisi ve ABD’deki Durum.....	6
1.3 Rüzgâr Enerjisi ve ABD’deki Durum.....	10
1.4. Gel-Git (Tidal) Enerjisi ve ABD’deki Durum.....	14
1.5. Hidroelektrik Enerjisi ve ABD’deki Durum.....	16
1.6. Jeotermal Enerjisi ve ABD’deki Durum.....	20
1.7. Biokütle (Biomass) Enerjisi ve ABD’deki Durum.....	24
İKİNCİ BÖLÜM	27
ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME	27
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	43
ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME: ARDL ANALİZİ	43
3.1. Veri Seti ve Yöntem.....	43
3.2. Analiz ve Ampirik Bulgular.....	48
3.3. Durağanlık Analizi.....	48
3.4. Eşbütünleşme Analizi.....	53
3.5. Kısa Dönem ARDL Modeli.....	58
3.6. CUSUM ve CUSUMQ Testleri.....	61
3.7. Uzun Dönem ARDL Modeli.....	64

3.8. Hata Düzeltme Modeli.....	65
SONUÇ.....	68
KAYNAKÇA	72

GİRİŞ

Enerji, ülke ekonomileri için en önemli üretim girdilerinin başında yer almaktadır. Ancak (i) kullanılan enerji kaynaklarının kısıtlı olması, (ii) enerjide dışa bağımlılığın getirdiği ekonomik maliyet ve (iii) çevreye dost enerji kaynağı kullanımı ihtiyacı gibi nedenler, toplumları alternatif yani yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma yönlendirmiştir. Özellikle ekonomik açıdan ele alındığında, yenilenebilir enerji kullanımlarının, ülkelerin ekonomik büyüme performansları üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Çalışmada dünyadaki en büyük üretim ölçeğine sahip ülkelerden birisi olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin durumu ele alınacaktır. Bu bağlamda, verilerine erişilebilirlik açısından ABD'de biomas enerji tüketimi ve hidroelektrik güç tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1984-2018 dönemi için ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model) sınır testi yönetimi ile analiz edilecektir.

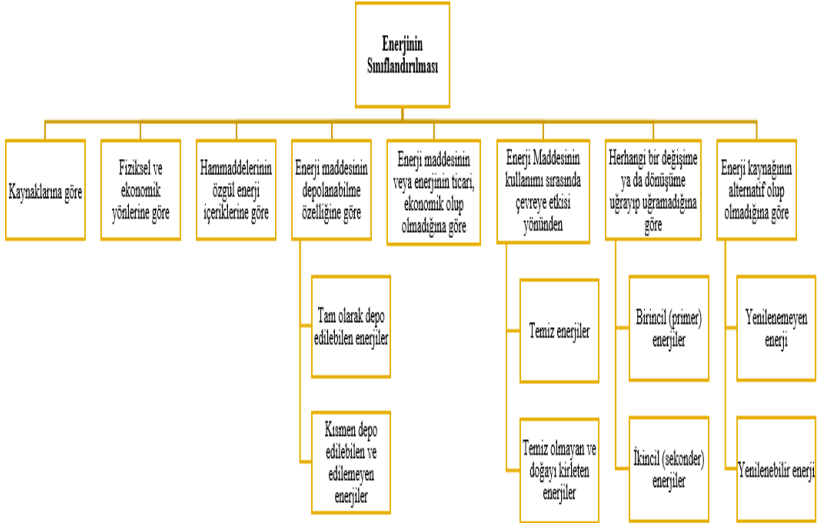
Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde yenilenebilir enerji kaynakları açıklanarak, ABD'nin enerji yapısına yer verilmektedir. İkinci bölümde enerji ve ekonomik büyüme kavramları açıklanmaktadır. Son bölüm ise; veri seti, yöntem ve analiz sonuçlarını içermektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ABD’NİN ENERJİ YAPISI

Bir sistemin kendisi dışında etkinlik üretme kabiliyeti olarak tanımlanan enerjiler farklı özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Enerjilerin sınıflandırılmasına Şema 1’de yer verilmiştir.

Şema 1.1: Enerjilerin Sınıflandırılması



Kaynak: Acaroğlu (2007)’ den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Şema 1.1' de görüldüğü üzere enerjiler farklı kriterlere göre sekiz grupta sınıflanmaktadır. Enerjiler, **kaynaklarına göre**; katı, sıvı, gaz yakıtlar ile hidrolik, nükleer, güneş, biokütle (biomas), rüzgâr, jeotermal vb. enerjiler olarak sınıflandırılmaktadır. **Fiziksel ve ekonomik yönlerine göre**; mekanik (potansiyel ve kinetik), termik, kimyasal, fiziksel, elektromanyetik, elektrik vb. enerjiler olarak sınıflandırılmaktadırlar. **Hammaddelerinin özgül enerji içeriklerine göre**; yoğun ve yoğun olmayan enerji olarak iki grupta toplanabilirler. Yoğun enerjiler; petrol ve ürünleri, kömür, hidrolik enerji, atom enerjisini veren uranyum ve toryum iken yoğun olmayan enerjiler, rüzgâr ve güneş enerjileridir. **Enerji maddesinin depolanabilme özelliğine göre**; enerjiler tam olarak depo edilebilen ve kısmen depo edilebilen veya depo edilemeyen enerjiler olarak sınıflandırılabilir. **Tam olarak depo edilebilen enerjiler**; kömür, petrol ve ürünleri bitümlü şistler, atom enerjisini veren uranyum ve toryum. **Kısmen depo edilebilen ve edilemeyen enerjiler**; doğal gaz, su, güneş. **Enerji maddesinin veya enerjinin ticari, ekonomik**

olup olmadığına göre: Günümüzdeki bütün enerji kaynaklarının artık ticari boyutu vardır. **Enerji Maddesinin kullanımı sırasında çevreye etkisi yönünden;** temiz enerjiler ve temiz olmayan yani doğayı kirleten enerjiler şeklinde sınıflandırılmaktadır. **Temiz enerjiler;** güneş, rüzgâr, biomas-biokütle enerjisi, hidrolik enerjiler. **Temiz olmayan ve doğayı kirleten enerjiler;** petrol, kömür, bitümlü şistler. **Herhangi bir değişime ya da dönüşüme uğrayıp uğramadığına göre;** enerjiler birincil ve ikincil enerjiler olmak üzere iki grupta toplanabilmektedir. **Birincil (Primer) Enerjiler;** enerjinin insan kaynaklı dönüşüme uğramadan önceki doğal halidir. Fosil yakıtlar, kömür, ham petrol, doğal gaz, nükleer (uranyum, toryum), biokütle, hidrolik, güneş, rüzgâr ve gel-git enerjisi bu grupta yer alırlar. **İkincil (Sekonder) Enerjiler,** birincil enerjilerin ya da ikincil enerjilerin tekrar dönüştürülmesi ile meydana gelirler. Kömür ya da güneş enerjisinden elektrik elde edilmesi, ham petrolden gaz elde edilmesi, doğal gazdan hidrojen elde edilmesi gibi dönüşümler ikincil enerjiler grubunda yer alırlar. **Enerji kaynağının yenilenebilir olup**

olmadığına göre; enerjiler kaynak bakımından yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji olarak iki gruba ayrılmaktadır (Acaroğlu, 2007, 1-2).

Çalışmanın konusu ile ilişkili olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan enerji kaynağına yenilenebilir enerji kaynağı denilmektedir (YEGM, 2019).

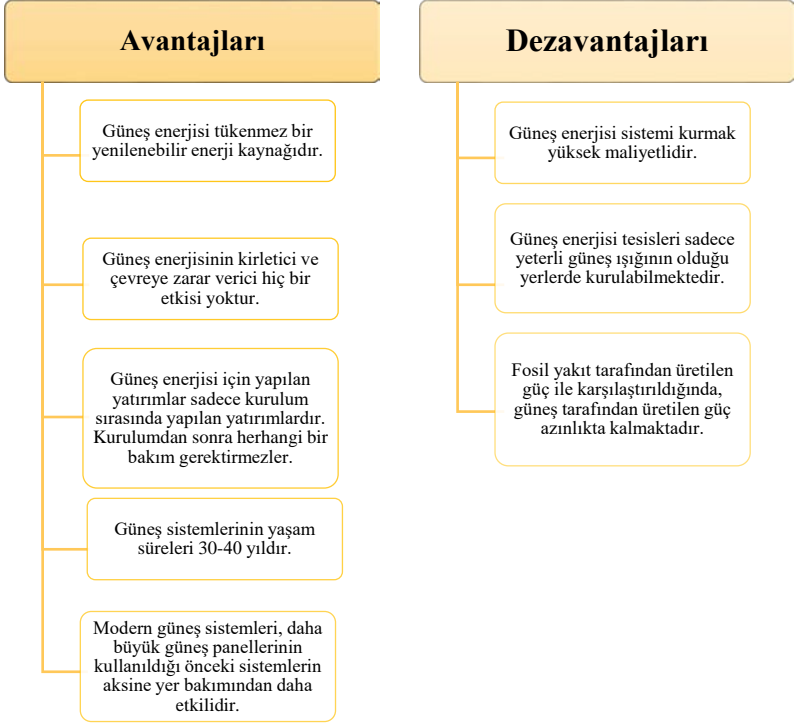
Yenilenebilir enerjiler; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, gel-git enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji ve biokütle enerjisinden oluşmaktadır.

1.1. Güneş Enerjisi ve ABD’de ki Durum

En eski birincil (primer) enerji kaynağı güneş enerjisidir. Ayrıca, konvansiyonel enerji kaynaklarının tamamı, doğrudan ya da dolaylı olarak güneş enerjisinin bir formu olarak oluşurlar

(TÇV, 2006, 36). Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretme yöntemlerinin başında solar panel sistemi ya da güneş paneli sistemleri gelmektedir. Güneş enerjisinin, güneşten dünyaya gelen fotonların güneş panelleri sayesinde toplanması ile, fotonların taşıdığı enerjinin elektrik ve ısı enerjisine çevrilmesi sürecidir. Fotonların güneş piline çarpması ile, elektronlar panel yüzeyine çekilir. Bu sayede, güneş panelinin üst ve alt katmanları arasında voltaj oluşması sağlanır. Panelin üstü ve alt kısmı boyunca oluşan elektrik devresi, elektrik teçhizatına güç akışını sağlamaktadır (Teknoraysolar, 2019). Diğer taraftan güneş enerjisi kullanımının birtakım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Söz konusu avantaj ve dezavantajlarına Şema 2’de yer verilmiştir.

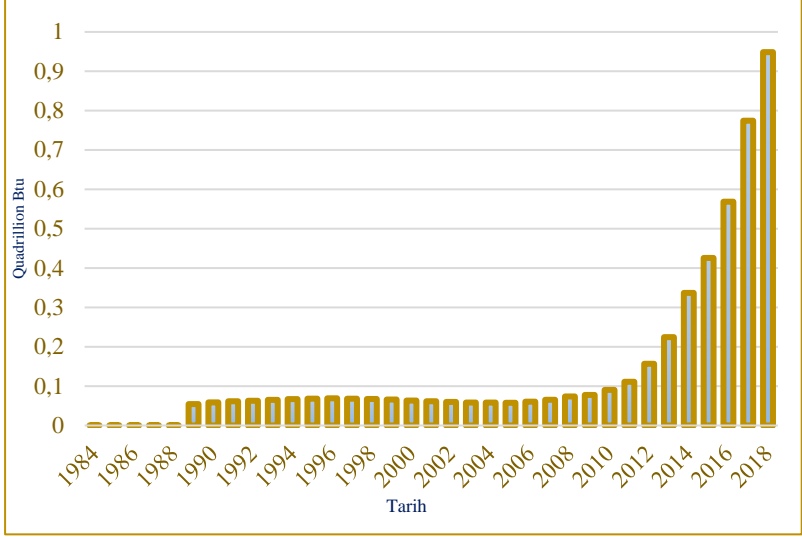
Şema 1.2. Güneş Enerjisi Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları



Kaynak: Bhattacharjee, Anindita (2012)'den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Şema 1.2'de ifade edildiği üzere, tükenmez bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin çalışmanın örneklemini oluşturan, ABD'de ki tüketimi Grafik 1.1'de yer almaktadır.

Grafik 1.1. ABD'nin Güneş Enerjisi Tüketimi: 1984-2018 dönemi



Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Yukarıdaki grafikte 1984-2018 yılları arasında ABD'nin güneş enerjisi tüketimi yer almaktadır. İlgili dönem dahilinde güneş enerjisi kullanımı düzenli olarak artış göstermiştir. Güneş enerjisine yapılan yatırımların artmasının bir sonucu olarak

özellikle 2012 yılından sonra, ABD’de güneş enerjisi kullanımında kayda değer bir sıçrama olduğu görülmektedir.

1.3. Rüzgâr Enerjisi ve ABD’de ki Durum

Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınırsa atmosferin yukarısına doğru yükselir. Bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmesine rüzgâr adı verilmektedir. Rüzgâr enerjisi ise, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket enerjisidir. Rüzgâr enerjisinin kaynağı güneştir ve genel olarak güneş enerjisinin %1-2’lik kısmı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir (Enerjiportalı,2019). Rüzgâr enerjisi kullanımının öne çıkan avantaj ve dezavantajlarına Şema 1.3’de yer verilmiştir.

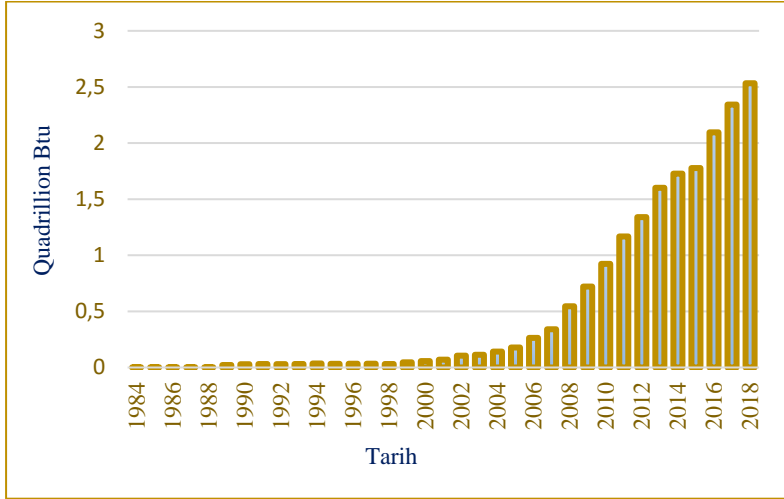
Şema 1.3. Rüzgâr Enerjisi Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları



Kaynak: Bhattacharjee, Anindita (2012)'den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Yukarıda birtakım avantajları ve dezavantajlarından bahsedilen rüzgâr enerjisinden, mekanik enerji ve kinetik enerji olmak üzere iki şekilde yarar sağlanabilir. Rüzgâr enerjisi, mekanik enerjiye dönüştürülerek ev ve çiftlik gibi yerleşim yerlerinde su ihtiyacının sağlanması, arazilerin kurutulması, su pompalama, çeşitli ürünlerin kesimi, biçme, öğütme, sıkıştırma ve yağ çıkarma gibi işlerde kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisi hem kırsal alanda elektrik enerjisinin yerel düzeyde üretilip tüketilmesinde hem de elektrik şebekesini beslemek için kullanılmaktadır (TÇV, 2006, 69). Rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek için rüzgâr türbinlerinden yararlanılmaktadır. Rüzgâr türbinleri, rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir (RAE,2014,9) ve rüzgâr enerjisinin ABD’de ki tüketimine Grafik 1.2’de yer verilmiştir.

Grafik 1.2. ABD'nin Rüzgâr Enerjisi Tüketimi: 1984-2018 dönemi



Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Grafikte 1984-2018 dönemleri arasında ABD'de ki rüzgâr enerji tüketimi yer almaktadır. Grafiğe göre özellikle ABD'de 2002 yılından sonra rüzgâr enerji tüketiminde önemli ölçüde artış yaşandığı görülmektedir.

1.4. Gel-Git (Tidal) Enerjisi ve ABD’de ki Durum

Gelgit enerjisi en basit haliyle, ayın çekim gücü ile denizlerdeki dalgalanma hareketidir. Gelgit olayı ay, güneş ve dünyanın çekim gücü ile merkezkaç kuvvetleri arasındaki etkileşim sonucunda meydana gelir. Gelgit olayı ile denizlerdeki dalgalanmalar çok yüksek seviyeye ulaşır. Bu dalgalar ile gelgit enerjisi meydana gelir (Enerjibes,2019).

Gel-git enerjisinden, gel- git güç istasyonları aracılığıyla faydalanılarak elektrik üretmek mümkündür. Gel-git güç istasyonu, yüksek gel-git de suyu yapay bir havzada hapseder ve daha sonra düşük gel-git de suyun çıkmasına izin verir. Çıkan su elektrik üretmek için su tribünlerinde kullanılır (Sukhatme,1989,20). Gel-git enerjisi kullanımının öne çıkan avantaj ve dezavantajlarına Şema 1.4’te yer verilmiştir.

Şema 1.4. Gel-git Enerji Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları



Kaynak: Bhattacharjee, Anindita (2012)'den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

ABD’de resmi olarak yayınlanan gel-git enerjisi tüketim miktarlarına ait bilgilere ulaşamadığı için bu bölümde el alınmamıştır.

1.5. Hidroelektrik Enerjisi ve ABD’de ki Durum

Su gücü kullanılarak üretimi yapılan elektrik enerjisine hidroelektrik enerjisi denilmektedir. Hidroelektrik enerji işleyiş bakımından ilk önce çok büyük miktarlardaki suyun belirli bir yükseklikten gönderilmesi ile meydana gelen enerjinin türbin panelleri kullanılarak mekanik enerji haline getirilmesi esasına dayanmaktadır (Enerji, 2019). Hidroelektrik enerji kullanımının öne çıkan avantaj ve dezavantajlarına Şema 1.5’de yer verilmiştir.

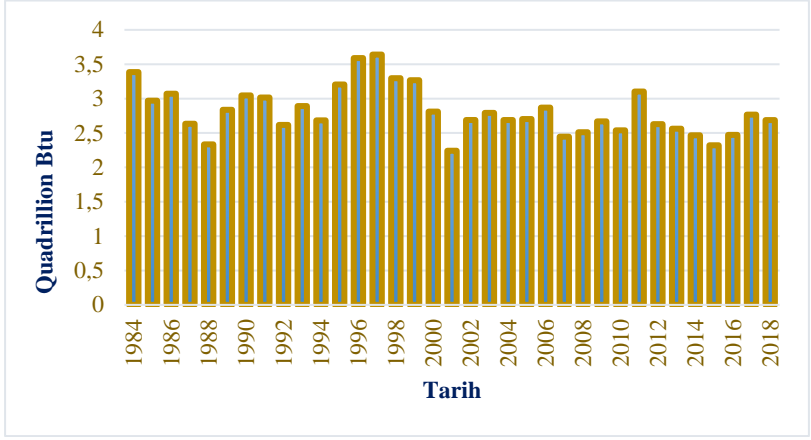
Şema 1.5. Hidroelektrik Enerji Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları



Kaynak: Bhattacharjee, Anindita (2012)'den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Hidroelektrik birçok yöntem kullanılarak üretilmektedir. Bunlardan ilki, geleneksel yöntem olan baraj yöntemidir. Bu yöntemde, bir su tribününe yüksek bir yerden düşen su, jeneratörlerin yüksek hızda dönmesini sağlar. Böylece elektrik üretimi gerçekleşmiş olur. Diğer bir yöntem, pompalı depolama yöntemidir. Bu yöntemde su, depolar arasında hareket eder. Düşük elektrik talebi olduğu durumlarda su, tribünler aracılığıyla yukarı depolara taşınır. Aksi durumda yani yüksek elektrik talebinin olduğu durumlarda ise; su, tribünler aracılığıyla aşağı depolara taşınmaktadır. Nehir tipi hidroelektrik santrallerinde ise, herhangi bir depo kullanılmamaktadır. Su yukarı geldiği anda elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Son olarak yer altı güç istasyonlarında ise, hidroelektrik üretimi bir şelale ya da dağ gölü gibi iki su yolu arasındaki doğal yükseklik farkı kullanılarak yapılmaktadır. Burada sular önce tribünlere daha sonra jeneratörlere gelerek elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir (Bhattacharjee,2012, 22). ABD'nin hidroelektrik güç tüketimi Grafik 1.3'te yer almaktadır.

Grafik 1.3. ABD'nin Hidroelektrik Tüketimi: 1984-2018 dönemi



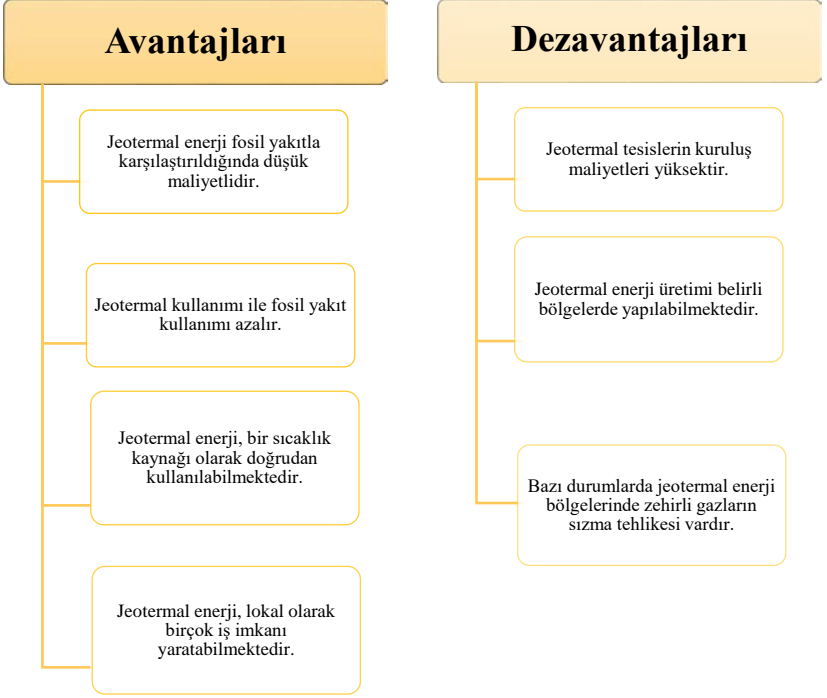
Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Grafik 3'de 1984-2018 dönemi ABD'nin hidroelektrik enerji tüketimi yer almaktadır. Grafiğe göre ilgili dönemde en yüksek hidroelektrik tüketimi 1997 yılında (3.640 Quadrillion Btu) gerçekleşmiştir. Bu dönemde en düşük hidroelektrik enerji tüketiminin ise 2001 yılında (2.241 Quadrillion Btu) olduğu görülmektedir.

1.6. Jeotermal Enerjisi ve ABD’de ki Durum

Jeotermal enerji yerin derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu sıcak su ve buhardan yapay yollarla elde edilen enerjidir. Kısaca jeotermal enerji dünyanın iç sıcaklığından türetilmiş güçtür (Yesilodak, 2019). Aynı zamanda jeotermal enerji elektrik gücü, alanların ısıtılması ve endüstriyel buhar üretmek için yerkürenin içinde bulunan doğal ısının çıkarılması işlemidir (Signanini et al., 2011,104). Jeotermal enerji kullanımının öne çıkan avantaj ve dezavantajlarına Şema 1.6’da yer verilmiştir.

Şema 1.6. Jeotermal Enerji Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

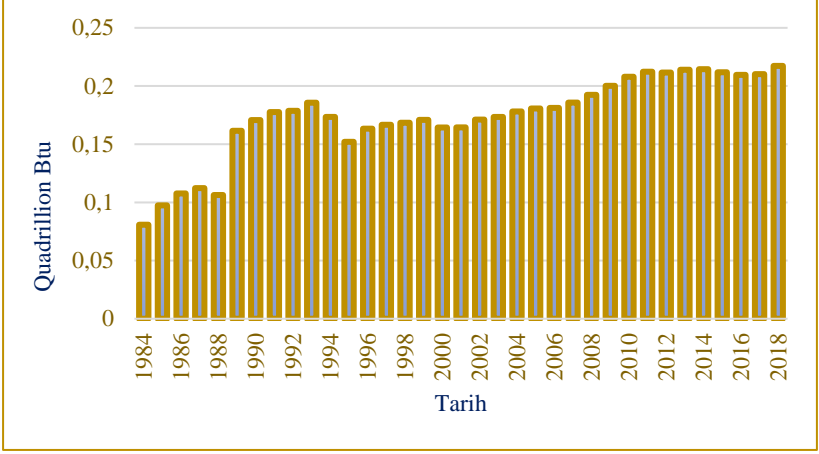


Kaynak: Bhattacharjee, Anindita (2012)'den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Jeotermal enerji üretimi, sondaj yardımıyla yerin derin bölgelerinde bulunan akışkanların çıkarılması ile yapılmaktadır. Sıcaklık içeriğine göre üç farklı gruba ayrılmaktadır. Birinci grup, sıcaklığın 20–70 °C olduğu düşük sıcaklıklı sahalardır.

İkinci grup, sıcaklığın 70–150 °C olduğu orta sıcaklıklı sahalardır. Son grup ise, sıcaklığın 150 °C'den fazla olduğu yüksek sıcaklıklı sahalardır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda, öncelikle ısıtma olmak üzere (sera, bina, tarım), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kâğıt ve dokuma sanayi, dericilik, soğutma tesisleri) ve kimyasal madde üretiminde (lityum, borik asit, CO₂'den kuru buz elde edilmesi gibi) kullanılmaktadır. Orta ve yüksek sıcaklıklı sahalarda elde edilen akışkanlar ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir (TÇV, 2006, 97). ABD'nin jeotermal enerji tüketimi Grafik 1.4'te yer almaktadır.

Grafik 1.4. ABD'nin Jeotermal Enerjisi Tüketimi: 1984-2018 dönemi



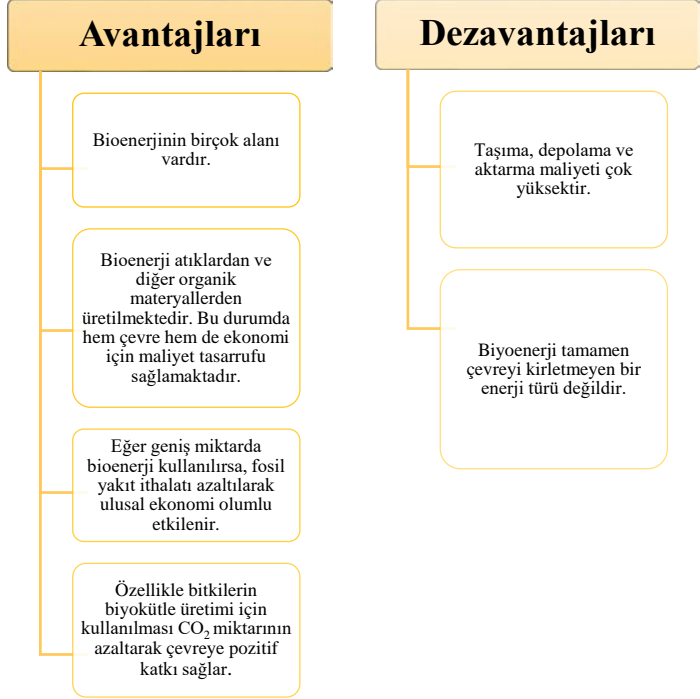
Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

ABD'nin 1984-2018 dönemi jeotermal enerji tüketiminin yer aldığı Grafik 1.4 değerlendirildiğinde, jeotermal enerji tüketimindeki en düşük oranın 1984 yılında (0.080 Quadrillion Btu), en yüksek tüketimin ise 2018 yılında (0.217 Quadrillion Btu) olduğu görülmektedir.

1.7. Biokütle (Biomasa) Enerjisi ve ABD’de ki Durum

Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan, bitkisel ya da hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan üretilen enerji ise biokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bitkisel biokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez ile doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu oluşmaktadır. Diğer biokütle kaynakları ise bitkisel biokütleden elde edilmektedir (Termodinamik, 2019). Biokütle enerjisi kullanımının öne çıkan avantaj ve dezavantajlarına Şema 1.7’de yer verilmiştir.

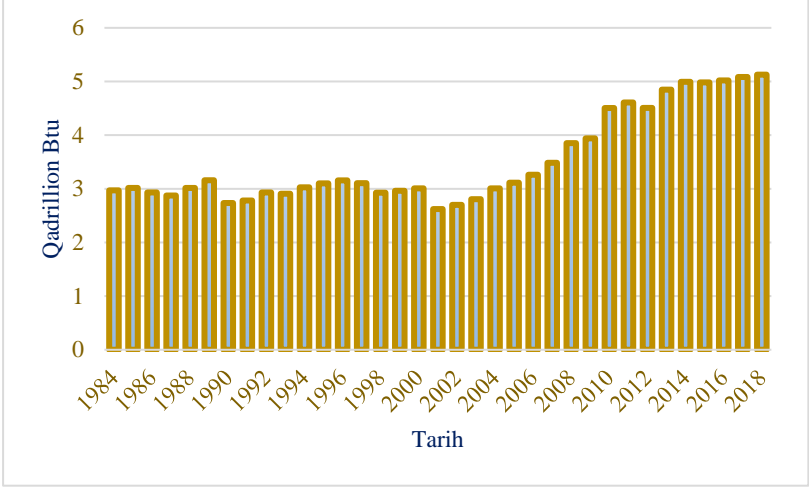
Şema 1.7. Biokütle Enerji Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları



Kaynak: Bhattacharjee, Anindita (2012)'den elde edilen bilgilerle yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

ABD'nin biyomas enerji tüketimi Grafik 1.5'te yer almaktadır.

Grafik 1.5. ABD'nin Biomas Enerjisi Tüketimi: 1984-2018 dönemi



Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Grafik 1.5'te ABD'nin biomas enerjisi tüketimi 1984-2018 dönemi için yer almıştır. ABD'nin enerji portföyünde önemli bir yere sahip olan biomas enerjisi tüketiminin bu dönemde genel olarak artış gösterdiği görülmektedir. Başlangıç yılı olan 1984 yılı biomas enerjisi tüketimi (2.971 Quadrillion Btu) dikkate alındığında, 2018 yılında bu tüketimin (5.127 Quadrillion Btu) yaklaşık 1,7 kat arttığı görülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME

Enerji kaynaklarının ekonomi üzerindeki etkisi, sahip olduğu üç özellikten dolayı önem kazanmaktadır. Bu özellikler, enerji kaynaklarının kıt olması, ülkeler arasındaki dağılımının eşit olmaması ve enerjiye dönüştürülme sırasında kaynakların çevre kirliliğine yol açmasıdır (Bilginoğlu, 1991, 121). Artan enerji ihtiyacı ve bu ihtiyacın karşılanabilmesi, belirtilen özellikler de dikkate alındığında, enerji arz ve talebi açısından birçok bilim dalının çalışma alanında yer almasına yol açmaktadır. Enerji arz ve talebini etkileyen birçok değişken bulunmaktadır. Bunlar arasında öne çıkanlar ise; kullanılabilir kaynak miktarı, kaynağın temin miktarı ve ekonomik büyüme hızıdır. Ülkelerin gelişme düzeylerine bağlı olarak enerji kaynakları talebinde artış meydana gelmektedir (Bilginoğlu, 1991,122).

Enerjinin ekonomi üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar, 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleri ile birlikte ön plana çıkmıştır. 1980’lerden itibaren ise enerji ekonomisi,

çalışmaların yoğunlaştığı bir alan haline gelmeye başlamıştır (Topçu ve Tel, 2018, 209). Farklı enerji kaynakları tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ise temel araştırma konularından birisi olmuştur. Bu alandaki öncü çalışma, Kraft ve Kraft (1978)'e ait “On the Relationship Between Energy and GNP” adlı makaledir. Zaman içerisinde ise bu alanda farklı birçok çalışma yapılmıştır. Riaz (1987), enerji ve ekonomik büyüme ilişkisinin üç farklı açıdan ele alınabileceğini belirtmiştir. Bunlar,

- Farklı ülke gruplarında kişi başına enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkinin incelenmesi,
- Zaman içerisinde meydana gelen enerji-çıktı oranı değişiminin incelenmesi,
- Bu alanda tek ya da çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinin geliştirilmesidir.

Ekonomik büyüme ile enerji arasındaki ilişkinin iki boyutu bulunmaktadır (Bilginoğlu, 1991, 125). Bunlardan ilki, meydana gelen ekonomik büyümeye bağlı olarak ortaya çıkan enerji tüketimi dolayısıyla enerji talebinin artmasıdır. İkincisi,

artan enerji tüketimi artışı sonucunda ekonomik büyümenin meydana gelmesidir. Enerji ve ekonomik büyüme çalışmalarında, politika belirleme amacıyla ilk boyut sıklıkla ön plana çıkmıştır. Yani gündem, ekonomik büyüme sonucu ortaya çıkan enerji ihtiyacının karşılanmasına yönelik politikalardan oluşmaktaydı. Son yıllarda ise, üretim fonksiyonu girdisi olan enerji kaynaklarındaki artışın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini dikkate alan ikinci boyut önem kazanmaya başlamıştır.

İkinci boyut dikkate alındığında, enerji kaynaklarının ekonomik büyümeyi beslediği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu duruma bağlı olarak enerji yatırımları daha verimli hale getirilmekte, teknolojik gelişmelere hızlı adapte olunmakta ve işgücü verimliliği artırılmaktadır. Kısa dönemde enerji kaynaklarının ikamesinin olmadığı göz önünde bulundurulduğunda; enerji kaynaklı artan üretim daha fazla kaynak talebine neden olacaktır. Ortaya çıkan enerji talebinin karşılanamaması ise ekonomik büyümeyi sınırlandıracaktır. Böyle bir sınırlama söz konusu olduğunda ise, ölçek ekonomileri, daha nitelikli işgücü temini, yönetsel gelişmeler

gibi faktörlerin kullanılması, enerji talebinin giderilmesinde yardımcı olacaktır (Bilginoğlu, 1991, 126).

ISO (1981)'e göre; eğer bir ülke tükettiği enerjiyi kendi kaynaklarından temin edebiliyorsa, enerji üreten bu sektör katma değer yaratan herhangi bir sanayi sektörü ile eş değer konumda yer almaktadır. Diğer sektörlerle kıyaslandığında enerji üreten sektörün verimliliği daha yüksek olduğu durumda ekonomik büyüme ve gelişme hızında artış yaşanır. Kısaca bu sektör, ekonomi üzerinde pozitif etki yaratır. Belirtilen bu etki, diğer üretim fonksiyonu girdileri ile olan rekabet durumu dikkate alınarak da açıklanabilir. Bir girdi, rekabet gücünü fiyatına oranla sağladığı ekonomik faydaya göre elde eder. Bu bağlamda enerji, yüksek rekabet gücü elde ederse daha fazla enerji talep edilecek ve tketelecektir. Yüksek verimliliğe sahip enerji girdisinin talebi de ekonomik büyüme üzerinde pozitif etki yaratacaktır (Saatçi ve Dumrul, 2013, 3-4; Ersoy, 2010,10). Zaman içerisinde etkin enerji kullanımına bağlı olarak azalan enerji tüketimi de daha yüksek ekonomik büyüme ve gelişme

olanağı sağlayacaktır. Kısaca, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında güçlü bir ilişki bulunduğu anlaşılmaktadır.

Geleneksel gelişim sürecinde, ülkeler üretim ve istihdamda ilk olarak tarım sektörü ağırlıklı bir yapıya sahip olurlar. Zaman içerisinde yaşanan gelişme, ülkelerin sanayi, hizmet ve ardından bilgi sektörünün etkili olduğu ekonomi durumuna gelmesine yol açar. Bu gelişim sürecinde her aşamada bir öncekinden daha çok enerji talebi ortaya çıkmaktadır. Üretim artışı yani ekonomik büyüme, doğrudan enerji talebi üzerinde etkili bir faktör haline gelmektedir. Bunun temel sebebi ise, enerjinin üretim fonksiyonu temel girdilerinden birisi olmasıdır. Stern (2011), Solow Büyüme Modeli'ne enerjiyi dahil ederek üretim fonksiyonunu revize etmiştir. Modelde üretimi belirleyen teknoloji, işgücü, sermaye gibi temel girdilerin yanı sıra petrol, kömür ve elektrik gibi enerji de bir girdi olarak yer almıştır. Ayrıca modelde yer alan enerji girdisinin diğer üretim girdileriyle ikame durumu oldukça düşüktür. Genel olarak bu durum, enerjinin düşük düzeyde bir üretim için bile zorunlu girdi olmasını ifade etmektedir (Pata vd., 2016, 256). Diğer bir

ifadeyle, üretim için enerji temel faktörlerden biridir. Enerjinin üretimdeki konumunun yanı sıra enerji talebi de ekonomik büyüme tarafından sağlanmaktadır (Barnes ve Floor, 1996, 498). Enerji tüketim artışı ile GSMH artışı arasındaki ilişki, ülkelerin gelişim süreçleri hakkında bilgi verebilmektedir. Eğer enerji tüketim artışı, GSMH artışından büyükse bu ülkenin gelişme sürecinin ilk aşamasında olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Ters bir durum geçerli olduğunda ise, ülkelerin daha ileri gelişmişlik düzeyine eriştiği ve yapısal ve teknolojik açıdan hem kendi hem de diğer ülkelere katkı sağlayabilecek konumda olduğu anlaşılmaktadır (Pirlogea, 2013, 497).

Ekonomik büyüme ile enerji arasında belirtilen pozitif ilişkinin aksine enerji kullanımının refah ve istihdam üzerinde olumsuz etkiler yaratacağını öngören çeşitli görüşler de bulunmaktadır. Bu görüşlere göre, enerji kullanımı ekonomik krizlerle birlikte işsizlik artışı yaşanacaktır. Enerjinin, işgücünün ikamesi olduğu düşüncesinden yola çıkılarak yapılacak büyük sermaye yatırımlarının düşük istihdam olanağını beraberinde getireceği belirtilmiştir. Ayrıca enerji üretim ve tüketimini

artırması nedeniyle ciddi çevresel sorunlara da yol açacağı düşünülmektedir.

Başta sanayi sektörü olmak üzere enerji tüm sektörler için ekonomik büyüme açısından önemli bir girdidir. GOÜ'ler sanayileşme sürecinde ihtiyaç duydukları enerji miktarı, dışa bağımlılık durumunu ortaya çıkarmaktadır. Enerji kaynaklarının kıt olması, doğrudan ekonomik faaliyetlerin sınırlandırılmasına yol açabilir. Enerji kaynakları arzının azalması hem girdi fiyatları hem de enflasyon artışına yol açacağı için diğer malların fiyatlarını etkiler. Bu durum ekonomik büyüme ve toplam talep üzerinde olumsuz etkiye yol açar (Saatçi ve Dumrul, 2013, 3-4).

Literatürde hem olumlu hem de olumsuz etkinin varlığını tespit eden birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalarda birçok farklı ülke ve ülke grubu için nedensellik ve çeşitli regresyon analizleri kullanılmıştır. Genellikle bu çalışmalarda birincil enerji kaynaklarının tüketimi ele alınmış olsa da son yıllarda enerji arz miktarı ve çevreye etki gibi nedenlerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomi büyüme üzerindeki etkilerini araştırmaya yönelik çalışmalar ağırlık

kazanmaya başlamıştır (Topçu ve Tel, 2018, 209). Bu alanda yapılan bazı temel çalışmalara özet olarak aşağıda yer verilmiştir.

- Kraft ve Kraft (1978) GSYİH ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Sims yöntemi ile analiz etmişlerdir. ABD’de 1947-1974 dönemi için yapılan çalışmada, GSYİH’den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.
- Yu ve Choi (1985), farklı gelişmişlik düzeyine sahip ülkelerde enerji tüketim ile ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği araştırmışlardır. İki değişken arasındaki nedenselliğin ülkeler arasında farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.
- Hwang ve Gum (1991), Tayvan’da enerji tüketimi ile GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.
- Asafu-Adjave (2001), eşbütünlük ve Granger nedensellik testi ile Hindistan, Endonezya, Filipinler ve

Tayland için ekonomik büyüme ve enerji tüketimini analiz etmişlerdir. 1971-1995 yıllarını kapsayan analize göre, kısa dönemde Endonezya ve Hindistan'da enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü, Filipinler ve Tayland'da ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Aqeel ve Butt (2001), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Pakistan için 1955-1996 dönemini kapsayan çalışmada ekonomik büyümenin petrol tüketimine, elektrik tüketiminin ekonomik büyümeye yol açmasına karşın doğal gaz ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.
- Paol ve Bhattacharya (2004), Hindistan'da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik analizini kullanarak test etmişlerdir. Test sonucunda 1950-1996 döneminde iki

değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

- Mehrara (2006), 11 petrol ihracatçısı ülke için panel eşbütünleşme analizini kullanarak kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına GSMH arasındaki ilişki üzerinde çalışmıştır. 1971-2002 dönemini kapsayan çalışmada belirlenen eşbütünleşme ilişkisine ek olarak kişi başına GSMH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü güçlü bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.
- Zou ve Chou (2006), Çin'de petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik analizini kullanarak araştırmışlardır. Nedensellik analizi, petrol tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde ciddi etkiye sahip olduğu, eşbütünleşme analizi ise uzun dönemde petrol tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde itici bir güç konumunda olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Erbaykal (2007), Türkiye'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini ARDL eşbütünleşme

analizini kullanarak test etmiştir. 1970-2003 yılını kapsayan çalışmada, kısa dönemde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişkinin uzun dönemde ise anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

- Aktaş ve Yılmaz (2008), Türkiye’de ekonomik büyüme ile petrol tüketimi arasındaki kısa ve uzun dönem ilişki 1970-2004 dönemi için Granger nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda iki değişken arasında hem kısa hem de uzun dönemli çift taraflı nedensellik olduğu belirlenmiştir.
- Narayan ve Smyth (2008) panel veri analizi yöntemini kullandıkları çalışmalarında G7 ülkelerinde 1972-2002 döneminde enerji kullanımındaki artışın ekonomik büyümeyi artıracığı sonucuna ulaşmışlardır.
- Odhiambo (2009), Güney Afrika’da elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik analizini kullanarak incelemiştir. 1971-2006 dönemini

kapsayan çalışma sonucunda, değişkenler arasında çift yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir.

- Aydın (2010), 1980-2004 dönemini kapsayan çalışmasında Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi en küçük kareler yöntemi ile analiz etmiştir. Sonuç olarak Türkiye’de enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğu tespit edilmiştir.
- Saatçi ve Dumrul (2013) çalışmalarında elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1960-2008 döneminde FMOLS ve DOLS modelleriyle Türkiye incelenmiştir. Analiz sonucunda uzun dönemde elektrik tüketimindeki %1’lik bir artışın yaklaşık %0,35’lik artışa yol açacağı sonucuna ulaşılmıştır.
- Erdoğan ve Gürbüz (2014)’ün çalışmalarında Türkiye için 1970-2009 döneminde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger nedensellik analizi ve yapısal kırılmalı modellerle incelenmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu fakat doğrudan

enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığı belirlenmiştir.

- Bilgili ve Öztürk (2015), 1980-2009 dönemini kapsayan çalışmalarında ABD’de biomas enerjisi tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Biomas enerji tüketiminin ekonomik büyüme artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.
- Doğan ve Değer (2016), enerji tüketimi, finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik ve Johansen eşbütünleşme analizi ile test etmişlerdir. Hindistan için yapılan çalışma 1970-2013 dönemini kapsamıştır. Eşbütünleşme ilişkisi tespit edilen değişkenler arasında ekonomik büyümeden enerji tüketimine ve finansal gelişmeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir.
- Özşahin vd. (2016), çalışmalarında BRICS-T ülkeleri için 2000-2013 döneminde panel ARDL modelini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik gelişme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Analiz

sonucunda uzun dönemde iki değişken arasında pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir.

- Pata vd. (2016), Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL modeli yardımıyla analiz etmişlerdir. 1960-2014 dönemini kapsayan analizde iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bununla birlikte birincil enerji kaynakları tüketiminden ekonomik büyümeye doğru pozitif tek yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir.
- Bayraç ve Çıldır (2017)’in çalışmalarında, AB ülkelerinde yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ilişki araştırılmıştır. Panel veri analizi kullanılan çalışmada hem kısa hem uzun dönemde yenilenebilir enerji üretimindeki artışın kişi başına GSMH artışına yol açacağı ve ekonomik büyümeyi olumlu etkileyeceği sonucuna ulaşılmıştır.
- Bildirici ve Gökmenoğlu (2017), 1961-2013 döneminde çevre kirliliği, ekonomik büyüme ve hidroelektrik enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi nedensellik analizini

kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmada yer alan ülkelerin tamamında hidroelektrik enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğu G7 ülkelerinin bazılarında ise çift yönlü etkinin mevcut olduğu belirlenmiştir.

Literatürdeki çalışmalar dikkate alındığında enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi genel kabul gören konular arasında yer almaktadır. Belirtilen etkiler arz ve talep yönlü olmak üzere iki farklı açıdan ele alınmaktadır (Bayraç ve Çildir, 2017, 203-204).

- a. Arz Yönlü Yaklaşım:** Bu yaklaşımda yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, geleneksel üretim fonksiyonu dikkate alınarak araştırılmaktadır. Arz yönlü yaklaşımı benimseyerek yapılan nedensellik çalışmaları üretim girdisi olarak enerjinin diğer girdiler kadar ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- b. Talep Yönlü Yaklaşım:** Yenilenebilir enerji kaynaklarına ait tüketimin temel faktörlerini araştıran yaklaşımdır.

Buna göre, enerji tüketimini belirleyen temel faktörler, politik, sosyo-ekonomik ve ülkelere özgü etkenler şeklinde sıralanabilmektedir. Politik etkenler; kamu politikaları, tarifeler, sübvansiyonlar vb., sosyo-ekonomik etkenler; gelir düzeyi, enerji ithalatı, CO₂ emisyonu, fosil yakıt fiyatları vb. ve ülkelere özgü etkenler ise yenilenebilir enerji potansiyeli, nüfus artışı, elektrik piyasası düzenlemeleri, çevre politikaları vb. faktörleri içermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME: ARDL ANALİZİ

3.1. Veri Seti ve Yöntem

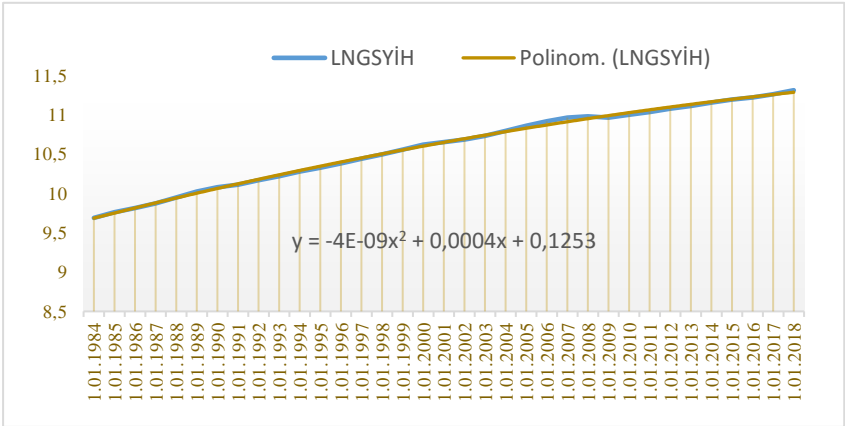
Çalışmada; ekonomik büyümeyi temsilen gayrisafi milli hasıla kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji türlerinden ise, yüksek kullanım oranlarına sahip biomas enerjisi ve hidrogüç tüketimi tercih edilmiştir. Alternatif yenilenebilir enerji tüketimleri, verilerin analize uygunluğu ve ulaşılabilirliği nedeniyle modele dahil edilememiştir. ABD için oluşturulan modelde, EIA'dan elde edilen 1984-2018 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Verilerin logaritması alınarak belirlenen analizler yapılmıştır. Analizde kullanılan değişkenler ve ilgili açıklamalara Tablo3.1'de yer verilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanılan Değişkenler

Kısaltmalar	Değişkenler	Birim
LNGDP	Gayri safi Yurtiçi Hasıla	Milyar \$
LNBIOMAS	Biyomas Enerji Tüketimi	Btu
LNHIDRO	Hidroelektrik Güç Tüketimi	Btu

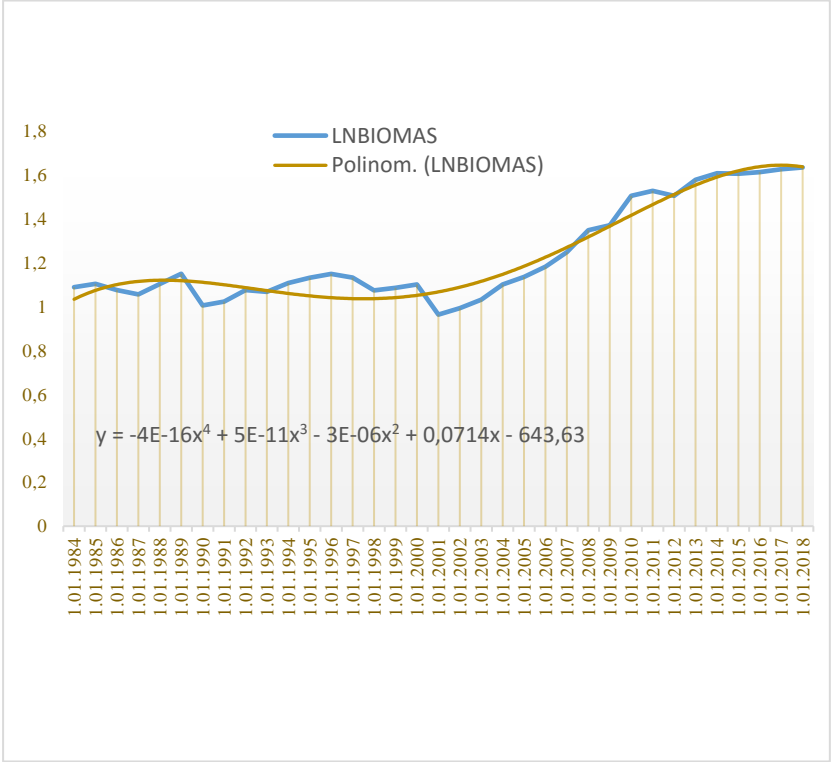
Tablo 3.1’deki değişkenlere ait trend grafikleri sırasıyla Grafik 3.1, Tablo 3.2 ve Tablo 3.3’te yer almaktadır.

Grafik 3.1. ABD’nin GSYİH Trend Grafiği ve Denklemi



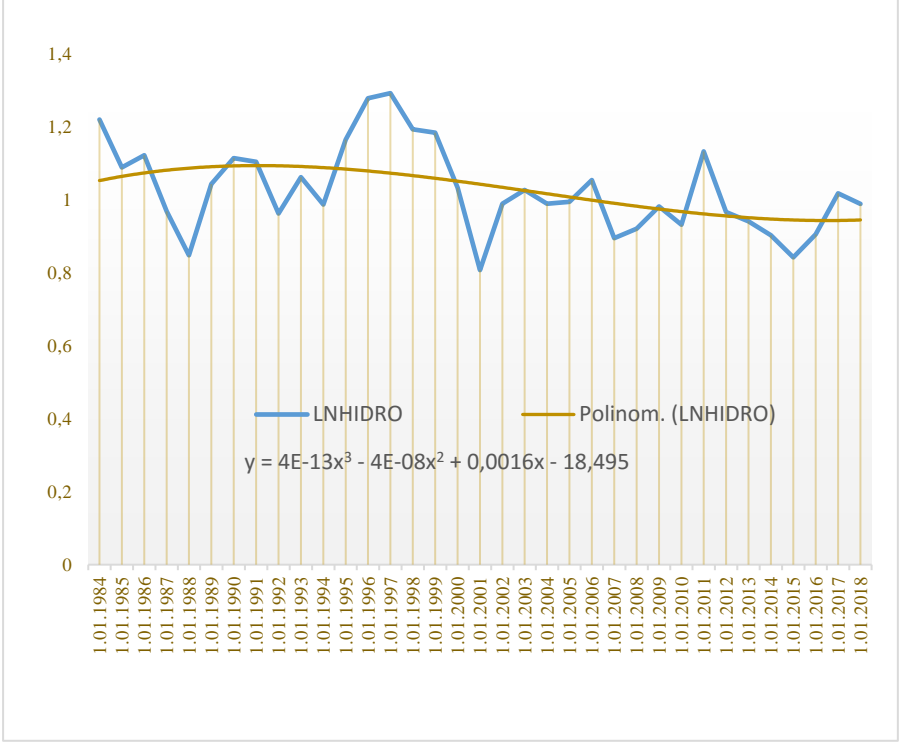
Kaynak: FRED (2019)’dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Grafik 3.2. ABD'nin Biyomas Enerji Tüketimi Trend Grafiği ve Denklemi



Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Grafik 3.3. ABD'nin Hidroelektrik Enerji Tüketimi Trend Grafığı ve Denklemi



Kaynak: EIA (2019)'dan elde edilen verilerle yazarlara tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.2'de ise değişkenlere ait tamamlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Tablo 3.2. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Tarih	Hidroelektrik	Biomass	GSYİH
Ortalama	1.027	1.231	10.593
Standart Hata	0.020	0.037	0.0821
Ortanca	0.994	1.131	10.653
Standart Sapma	0.120	0.223	0.485
Örnek Varyans	0.014	0.049	0.236
Basıklık	-0.276	-0.955	-1.153
Çarpıklık	0.419	0.829	-0.292
Aralık	0.484	0.670	1.624
En Küçük	0.807	0.964	9.689
En Büyük	1.292	1.634	11.314
Say	35	35	35

ABD’de belirlenen dönemde ekonomik büyüme üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından biomass enerjisi ve hidroelektrik güç tüketiminin etkilerini belirlemek amacıyla eşbütünleşme analizlerinden birisi olan ARDL yöntemi kullanılacaktır. Yöntem, serinin zaman boyutu ve değişkenlerin nitelikleri dikkate alınarak belirlenmiştir. ARDL modeli

dahilinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kısa ve uzun dönem etkilerinin belirlenmesinin yanı sıra ekonomik büyümeye ait hata düzeltme modeli tahmin edilecektir. Bu model kullanılarak kısa dönemde oluşabilecek dengeden sapma durumlarının, uzun dönemde tekrar denge durumuna yakınsayıp yakınsamayacağı araştırılacaktır. Yakınsama mevcut ise, yakınsama süresi tespit edilecektir.

3.2. Analiz ve Ampirik Bulgular

Yöntem olarak belirlenen ARDL Modeli çerçevesinde sırasıyla, durağanlık analizi, eş bütünleşme analizi, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişki ve son olarak da hata düzeltme modeli yer alacaktır.

3.3. Durağanlık Analizi

Zaman serilerinde ön koşul olarak, serilerin durağan olmaları beklenmektedir. Serilerin durağan olmaması durumunda, yapılan analiz sonucunda sahte regresyon sorunu ortaya çıkmaktadır (Granger and Newbold, 1974, 113). Sahte regresyonun mevcut olduğu durumlarda, iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olmamasına rağmen anlamlılık derecesini

gösteren, R^2 değeri yüksek çıkar. Bu durum ise; serilerin deterministik trende (genel eğilim) sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (Guajarati, 2004, 792). Bu nedenle, seriler için güvenilir bir durağanlık testi değerlendirmesi yapılması önemli hale gelmektedir.

Durağan olmayan seriler, fark alma yöntemi kullanılarak durağan hale getirilebilmektedir. Örneğin; durağan olmayan bir Yt seri, farkı alınarak durağan hale getirilebilir. Durağan duruma gelebilmesi için kaç kere fark alma işlemi yapılmış ise, seri o seviyede durağan demektir. Genellikle ekonomik modellerde kullanılan zaman serileri birinci farkı alındıktan sonra durağan olmaktadır. Birinci derece farkta durağanlık I(1) şeklinde gösterilmektedir (Guajarati, 2004, 805).

Analize dahil edilen zaman serilerinin durağanlığı, birim kök testleri sayesinde belirlenmektedir. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi, en yaygın olarak kullanılan birim kök testlerinden birisidir. ADF birim kök testi ile serinin birim kök taşıyıp taşımadığı incelenmektedir. Diğer bir ifadeyle,

serinin durağan olup olmadığı test edilmektedir. ADF testine ait temel üç denklem bulunmaktadır. Bunlar (Enders, 1995, 222);

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + a_2 t + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t$$

(3)

Denklemler sırasıyla sabitsiz-tredsiz, sabitli-trendsiz ve sabitli-trendli modellere aittir. Denklem içerisinde yer alan Δ , serinin birinci farkının alınımı; Y_t birim kök testi yapılacak seriyi, a_0 , model içindeki sabiti, t , trende ait terimi ve ε_t de hata terimini göstermektedir.

Serinin durağanlığının test edilmesi için yukarıdaki modeller içerisinde yer alan γ parametresi dikkate alınır. Parametrenin sıfıra eşit olup olmaması seride birim kök varlığının bir göstergesidir. Bu doğrultuda test edilecek hipotezler γ parametresi dikkate alınarak şu şekilde oluşturulmaktadır;

$H_0: \gamma=0$, Birim kök taşımaktadır.

$H_a: \gamma < 0$, Birim kök taşımamaktadır.

ADF birim kök ile durağanlığın belirlenmesinde MacKinnon kritik değeri kullanılmaktadır. Bu bağlamda serinin durağanlığına, elde edilen ADF test sonuçlarının, MacKinnon kritik değerleriyle kıyaslandıktan sonra karar verilir. Test istatistiği, MacKinnon kritik değerinden (mutlak değer olarak) küçükse H_0 hipotezi kabul edilir. Bu durum serinin birim kök taşıdığını yani durağan olmadığını ifade etmektedir. Test istatistiğinin büyük olduğu buna bağlı olarak H_0 'ın reddedildiği durum ise serinin durağanlığını göstermektedir.

Çalışmada yer alan $\ln GDP$, $\ln Biomass$ ve $\ln Hidro$ değişkenlerine ait ADF birim kök testi sonuçları, Tablo 4.6'da yer almaktadır. Tabloda hem $I(0)$ hem de $I(1)$ düzeyinde, her bir değişkene ait sabit ve trend değerlerinin dahil edildiği modellere ait test istatistikler ve %1 ve %5 anlam seviyelerine ilişkin kritik değerler bulunmaktadır. Son sütunda da test istatistiklerinin kritik değerlerle kıyaslanması ile edilen durağanlık sonuçlarına yer verilmektedir.

Tablo 3.3: ADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler		I(0) Düzeyi	Kritik Değeri %5	I(1) Düzeyi	Kritik Değeri %5	Sonuç
lnGDP	c	-1.83	-2.95	-3.27	-2.95	I(1)
	c+t	-1.47	-3.55	-3.69	-3.55	
lnBiomass	c	0.35	-2.95	-5.27	-2.95	I(1)
	c+t	-1.45	-3.54	-5.57	-3.55	
lnHidro	c	-3.31	-2.95	-3.31	-2.95	I(1)
	c+t	-3.46	-3.54	-3.46	-3.54	

Not: c, sabitli-trendsiz; c+t, Sabitli trendli modeli ifade etmektedir.

Tablodaki değerler dikkate alındığında her bir değişken için sabit ve trend dahil edilerek oluşturulan seride, I(1) düzeyindeki test istatistiğinin %5 anlam seviyesindeki kritik değerlerden büyük olduğu tespit edilmektedir. Bu durum dikkate alınarak oluşturulan sonuç bölümüne göre değişkenlerin

tamamının sabit ve trend terimlerinin yer aldığı serilerde I (1) düzeyinde durağan oldukları anlaşılmaktadır.

3.4. Eşbütünleşme Analizi

Eşbütünleşme analizi, durağan olmasalar bile serilerin durağan bir doğrusal kombinasyonunun mümkün olduğu durumlarda kullanılan ekonometrik analizlerden birisidir. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi farklı yöntemler kullanılarak belirlenebilmektedir. En sık kullanılan ise, Granger (1987), Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) tarafından geliştirilen eşbütünleşme yöntemleridir.

Eşbütünleşme yöntemlerinden birisi olan Engle ve Granger, modelde iki serinin bulunduğu durumlarda kullanılabilir. Seri sayısının ikiden fazla olduğu modellerin için ise Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) yöntemi tercih edilebilmektedir. Belirten bu yöntemin kullanılabilmesinde ise, temel koşul modelde yer alan serilerin tamamının aynı derecede durağan olması gerekliliğidir. Kısaca, aynı seviyede durağan olan ikiden fazla seri arasında eşbütünleşme ilişkisinin araştırılması için uygun bir yöntemdir.

Birbirinden farklı durağanlık seviyesine sahip olan ikiden fazla seri için Pesaran ve Shin (1999) sonrasında Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Autoregressive Distributed Lag) modeli sınır testi yöntemi kullanılarak eşbütünleşme analizi yapılabilmektedir. Farklı durağanlığı sahip serilerin modele dahil edilmesine olanak sağlayan ARDL yönteminde serilerin ilk olarak birim kök testine tabi tutulması gerekmektedir. Birim kök testi sonucunda modelde yer alacak serilerin $I(0)$ ya da $I(1)$ seviyesine durağan olmaları gerekmektedir (Fosu ve Magnus, 2006, 2080). Serinin $I(2)$ seviyesinde durağan olması ARDL yönteminin uygulanamayacağına göstergesidir. Bunun temel sebebi ARDL modeli kritik değerlerinin $I(0)$ ve $I(1)$ seviyesinde hesaplanmasıdır.

ARDL yöntemi, serilerin farklı durağanlık seviyesine sahip olduğu durumların yanı sıra küçük örneklem büyüklüğünde eşbütünleşme analizinin yapılmasına olanak sağlamaktadır. (Narayan and Narayan, 2005, 429).

Çalışmada veri setinin nitelikleri dikkate alınarak ARDL eşbütünleşme analizi sınır testi yönteminin uygulanmasına karar verilmiştir. Analizde yer alan değişkenler ile oluşturulan ARDL modeli şu şekildedir;

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP_t = & \alpha_0 + \delta t + \sum_{i=1}^n (\lambda_{1i} \ln GDP_{t-i}) + \\ & \sum_{i=0}^n (\lambda_{2i} \ln Biomass_{t-i}) + \sum_{i=0}^n (\lambda_{3i} \ln Hidro_{t-i}) + \gamma_1 \ln GDP_{t-1} \\ & + \gamma_2 \ln Biomass_{t-1} + \gamma_3 \ln Hidro_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (4)$$

Modelde, ekonomik büyümeyi temsil eden GDP ile yenilenebilir enerji kaynaklarından biomas ve hidroelektrik güç tüketimi arasındaki ilişki (4) nolu denklemde yer alan hata düzeltme (Unrestricted Error Correction Model-UECM) modeli kullanılarak ve F istatistiği dikkate alınarak araştırılmıştır. F test istatistiği, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkinin test edilmesinde kullanılmaktadır. Bu amaçla oluşturulan hipotezler aşağıda yer almaktadır.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \dots = \gamma_n = 0 \text{ (Eşbütünleşme yoktur)}$$

$$H_1 : \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq \gamma_3 \neq \dots \neq \gamma_n \neq 0 \text{ (Eşbütünleşme vardır)}$$

UECM modelindeki maksimum gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi Kriteri göz önüne alınarak “2” olarak belirlenmiştir. Örneklem boyutuna bağlı olarak test istatistiklerinin karşılaştırılacağı kritik değerler farklılık göstermektedir. Örneklem büyüklüğünün yüksek olduğu serilerde Pesaran vd. (2001) ait kritik değerler dikkate alınırken küçük örneklem büyüklüklerinde Narayan (2005) kritik değerleri kullanılmaktadır.

Çalışmada örneklem boyutunun, 34 yıl olması nedeniyle Narayan (2005) kritik değerleri kullanılmasına karşın Pesaran vd. (2001) değerleri de dikkate alınmıştır. Tablo 3.3’te daha önce belirlenen 2 gecikme uzunluğuna ait F testi sonuçları ile birlikte Pesaran vd. (2001) ve Narayan (2005) kritik değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 3.4: ARDL Modeli için Hesaplanan F Değeri ve Kritik Değerler

Açıklayıcı Değişken Sayısı (k)	F İstatistiği	Kritik Değerlerin Esas Alındığı Çalışma	%5 Anlam Düzeyinde Kritik Değerler	
			Alt Sınır	Üst Sınır
3	11.91	Pesaran vd. (2001)	4.01	5.07
		Narayan (2005)	4.68	5.98

ARDL modeli ile eşbütünleşme analizinin yapılabilmesi için hesaplanan test istatistiğinin üst sınır kritik değerinden yüksek olması gerekmektedir. Tablo 3.4'e göre, sınır testi neticesinde elde edilen F istatistiği değeri (11.91), hem Pesaran vd.(2001) hem de Narayan (2005) kritik değerlerine ait üst sınırlarından (5.07-5.98) yüksek çıkmıştır. F istatistik değerinin kritik değer üst sınırından büyük olması nedeniyle, modelde eşbütünleşmenin var olmadığına yönelik olan H_0 hipotezi reddedilmektedir. Bu durum, ekonomik büyüme ile yenilenebilir

enerji kaynaklarından biomas ve hidroelektrik güç tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ifade etmektedir.

3.5. Kısa Dönem ARDL Modeli

ARDL modelinde kısa ve uzun dönem katsayılar belirlenirken modelin bir bütün olarak anlamlı olabilmesi için tanısal testleri geçmesi gerekmektedir. İstenilen sonuçlar tanısal testlerde elde edildikten sonra katsayıların yorumlanmasına geçilebilir. Kullanılan tanısal testler, otolorelasyon sorunu, normal dağılım sorunu, değişen varyans sorunu ve model kurma hatası olup olmadığının araştırılmasına yöneliktir. Çalışmada elde edilen ARDL (2,1,2) modeline ilişkin tanısal test sonuçları Tablo 3.5'te yer almaktadır.

Tablo 3.5: ARDL (2,1,2) Modeline İlişkin Tanısal Testler

Tanısal Testler	Katsayı ve Olasılık Değerleri
F İstatistiği	6244.8 [0.000]
White Değişen Varyans Testi	1.906 [0.167]
Breusch-Godfrey Ardışık Bağntı LM Test Değeri	2.047 [0.152]
Jarqua-Berra Normallik Testi	3.519 [0.172]
Ramsey-Reset Regresyon Model Kurma Testi	0.131 [0.991]

Not: Parantez içinde yer alan sayılar olasılık değerini göstermektedir.

Tablo 3.5'teki değerler incelendiğinde, ARDL (2,1,2) modelinde %5 anlamlılık düzeyi baz alındığında, tanısal testlerin yapılma sebebi olan hiçbir sorunun mevcut olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu sonuca, F istatistiği olasılık değerinin 0.05'ten küçük, White Değişen Varyans Testi, Breusch-Godfrey Ardışık Bağntı LM Test Değeri, Jarqua-Berra Normallik Testi ve Ramsey-Reset Regresyon Model Kurma Testilerine at olasılık değerlerinin ise 0.05'ten büyük olması sayesinde ulaşılmıştır.

Tanımsal testlere ait sonuçlar, modelin bir bütün olarak anlamlı olduğunu ve katsayıların yorumlanabileceğini göstermiştir. Bu doğrultuda Schwarz Bilgi Kriteri dikkate alınarak 2 gecikmeli oluşturulan ARDL (2,1,2) modelinin kısa döneme ait sonuçları Tablo 3.6’da yer almaktadır.

Tablo 3.6: ARDL (2,1,2) Modelinin Kısa Dönem Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	Hesaplanan t Değerleri
InGDPt-1	1.184	0.146	8.074 [0.000]
InGDPt-2	-0.617	0.134	-4.598 [0.000]
InHidro	-0.005	0.019	-0.286 [0.777]
InHidro t-1	0.068	0.019	3.463 [0.002]
InBiomass	0.084	0.040	2.076 [0.050]
InBiomast-1	-0.125	0.051	-2.408 [0.025]
InBiomast-2	-0.095	0.039	-2.435 [0.023]
Sabit	4.287	0.779	5.503 [0.000]
Trend	0.022	0.004	5.328 [0.000]

Not: Parantez içerisindeki sayılar olasılık değerlerini ifade etmektedir.

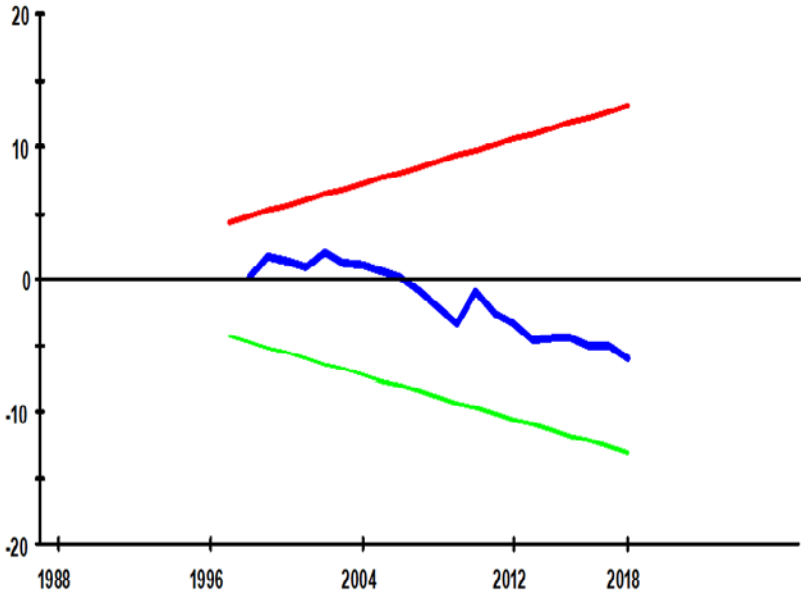
Tablo 3.6'da yer alan kısa dönem sonuçları incelendiğinde; modelde yer alan değişkenlerin farklı gecikme düzeylerinde istatistiki olarak anlamlı çıktıkları görülmektedir. Bir gecikmeli hidroelektrik güç tüketimi katsayı negatif, iki gecikmeli biomas enerji tüketimi pozitif katsayıya sahiptir. Bu durumda kısa dönemde biomas enerji tüketiminde meydana gelecek artış GDP üzerinde pozitif etki oluşturacakken, hidroelektrik güç tüketimindeki artış tam tersi bir etkiye yol açacaktır. Farklı yönlerde ortaya çıkan bu etkilerin muhtemel sebebi, biomas enerji ve hidroelektrik güç kaynaklarının yatırım maliyetleri ve getiri oranlarındaki farklılıklardır.

3.6. CUSUM ve CUSUMQ Testleri

Brown vd. (1975) tarafından önerilen CUSUM ve CUSUMQ testleri, ARDL modellerinde kısa ve uzun döneme ait katsayıların istikrarlı olup olmadığının tespitinde kullanılmaktadır. CUSUM testinde, %5 güven aralığında değişkenlere ait kümülatif hata terimleri dikkate alınarak kısa ve uzun dönem katsayılarına ait grafik belirlenmektedir.

Katsayılara ilişkin oluşturulan eğri, güven aralığı içerisinde kaldı ise, katsayıların kısa ve uzun dönemde istikrarlı olduğu sonucuna ulaşılır. Aynı şekilde yorumlanan CUSUMQ testinin farklı ise, değişkenlere ait kümülatif hata terimlerinin karelerinin dikkate alınmasıyla oluşturulmasıdır. Değişkenlere ait CUSUM sonucu Grafik 3.4'te yer almaktadır.

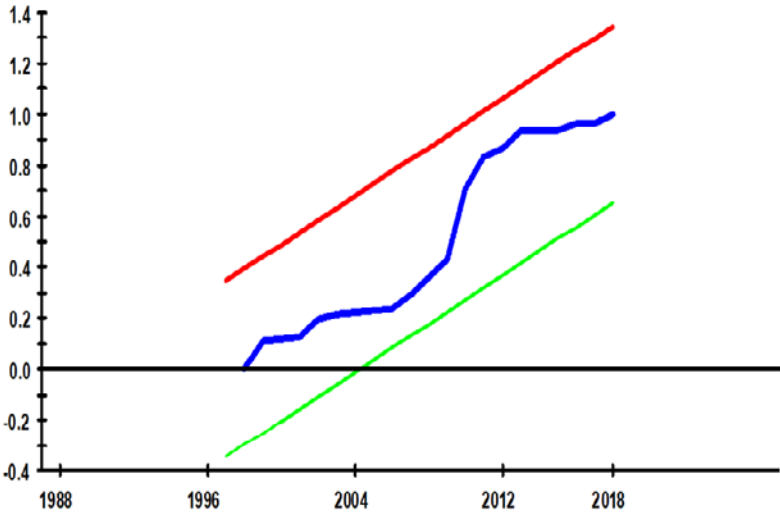
Grafik 3.4: ARDL (2,1,2) Modelinin CUSUM Testi



Not: Düz çizgiler %5 anlam düzeyindeki kritik sınırları temsil etmektedir.

Grafik 3.4'te yer alan düz çizgiler %5 anlamlılık düzeyindeki güven aralığı sınırlarını göstermektedir. Eğri ise, modeldeki değişkenlere ait kümülatif hata terimleriyle oluşturulmuştur. Katsayılara ait bu eğri, güven aralığı içerisinde kalması kısa ve uzun dönemde modeldeki katsayıların istikrarlı olduğunu ifade etmektedir. Kümülatif hata terimlerinin karesi dikkate alınarak oluşturulan CUSUM-SQ testine ait sonuçlar ise Grafik 3.5'te yer almaktadır.

Grafik 3.5: ARDL (2,1,2) Modelinin CUSUM-SQ Testi



Not: Düz çizgiler %5 anlam düzeyindeki kritik sınırları temsil etmektedir.

CUSUM-SQ testine sonucu elde edilen eğrinin %5 güven aralığı sınırlarında yer alması katsayıların istikrarlı olduğunun göstergesidir.

ARDL (2,1,2) modelinin tanısal testleri geçmesi ve CUSUM ve CUSUM-SQ testleri sonucunda katsayıların istikrarlı olduğunun belirlenmesinin ardından modele alın uzun dönem katsayılar ve hata düzeltme modelinin incelenmesine geçilebilecektir.

3.7. Uzun Dönem ARDL Modeli

Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki eşbütünleşme ilişkisine ait uzun dönem sonuçları Tablo 3.7’de yer almaktadır.

Tablo 3.7: ARDL (2,1,2) Modelinin Uzun Dönem Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	Hesaplanan t Değerleri
InHidro	0.145	0.047	3.055[0.006]
InBiomass	-0.314	0.038	-8.186 [0.000]
Sabit	9.890	0.066	147.941 [0.000]
Trend	0.051	0.001	51.350 [0.000]

Not: Parantez içinde yer alan sayılar olasılık değerini göstermektedir.

Tablo 3.7 incelendiğinde; kısa dönemle benzer şekilde %5 anlam seviyesinde uzun dönem katsayılarını her iki değişken içinde istatistiki olarak anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Katsayıların işaretlerinde de değişiklik yaşanmamıştır. Bu doğrultuda hidroelektrik gücü tüketiminde meydana gelecek %1'lik artış GDP üzerinde %0.14'lük pozitif etkiye biomas tüketiminde meydana gelecek %1'lik artış ise GDP üzerinde %0.31'lik negatif etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Uzun dönem ait katsayıların belirlenmesinin ardından hata düzeltme modelinin tahminine geçilmektedir.

3.8. Hata Düzeltme Modeli

ARDL yönteminde hata düzeltme modeli, değişkenler arasındaki kısa dönem ilişki dikkate alınarak oluşturulmaktadır. Hata düzeltme modelinde yer alan hata düzeltme terimi, kısa dönemde yaşanan şoklar sonucu meydana gelen dengeden sapmaların etkisinin ortadan kalkma süresine ilişkin bilgi vermektedir. Hata düzeltme modeline ait denklem aşağıda yer almaktadır.

$$\Delta \ln \text{GDP}_t = \alpha_0 + \delta t + \sum_{i=1}^{n-1} (\phi_{1i} \Delta \ln \text{GDP}_{t-i}) + \sum_{i=0}^{n-1} (\phi_{2i} \Delta \ln \text{Hidro}_{t-i}) + \sum_{i=0}^{n-1} (\phi_{3i} \Delta \ln \text{Biomass}_{t-i}) + \mu \text{ECM}_{t-1} + \varepsilon_t$$

(6)

Denklemden 6'da yer alan ECM değişkeni, hata düzeltme terimini temsil etmektedir. ECM değişkenine ait katsayının anlamlı ve negatif olması istenmektedir. Hata düzeltme modeline ait sonuçlar Tablo 3.8'de yer almaktadır.

Tablo 3.8: ARDL (2,1,2) Modeli İçin Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	Hesaplanan t Değerleri
dlnGDP1	0.617	0.134	4.598 [0.000]
dlnHidro	-0.005	0.019	-0.286 [0.777]
dlnBiomass	0.084	0.040	2.076 [0.049]
dlnBiomass1	0.095	0.039	2.435 [0.023]
dTrend	0.022	0.004	5.328 [0.000]
ECM(-1)	-0.433	0.078	-5.541 [0.000]

Not: Parantez içinde yer alan sayılar olasılık değerini göstermektedir.

Tablo 3.8’de yer alan hata düzeltme katsayısı ECM (-1) katsayısı uzun dönem dengeye yakınsama süresini göstermektedir. Yukarıda belirtildiği üzere ECM (-1) ait katsayı (-0.433) negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Bu değer, kısa dönemde meydana gelecek şoklar nedeniyle meydana gelen dengeden sapmanın %43’nün bir dönem sonra yani bir yıl sonra dengeye yakınsayarak düzeleceğini belirtmektedir. Başka bir ifadeyle, kısa dönemde meydana gelecek şokların etkisinin, yaklaşık üç yıl içerisinde ortadan kalkarak uzun dönem dengesinin yeniden sağlanacağını ifade etmektedir.

SONUÇ

Küreselleşme ile birlikte dünya üretim ve tüketim hacminde meydana gelen artışın yanı sıra nüfus artışı, kentleşme sanayileşme ve teknolojik gelişme hem girdi hem de tüketim malı olarak enerjinin tüketim ve talebinin önemini artırmıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere enerji üretim açısından girdi özelliği taşıırken tüketim açısından ekonomik mal niteliğine sahiptir.

Dünya ölçeğinde artan enerji ihtiyacı, ülkelerin enerjiye olan bağımlılığının yükselmesine ve enerji ithalatının artmasına neden olmaktadır. Artan enerji ithalatı ise ülkelerin dış açık sorunu ile yüz yüze getirebilmektedir. Yenilenemeyen/birincil enerji kaynaklarının fiyatlarından büyük boyutlardaki hareketlilik, ülkeleri ekonomik sorunlar ve dışa bağımlılık açısından çeşitli sıkıntılara sokabilmektedir. Bu duruma çözüm olarak yenilenebilir enerji kaynakları iyi birer alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde dışa bağımlılık sorunu ve enerji talebi ihtiyacının karşılanabilmesi ülke ekonomisi üzerinde pozitif etkilere sebep

olacaktır. Başlıca etkilerden birisi ekonomik büyümeye olan katkıdır. Çalışmada bu katkı dikkate alınarak dünyanın en büyük enerji tüketicisi konumunda olan ABD’de biomas ve hidroelektrik güç kullanımı arasındaki ilişki, ARDL yönetimi ile analiz edilmiştir. 1984-2018 dönemi içeren analiz neticesinde ekonomik büyüme ile biomas ve hidroelektrik güç kullanımı arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca hem kısa hem de uzun dönemde hidroelektrik güç kullanımının ekonomik büyüme üzerinde negatif, biomas kullanımının ise pozitif anlamlı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Hidroelektrik güç tüketiminin negatif etkisinin muhtemel sebebi, yatırım ve kullanım maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Analiz neticesinde, kısa dönemde meydana gelecek şokların meydana getireceği uzun dönem dengeden sapma miktarının %43’nün bir dönem sonra telafi edileceği anlaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, kısa dönemde yaşanan şokların tamamı yaklaşık üç yıl içerisinde telafi edilerek tekrar uzun dönem denge sağlanmış olacaktır.

Literatürde ABD için çalışmaları dikkate alındığında; Alaca ve Long (1980)'un, 1948-1972 dönemi için yaptığı Granger nedensellik ve Payne (2009)'nin 1949-2006 dönemi için yaptığı Toda-Yamamoto nedensellik analizlerine neticesinde ABD'de ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin varlığına rastlanmamıştır. Buna karşın Hamilton (1983) 1948-1972 dönemini kapsayan çalışmasında ABD'de enerji fiyatları ile ekonomi büyüme arasında tek yönlü Granger nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Farklı bir yöntem olarak eşbütünleşme analizini kullanan Stern (2000) çalışmasında, 1948-1994 döneminde ABD'de enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu tespit etmiştir. Genel olarak bakıldığında ABD'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki net olmadığı anlaşılmaktadır.

Artan oranda enerji tüketimi, birincil enerji kaynaklarının kıtlığı ve birincil enerji kaynağı tüketiminin çevresel sorunlara neden olması gibi sebepler yenilebilir enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır. Dünyanın en büyük ekonomilerinden

birisi olan ABD’de biomas enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olması diğer yenilebilir enerji kaynaklarının da etkilerinin araştırılmasının önemini işaret etmektedir. Verilen yeterli nicelik ve niteliğe sahip olması durumunda araştırmanın diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminin dahil edilmesi ile genişletilip geliştirmesi literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Acaroğlu, M. (2007). *Alternatif Enerji Kaynakları*, 2. Baskı, Nobel Yayıncılık, Ankara.

Akarca, A.T. and Long, T.V. (1980). On the Relationship Between Energy and GDP: A Reexamination. *The Journal of Energy and Development*, 5 (2). 326-331.

Aktaş, C. and Yılmaz, V. (2008). Causal Relationship Between Oil Consumption and Economic Growth in Turkey. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 45-55.

Alam, M. S. (2006). Economic Growth with Energy. *Munich Personal RePEc Archive*, MPRA Paper No. 1260.

Aqeel, A. and Butt, M. S. (2001). The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan. *Asia-Pacific Development Journal*, 8(2), 103-110.

Asafu-Adjaye, J. (2000). The Relationship Between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries. *Energy Economics*, 22, 615-625.

Aydın, F.F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, Ocak-Temmuz 2010,.317-340.

Barnes, D.F. and Floor, W.M. (1996). Rural Energy in Developing Countries: A Challenge for Economic Development. *Annual Review of Energy and the Environment*, 21, 497-530.

Bayraç, H. N. ve Çildir, M. (2017). AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 Özel Sayısı, 201-212.

Bhattacharjee, A. (2012). *Everything You Need to Know About the Types of Renewable Energy*, Brainmass Inc.

Bildirici, M. E. and Gökmenoğlu, S. M. (2017). Environmental Pollution, Hydropower Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from G7 Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,75, 68-85.

Bilgili, F. and Öztürk, İ. (2015). Biomass Energy And Economic Growth Nexus in G7 Countries: Evidence from

Dynamic Panel Data, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 132-138.

Bilginoğlu, M.A (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. *E.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9, 122-147.

Doğan, B. ve Değer, O. (2016). Enerji Tüketimi, Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Hindistan Örneklemleri. *Journal of Yasar University*, 11(44), 326-338.

EIA, U.S. Energy Information Administration. (2019). Independent Statistics and Analysis, International <https://www.eia.gov/> (Erişim Tarihi: 28.04. 2019).

Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series*. First Edition, New York: John Wiley & Sons.

Enerji. (2019). Hidroelektrik Enerji <https://www.enerji.gen.tr/hidroelektrik-enerji/> (Erişim Tarihi: 22.04. 2019).

Enerjibes (2019). Gelgit Enerji, <https://www.enerjibes.com/gelgit-enerjisi/> (Erişim Tarihi: 22.04. 2019).

Enerjiportalı. (2019). Rüzgar Enerjisi, <https://www.enerjiportalı.com/ruzgar-enerjisi> (Erişim Tarihi: 07.05. 2019).

Erbaykal, E. (2007). Türkiye’de Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 30 (1), 29- 44.

Erdoğan, S. ve Gürbüz, S. (2014). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 79-87.

Ersoy, A. Y. (2010). Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi. *Akademik Bakış Dergisi*, 20, 1-11.

Fosu, O. A. E and F. J Magnus (2006). “Bounds Testing Approach to Cointegration: An Examination of Foreign Direct Investment Trade and Growth Relationships” *America Journal of Applied Sciences*, 3(11), pp.2079-2085.

FRED, Federal Reserve Economic Data. (2019). Gross Domestic Product, <https://fred.stlouisfed.org/series/GDP> (Erişim Tarihi: 28.04. 2019).

Granger, C. W.J. and P. Newbold. (1974), Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics* 2 (1974) 111-120.

Gujarati, D. N. (2004). *Temel Ekonometri*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Hamilton, J.D. (1983). Oil and the Macroeconomy Since World War II, *Journal of Political Economy*, 91, 228-248.

Hwang D. B.K. and Gum, B. (1991). The Causal Relationship Between Energy and GNP: The Case of Taiwan. *The Journal of Energy and Development*, 16, 219-226.

Johansen, S. (1988). “Statistical Analysis of Cointegrating Vectors”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, p. 231-254.

Johansen, S. And K. Juselius (1990). “ Maximum Likelihood Estimation and Inferences on Cointegration- with Application to the Demand for Money”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, p. 169-210.

Jorgenson, D. W., Goettle, R. J., Ho, M.S. and Wilcoxon, P. J. (2013). Energy, the Environment and US Economic Growth. *Energy, the Environment and US Economic Growth*, 1, 477-552.

Kraft, J. and Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.

Mehrara, M. (2007). Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Oil Exporting Countries. *Energy Policy* 35, 2939–2945.

Narayan, K.P. and Smyth, R. (2008). Energy Consumption and Real GDP In G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration With Structural Breaks. *Energy Economics*, 30, 2331–2341.

Narayan, P. K. (2005). “The saving and Investment Nexus For China: Evidence From Cointegration Tests”. *Applied Economics*, 37(7), pp. 1979-1990.

Odhiambo, N.M. (2009). Electricity Consumption and Economic Growth In South Africa: A Trivariate Causality Test. *Energy Economics*, 31, 635–640.

Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4 (4), 111-130.

Pata, U.K., Yurtkuran, S. ve Kalça, A. (2016). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38, 255-271.

Paula, S. and Bhattacharya, R. N. (2004). Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results. *Energy Economics*, 26, 977–983.

Payne, J. E. (2009). On the Dynamics of Energy Consumption and Output in the US. *Applied Energy*, 86, 575–577.

Peseran, M. H. and Y. Shin. (1999). “An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis”. Ed. S.Strom, *Econometrics and Economic Theory in The 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Chapter. 11, pp. 371-413.

Peseran, M. H., Y. Shin. and R. J. Smith. (2001). “ Bounds Testing appraoaches to The analysis of Level Relationships”. *Journal Applied Econometrics*, 16, pp. 289-326.

Pîrlogea, C. (2012). The Human Development Relies on Energy. Panel Data Evidence. *Procedia Economics and Finance*, 3, 496 – 501.

RAE. Royal Academy of Engineering. (2014). *Wind Energy Implications of Large-Scale Deployment on the GB Electricity System*, <https://www.raeng.org.uk/publication/reports/wind-energy-implications-of-large-scale-deployment> (Erişim Tarihi: 28.04. 2019).

Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2013). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2, 1-24.

Signanini, P., Giancarlo, C. and Fazio, M. D. (2011). Geothermal Energy. *Handbook on Renewable Energy Sources*, p.103-110.

Stern, D. I. (2000). A Multivariate Cointegration Analysis of The Role of Energy in The US Macroeconomy. *Energy Economics*, 22, 267-283.

Stern, D.I. and Cleveland, C.J. (2004). Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Papers in Economics.

Sukhatme, S.P. (1998). *Solar Energy Principles of Thermal Collection and Storage*, Fourth Reprint, Tata McGraw-Hill, New Delhi.

Sweeney, J.L. (2001). Economics of Energy <https://web.stanford.edu/~jsweeney/paper/Energy%20Economics.PDF>

TÇV, Türkiye Çevre Vakfı. (2006). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Önder Matbaa, TÇV Yayın No: 175, Ankara.

Teknoraysolar. (2019), Güneş Enerjisi Nedir? <https://www.teknoraysolar.com.tr/gunes-enerjisi-nedir-ve-kullanim-alanlari/>(Erişim Tarihi: 23.05. 2019).

Termodinamik. (2019). Biyokütle Enerjisi, <https://www.termodinamik.info/biyokutle-enerjisi/> (Erişim Tarihi: 22.04. 2019).

Timmons, D., Harris, J. M. and Roach, B. (2014). *The Economics of Renewable Energy*. A GDAE Teaching Module on Social and Environmental Issues in Economics.

Topallı, N. and Alagöz, M. (2014). Energy Consumption and Economic Growth in Turkey: An Empirical Analysis. *Selcuk University Journal of Institute of Social Sciences*, 32, 2014, 151-159.

Topcu, M. ve Tel, İ. (2018). Enerji-GSYH İlişkisine Yeni Bir Bakış: Türkiye ve G7 Ülkelerinde Gelir ve Sürdürülebilir Refah Yaklaşımlarının Karşılaştırılması. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 3(3): 208-225.

Usta, C. (2016). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2 (2), 181-201.

YEGM, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. (2019). Yenilenebilir Enerji Nedir? http://www.yegm.gov.tr/Yenilenebilir_Enerji_.aspx (Erişim Tarihi: 07.05. 2019).

Yesilodak. (2019). Jeotermal Enerji, <https://www.yesilodak.com/jeotermal-enerji-> (Erişim Tarihi: 22.04. 2019).

Yu, E.S.H. and Choi, J. (1985). The Causal Relationship Between Energy And GNP: An International Comparison. *The Journal of Energy and Development*, 10(2), 249-272.

Zoua, G. and Chau, K.W. (2006). Short- And Long-Run Effects Between Oil Consumption and Economic Growth in China. *Energy Policy*, 34, 3644–3655.



978-605-7695-13-0