

PAPER DETAILS

TITLE: Hindistan'da Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

AUTHORS: Tugba KOYUNCU,Hüseyin Naci BAYRAÇ

PAGES: 13-24

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/953638>

Hindistan’da Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı*

Tuğba KOYUNCU**¹, Hüseyin Naci BAYRAÇ²

¹Doktora Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Bölümü

²Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktidî Gelişme ve Uluslar arası İktisat

**Sorumlu Yazar / Corresponding: e-mail: tugbakoyuncu9106@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2721-1313

Geliş Tarihi/Received: 10.01.2020

Kabul Tarihi/Accepted: 31.01.2020

e-Yayın/e-Printed: 01.02.2020

ÖZET

Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi özellikle son zamanlarda dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Fosil yakıtların küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarını artırması daha çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Hindistan’da yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Hindistan’ın 1990-2015 dönemi gayri safi yurtiçi hasıla, yenilenebilir enerji tüketimi, sabit sermaye oluşumu ve iş gücü verileri kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak birim kök testleri ile serilerin durağanlıkları sınanmıştır. Daha sonra ARDL Sınır Testi ile eşbütünleşme ve katsayı tahminleri yapılmıştır. Son olarak VECM Nedensellik Testi ile değişkenler arasındaki ilişki uzun ve kısa dönemde tespit edilmiştir. Sonuçlar kısa dönemde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında yansızlık hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Uzun dönemde ise geribildirim hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla Hindistan’da yenilenebilir enerji tüketimine yönelik politika kararlarının, uzun dönemde ekonomik büyüme üzerindeki geri bildirim etkisi dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik büyüme, Yenilenebilir enerji tüketimi, ARDL Sınır Testi

The Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth in India: ARDL Boundary Test Approach

ABSTRACT

The relationship between energy consumption and economic growth has become a subject of particular interest recently. Increasing global warming and greenhouse gas emissions of fossil fuels increases the importance of more environment friendly renewable energy sources. Therefore, this study aimed to determine the relationship between renewable energy consumption and economic growth in India. For this purpose, India’s period 1990-2015 gross domestic product, renewable energy consumption, fixed capital formation and labor force data were used. Afterwards, cointegration and coefficient estimates were made with ARDL Boundary Test. Finally, the relationship between the variables was determined by VECM Causality Test in long and short term. The results show that the neutrality hypothesis between renewable energy and economic growth is valid in the short term. In the long run, the feedback hypothesis was found to be valid. Therefore, it is considered that policy decisions regarding renewable energy consumption in India should be determined by considering the feedback effect on economic growth in the long term.

Key Words: Economic growth, renewable energy consumption, ARDL Boundary Test

sağlanmıştır. Bu enerji kaynaklarının kullanımının çevre üzerindeki olumsuz ve kalıcı etkilerine ilk olarak Stokholm Konferansında (1972) uluslararası düzeyde dikkat çekilmiş, yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevre kirliliği ve iklim değişikliğine neden olduğu konusu tartışılarak, kısa ve uzun dönemde alınacak önlemler saptanmıştır. Ancak etkili çözüm geliştirilememiş ve daha sonra Rio Konferansı (1992) ve Kyoto Protokolü (1997) ile daha somut adımlar atılmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevre üzerinde olumsuz ve kalıcı etkilere yol açmasının yanında rezervlerinin sınırlı ve tükenebilir olması özellikle 1990'lı yıllardan sonra enerji tüketiminde dikkatleri yenilenebilir enerji kaynaklarına çekmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerji tüketimi, küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarının çevreye verdiği zararlar nedeniyle “temiz enerji” olarak dünyada enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir. Özellikle petrol, kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması ve bu enerji kaynaklarının kullanımları sırasında atmosfere yayılan CO_2 gazının hava kirliliğine neden olması yenilenebilir enerji kullanımının önemini oldukça artırmaktadır. Dolayısıyla güneş enerjisi, hidroelektrik enerji, rüzgar enerjisi, biyo-kütle ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem sürdürülebilir enerji potansiyeli sağlamakta hem de çevre kirliliğini azaltıcı bir unsur olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada dünyada en çok karbondioksit salınımı yapan ülkeler arasında yer alan Hindistan'da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi incelenmiştir.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilgili detaylı literatür araştırması yapılarak Büyüme Hipotezi, Koruma Hipotezi, Geribildirim Hipotezi ve Yansızlık Hipotezi gibi dört temel hipotez çerçevesinde literatür sınıflandırılmıştır. Büyüme hipotezi yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik içerirken, Koruma Hipotezi ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu öngörmektedir. Geribildirim Hipotezi söz konusu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu, Yansızlık Hipotezi ise herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını öngörmektedir (Beşer ve Beşer, 2017).

Çalışmanın temel amacı yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada, dünyada CO_2 salınım oranları en yüksek olan ülkelere biri olan Hindistan'da yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi incelenmiştir (Global Karbon Atlas, 2017). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişkinin olduğu Büyüme Hipotezinin Hindistan'da geçerliliği zaman serisi analizi yöntemi ile sınanmıştır. Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye yol açıp açmadığı sorusundan yola çıkarak çalışmanın Hindistan'da ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisinin incelenmesi bakımından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisinin çeşitli iktisadi hipotezler kapsamında detaylı olarak gruplandırılması açısından da ileride yapılacak olan çalışmalara kaynaklık edeceği öngörülmektedir.

Bu çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Konunun öneminin ve çalışmanın amacının kısaca aktarıldığı giriş bölümünün ardından ikinci bölümde konu ile ilgili literatür çalışmaları detaylı olarak incelenmiştir. Üçüncü bölümde ekonometrik yöntem ve veri seti, dördüncü bölümde ampirik bulgular ve beşinci bölümde sonuç kısmı yer almaktadır.

2. LİTERATÜR

Literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çok sayıda çalışma vardır. Özellikle 1974 yılında ortaya çıkan petrol krizi ve sonrasında yapılan çalışmalar enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. (Kraft & Kraft, 1978), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışması, bu konuda öncü çalışmalar arasında yer almaktadır. Bu çalışmada 1947-1974 yılları verileri kullanılarak ABD ekonomisinde enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi araştırılmıştır. Uygulama sonucunda ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik bulgusuna ulaşılmıştır. Son zamanlarda ise yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırmacıların

2012),(Sebri & Ben-Salha, 2014), (Destek & Aslan, 2017), (Tuğcu & Topçu, 2018), (Bao & Xu, 2019), (Charfeddine & Kahia, 2019), (Özcan & Öztürk, 2019), (Fan & Hao, 2020). (Fang, 2011), (Bao ve Xu, 2019) ve (Fan ve Hao, 2020) yıllarında farklı yöntemler ve farklı dönemleri kapsayan çalışmalarında, Çin ekonomisinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi hızlandıran bir etken olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Sebri ve Ben-Salha, 2014), modele yenilenebilir enerji tüketiminin yanı sıra CO_2 emisyonu ve ticari açıklık değişkenlerini de dahil ederek VECM Nedensellik analizi yöntemi ile Hindistan'da yenilenebilir enerji tüketiminin Büyüme Hipotezini desteklediğini tespit etmişlerdir. (Yıldırım vd.,2012) ve (Tuğcu ve Topçu) ABD ekonomisinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisini farklı metotlarla incelemişler ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tablo 1'de Büyüme Hipotezinin geçerliliğini tespit eden bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 1: Literatürde Büyüme Hipotezi ile İlgili Çalışmaların Özeti

Yazar(lar)	Dönem	Metodoloji	Ülke(ler)	Sonuç
Fang (2011)	1978-2008	OLS	Çin	YEN => GDP
Yıldırım vd. (2012)	1970-2010	Toda-Yamamoto Nedensellik	ABD	Biomass => GDP
Sebri ve Ben-Salha (2014)	1971-2010	VECM Nedensellik	Hindistan	YEN => GDP
Destek ve Aslan (2017)	1980-2012	Hatemi-J Nedensellik	Peru	YEN => GDP
Tuğcu ve Topçu (2018)	1980-2014	Asimetrik Nedensellik	ABD	YEN => GDP
Bao ve Xu (2019)	1997-2015	Bootstrap Nedensellik	Çin	YEN => GDP
Charfeddine ve Kahia (2019)	1980-2015	Panel VAR, Nedensellik	MENA	YEN=> GDP
Özcan ve Öztürk (2019)	1990-2016	Bootstrap Nedensellik	16 Gelişmekte olan ülke	YEN=> GDP
Fan and Hao (2020)	2000-2015	VECM Granger Nedensellik	Çin	YEN => GDP

Koruma hipotezine göre, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu savunulmaktadır. Literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında Koruma Hipotezinin geçerli olduğunu tespit eden çalışmalardan bazıları şu şekildedir: (Sadorsky, 2009),(Menyah & Rafuel, 2010), (Mahmoodi & Mahmoodi, 2011), (Sbia vd., 2014), (Kesbic & Er, 2017), (Destek & Aslan, 2017), (Tuğcu & Topçu, 2018) (Tuna & Tuna, 2019), (Batman vd., 2019), (Rahman & Velayutham, 2020). Sadorsky (2009), 18 gelişmekte olan ülkenin 1960-2003 dönemi verilerini kullanarak yapılan çalışmada ekonomik büyümedeki değişmelerin yenilenebilir enerji tüketimini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Aşağıdaki Tablo 2'de Koruma Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşan bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2: Literatürde Koruma Hipotezi ile İlgili Çalışmaların Özeti

Yazar(lar)	Dönem	Metodoloji	Ülke(ler)	Sonuç
Sadorsky (2009)	1960-2003	Panel ko-entegrasyon, FMOLS	18 Ülke	GDP => YEN
Menyah ve Rafuel (2010)	1960-2007	Granger Nedensellik	ABD	GDP => YEN
Mahmoodi ve Mahmoodi (2011)	1985-2007	Toda-Yamamoto Nedensellik	Hindistan, İran, Pakistan, Suriye	GDP => YEN

Tuna ve Tuna (2019)	1980-2015	Hatemi-J Nedensellik	Filipinler	GDP => YEN
Batman vd.(2019)	1985-2014	Granger Nedensellik	Türkiye	GDP => YEN
Rahman ve Velayutham (2020)	1990-2014	FMOLS,DOLS, D-H Granger Nedensellik	Güney Asya	GDP => YEN

Geribildirim Hipotezine göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki değişimler ekonomik büyümeyi etkilerken, ekonomik büyümedeki değişimler de yenilenebilir enerji tüketimini etkilemektedir. Literatürde Geribildirim Hipotezinin geçerli olduğunu tespit eden bazı çalışmalar şu şekildedir: (Apergis vd., 2010), (Apergis & Payne, 2010), (Mahmoodi & Mahmoodi, 2011), (Tiwari, 2011), (Tuğcu vd., 2012), (Sebri & Ben-Salha, 2014), (Lin & Moubarak, 2014), (Chang vd., 2015) (Destek & Aslan, 2017), (Tuğcu & Topçu, 2018), (Shahbaz vd., 2018), (Aydın, 2019), (Alola, vd., 2019), (Luqman vd., 2019), (Eren vd., 2019). Bu çalışmalar aşağıda yer alan Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 3: Literatürde Geribildirim Hipotezi ile İlgili Çalışmaların Özeti

Yazar(lar)	Dönem	Metodoloji	Ülke(ler)	Sonuç
Apergis vd. (2010)	1984-2007	Nedensellik	Gelişmiş ve Gelişmekte	GDP <=> YEN
Apergis ve Payne (2010)	1985-2005	Granger Nedensellik	OECD	GDP <=> YEN
Mahmoodi ve Mahmoodi (2011)	1985-2007	Toda-Yamamoto Nedensellik	Bangladeş, Ürdün	GDP <=> YEN GDP <=> YEN
Tiwari (2011)	1960-2009	Yapısal VAR	Hindistan	GDP <=> YEN
Tugcu vd. (2012)	1980-2009	Hatemi-J Nedensellik	Japonya	GDP <=> YEN
Sebri ve Ben-Salha(2014)	1980-2015	VECM Granger Nedensellik	BRICS	GDP <=> YEN
Lin ve Moubarak (2014)	1977-2011	Granger Nedensellik	Çin	GDP <=> YEN
Chang vd. (2015)	1990-2011	Panel Nedensellik	G-7	GDP <=> YEN
Destek ve Aslan (2017)	1980-2012	Hatemi-J Nedensellik	Yunanistan, Güney Kore	GDP <=> YEN
Shahbaz vd. (2018)	1960-2016	ARDL Sınır Testi	ABD	GDP <=> YEN
Tugcu ve Topçu (2018)	1980-2014	Asimetrik Nedensellik	Kanada, Fransa, Almanya, İtalya	GDP <=> YEN
Aydın (2019)	1980-2015	D-H Granger Nedensellik	OECD	GDP <=> YEN
Alola vd. (2019)	1997-2014	D-H Granger Nedensellik	16 AB	GDP <=> YEN
Luman vd. (2019)	1990-2016	ARDL Sınır Testi	Pakistan	GDP <=> YEN
Eren vd. (2019)	1971-2015	DOLS, Granger Nedensellik	Hindistan	GDP <=> YEN

Yansızlık Hipotezine göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı düşünülmektedir. Yani söz konusu değişkenler ilişkisiz kabul edilir. Literatürde Yansızlık Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşan bazı çalışmalar şu şekildedir: (Mahmoodi & Mahmoodi, 2011), (Tuğcu vd., 2012), (Destek & Aslan, 2017), (Bulut & Muratoğlu, 2018), (Tuğcu & Topçu, 2018), (Tuna & Tuna, 2019), (Özcan & Öztürk, 2019). Bu çalışmalar ve elde edilen bulgular aşağıda Tablo 4’de özetlenmiştir.

Tablo 4: Literatürde Yansızlık Hipotezi ile ilgili Çalışmaların Özeti

Yazar(lar)	Dönem	Metodoloji	Ülke(ler)	Sonuç
Mahmoodi ve Mahmoodi (2011)	1985-2007	Toda-Yamamoto	Sri Lanka	GDP <≠ YEN
Tuğcu vd. (2012)	1980-2009	Panel Nedensellik	ABD	GDP <≠ YEN
Destek ve Aslan (2017)	1980-2012	Panel Nedensellik	Hindistan	GDP <≠ YEN
Bulut ve Muratoglu (2018)	1990-2015	Granger Nedensellik	Türkiye	GDP <≠ YEN
Tugcu ve Topçu (2018)	1980-2014	Asimetrik Nedensellik	Japonya	GDP <≠ YEN
Tuna ve Tuna (2019)	1980-2015	Asimetrik nedensellik	Endonezya, Malezya, Singapur, Tayland	GDP <≠ YEN

3.1. Veri Seti

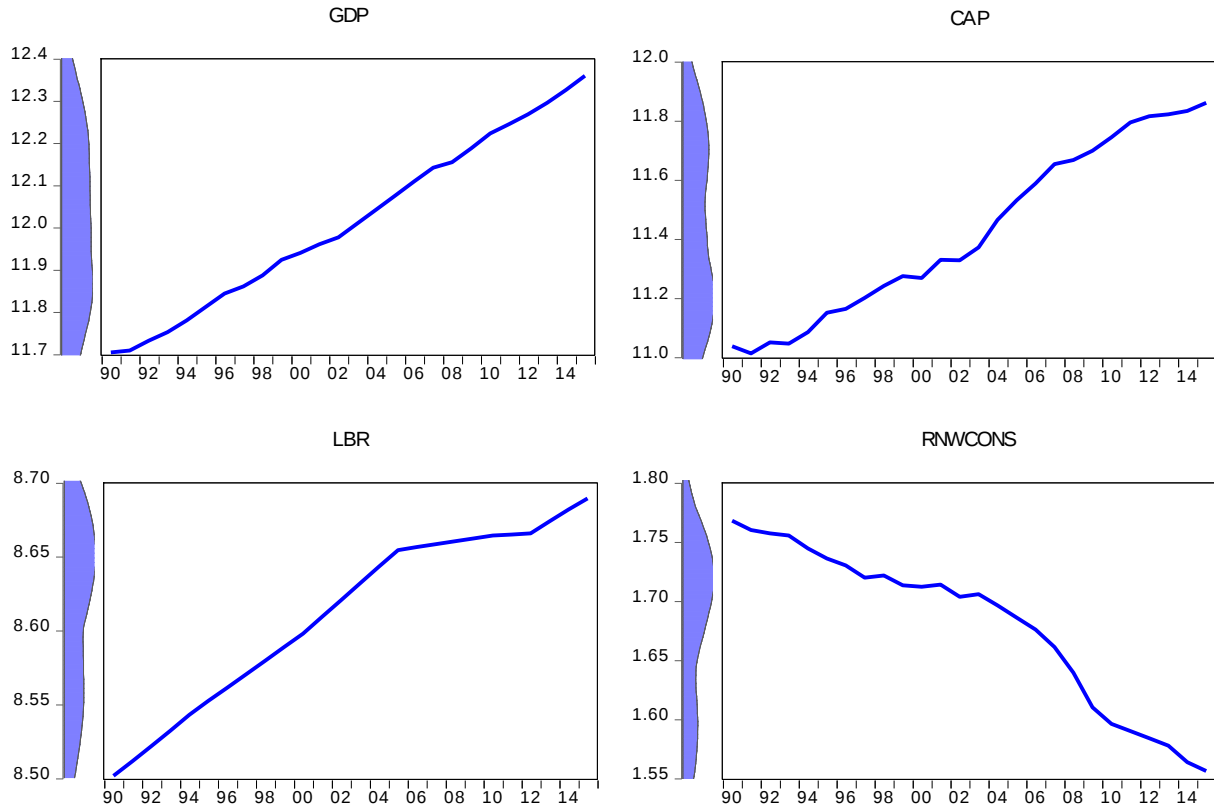
Bu çalışmada Hindistan’da toplam yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla Hindistan’nın 1990-2015 dönemi gayri safi yurt içi hasıla, sabit sermaye oluşumu, toplam iş gücü ve yenilenebilir enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Tüm değişkenlere ait veriler Dünya Bankasından elde edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 5’te modelde yer alan değişkenlere ait açıklamalar ve tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Tablo 5: Açıklamalar ve Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Açıklama	Kaynak	Ortalama	Ortanca	Min.	Max.	Göz.
<i>lnGDP</i>	Gayri safi yurtiçi hasıla logaritmik değeri (2010 sabit fiyatlarla ABD Doları)	Dünya Bankası	12.01349	11.99430	11.70549	12.36077	26
<i>lnCAP</i>	Sabit sermaye oluşumu logaritmik değeri (2010 sabit fiyatlarla ABD Doları)	Dünya Bankası	11.42547	11.35196	11.01388	11.86159	26
<i>lnLBR</i>	Toplam iş gücü logaritmik değeri	Dünya Bankası	8.611759	8.626569	8.501993	8.689722	26
<i>lnRNWCONS</i>	Toplam yenilenebilir enerji tüketimi logaritmik değeri	Dünya Bankası	1.680252	1.705059	1.556558	1.768289	26

Yukarıdaki tabloda modelde yer alan değişkenlerin gözlem sayıları, minimum, maksimum ve ortalama değerleri yer alırken Şekil 1’de ise gayri safi yurtiçi hasıla, yenilenebilir enerji tüketimi, iş gücü ve sabit sermaye oluşumu değişkenlerinin logaritması alınmış değerlerinin grafikleri yer almaktadır.

Şekil 1: GDP, CAP, LBR ve RNWCONS Değişkenlerinin Grafikleri



3.2. Model ve Tahmin Stratejisi

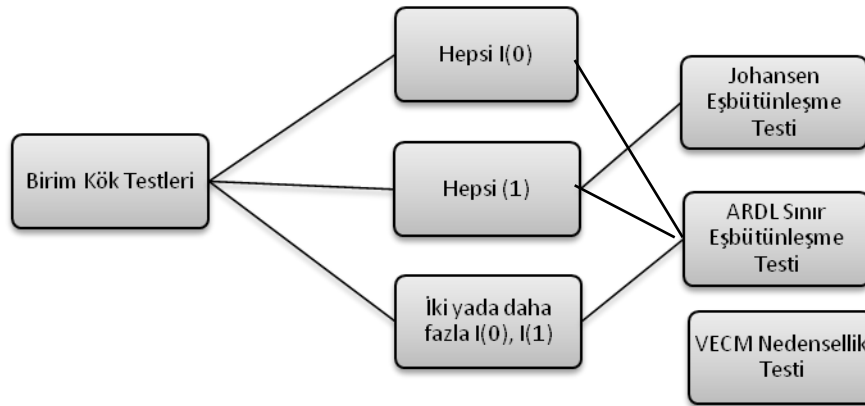
Hindistan’da yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilişkisinin incelendiği bu çalışmada kullanılan model Fang(2011), Hacıoğlu ve Ketenci(2018), Doğan (2015) ve Luqman vd.(2019) gibi Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun genişletilmesi ile oluşturulmuştur. Emek ve

1 nolu denklemde yer alan A terimi teknoloji seviyesini, K sermaye miktarını, L toplam emeği ifade ederken ε ise hata terimini göstermektedir. 1 nolu denkleme yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni dahil edilerek geliştirilen model aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\ln GDP = \beta_0 + \beta_1 \ln CAP + \beta_2 \ln LBR + \beta_3 \ln RNWCONS + U_t \quad (2)$$

2 nolu denklemde yer alan β_0 sabit katsayısı, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ise sırasıyla sabit sermaye oluşumunun, toplam iş gücünün ve yenilenebilir enerji tüketiminin katsayılarını ifade etmektedir. Modelin hata terimini ise U_t ifade etmektedir. Bu modelin tahmini için ilk olarak gayri safi yurtiçi hasıla, sabit sermaye oluşumu, iş gücü ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerinin durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Bir serinin ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zaman içinde değişmediği durumu ifade eden durağanlık sınaması Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Peron (PP) birim kök testleri ile yapılmıştır (Gujarati, 2011). Daha sonra ARDL (Autoregressive Distribution Lag) Sınır Testi kullanılarak değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenerek uzun ve kısa dönem katsayı tahminlerinin yapılmıştır. Son olarak değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü tespit etmeyi sağlayan Granger (1969) tarafından geliştirilen nedensellik analizinin hata düzeltme modelindeki formu VECM Granger Nedensellik Testi ile değişkenler arasındaki ilişkinin yönü tespit edilmiştir. Modelin tahmin aşamaları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Şekil 2: Tahmin Stratejisi Özeti



4.BULGULAR

4.1.Birim Kök Testi Sonuçları

Bu çalışmada değişkenlerin durağanlık sınaması literatürde yaygın olarak kullanılan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi(1979,1981) ve Phillip-Peron (PP) testleri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu testlerin H_0 hipotezi serinin birim kök içerdiğini ifade ederken alternatif hipotez H_1 serinin birim kök içermediğini dolayısıyla durağan olduğunu ifade etmektedir. Birim kök testi sonuçları aşağıda Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6: Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF Testi			PP Testi		
	Trendsiz t-ist.	Trendli t-ist.	Sonuç	Trendsiz t-ist.	Trendli t-ist.	Sonuç
GDP	-5.135248*	-5.140614*	I(1)	-6.622548*	-9.209842*	I(1)
CAP	-4.952015*	-4.762403*	I(1)	-4.952015*	-4.762403*	I(1)
LBR	-4.564944*	-4.489089*	I(1)	-4.564885*	-4.480549*	I(1)
RNWCONS	-3.044269**	-3.330320***	I(1)	-3.003059**	-3.317901***	I(1)

Not: İdeal gecikme uzunluğu AIC, bant genişliği Newey-West yöntemine göre belirlenmiştir. Tabloda *, **, *** değerler sırasıyla %1, %5, %10 kritik değerlerinde anlamlıdır. Değişkenlerin durağan oldukları düzeydeki değerleri tablolatırılmıştır.

ARDL yönteminin hem daha az gözlem sayısı ile sapmasız sonuçlar vermesi hem de durağanlık düzeyleri aynı olmayan değişkenlerin eşbütünleşik olup olmadığının araştırılmasına imkan tanınması nedeniyle bu çalışmada ARDL modeli kullanılmıştır. Ayrıca (Pesaran, Shin, & Smith, 2001) tarafından geliştirilen bu testte kısıtsız hata düzeltme modeli kullanılması bu testin diğer eşbütünleşme testlerine göre istatistiksel olarak daha anlamlı sonuçlar vermesi sağladığı bir diğer faydadır. ARDL modelinin kurulması için öncelikle en uygun gecikme uzunluğu belirlenmelidir. Gecikme uzunluğu belirlenirken AIC ve SIC bilgi kriterlerinden en düşük olanlar dikkate alınarak modelin uygun gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığını araştırmak için uygulanan ARDL Sınır Testi modeli şu şekildedir:

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP = & \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln CAP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \ln LBR_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^m \beta_{4i} \Delta \ln RNWCONS_{t-i} + \alpha_1 \ln GDP_{t-1} + \alpha_2 \ln CAP_{t-1} + \alpha_3 \ln LBR_{t-1} \\ & + \alpha_4 \ln RNWCONS_{t-1} + e_t \end{aligned} \quad (3)$$

Yukarıdaki 3 nolu modelde yer alan β_0 sabit terimi, Δ fark terimini ve e_t hata terimini ifade etmektedir. 3 nolu denklem ile regresyon modeli kurulduktan sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki şu hipotezlerle test edilir:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0 \text{ (Eşbütünleşme yoktur)}$$

$$H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq 0 \text{ (Eşbütünleşme vardır)}$$

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki tespit edildikten sonra değişkenlerin uzun ve kısa dönem katsayıları sırasıyla 4 ve 5 nolu aşağıdaki modeller ile tahmin edilir.

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP = & \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln CAP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \ln LBR_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^m \beta_{4i} \Delta \ln RNWCONS_{t-i} + e_t \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP = & a_0 + \sum_{i=1}^m \phi_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \phi_{2i} \Delta \ln CAP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \phi_{3i} \Delta \ln LBR_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^m \phi_{4i} \Delta \ln RNWCONS_{t-i} + \sum_{i=0}^m ECM_{t-i} + e_t \end{aligned} \quad (5)$$

5 nolu denklemde ECM ile ifade edilen hata teriminin de modele dahil edilmesiyle kısa dönemli katsayı tahmini yapılmaktadır.

Tablo 7: ARDL Sınır Testi Sonuçları

Tanımlayıcı İstatistikler		Kritik Değer	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
F-İstatistiği	7.344849	%1	5.17	6.36
R^2	0.999612	%5	4.01	5.07
Düzeltilmiş R^2	0.999390	%10	3.47	4.45
ARCH LM	0.29(0.59)	Optimum Gecikme Uzunluğu		
Jarque-Bera	1.70(0.42)			
			(1, 0, 3, 0)	

Tablo 7’de yer alan sonuçlara göre F-istatistik değerinin %1 düzeyinde üst sınır kritik değerlerinden büyük olması H_0 hipotezinin kabul edilemeyeceğini göstermektedir. Dolayısıyla değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı tabloda yer alan sonuçlara göre ARCH LM testi, Jarque-Bera Normallik testi, Breusch-Godfrey LM testi ve Ramsey Reset testi sırasıyla ARDL modelinin değişen varyans sorununun bulunmadığını, hata teriminin normal dağılım gösterdiğini, otokorelasyon sorunu olmadığını ve model kurma hatasının bulunmadığını göstermektedir. Tablo 8’de yer alan sonuçlara göre GDP; LBR(-3) ve RNWCONS dışında tüm değişkenlerle pozitif ilişkilidir.

Tablo 8: (1, 0, 3, 0) ARDL Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Bağımlı Değişken: GDP		
	Katsayı	Test İst.	Olasılık Değ.
GDP(-1)	0.231523	1.143561	0.2720
CAP	0.107723	2.147195	0.0498
LBR	0.174326	0.252314	0.8045
LBR(-1)	0.114055	0.123158	0.9037
LBR(-2)	1.404969	1.386290	0.1873
LBR(-3)	-1.632228	-2.871432	0.0123
RNWCONS	-0.410099	-2.241025	0.0418
C	7.987605	2.299553	0.0374

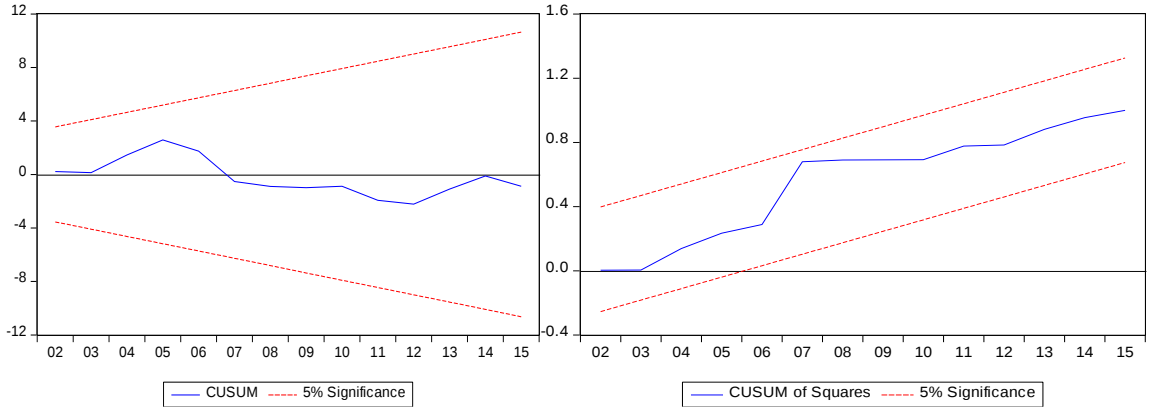
Tablo 9’da ARDL modeli uzun ve kısa dönemli katsayı tahmin sonuçları yer almaktadır. Sonuçlar uzun ve kısa dönemde birbirini desteklemektedir. Her iki dönemde de iş gücü dışında katsayılar istatistiksel olarak anlamlıdır. Uzun dönemde sabit sermaye oluşumundaki %1’lik değişme gayri safi yurtiçi hasılda %0.14’lük, kısa dönemde ise %0.09’lük artışa neden olmaktadır. Toplam iş gücündeki %1’lik değişim gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde istatistiksel olarak anlamsız ancak pozitif etki oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimindeki artışlar ise kısa ve uzun dönemde gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde negatif etki oluşturmaktadır. Kısa dönemde modele dahil edilen hata teriminin katsayısı beklentiler yönünde negatif olarak gerçekleşmiştir. Bu durum kısa dönemde standart sapma şokların etkisinin uzun dönemde dengeye yaklaştığını ifade etmektedir. Hata teriminin katsayısı kısa dönem şoklarının ardından bir dönem sonra hataların %0.69 giderildiğini göstermektedir.

Tablo 9: ARDL (1, 0, 3, 0) Uzun ve Kısa Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Uzun Dönem			Kısa Dönem		
	Katsayı	t-İstatistik	Olasılık Değ.	Katsayı	t-İstatistik	Olasılık Değ.
CAP	0.140177	-3.795744	0.0020*	0.095883	-2.340261	0.0374**
LBR	0.079537	2.147195	0.8157	0.578581	1.172460	0.2638
RNWCONS	-0.533652	-2.241025	0.0418**	-0.338424	-2.710544	0.0189**
C	7.987605	2.299553	0.0374**	7.987605	5.982450	0.0000*
ECT(-1)				-0.697345	-8.249987	0.0000*

Not: *, ** sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlıdır.

Oluşturulan ARDL modelinin yapısal kırılma içerip içermediğini araştırmak için geri dönüşümlü hata terimlerini kullanarak yapısal kırılmayı dikkate alan CUSUM ve CUSUMQ testleri kullanılmıştır (Brown vd., 1975). Aşağıdaki Şekil 3’de gösterilen sonuçlara göre %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içinde kalması modelin yapısal kırılma içermediğini ve anlamlı olduğunu göstermektedir.



Uzun ve kısa dönemli katsayılar belirlendikten sonra değişkenler arasındaki ilişkinin yönü katsayılara uygulanan Wald Test ile belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda nedensellik testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 10: VECM Granger Nedensellik Testi: Wald Testi χ^2

Değişkenler	Kısa Dönem				Uzun Dönem
	ΔGDP	ΔCAP	ΔLBR	$\Delta RNWCONS$	ECT_{t-1}
ΔGDP	-	2.89(0.235)	0.83(0.657)	1.49(0.474)	-5.97(0.000)*
ΔCAP	4.62(0.098)***	-	0.58(0.746)	3.29(0.192)	-3.79(0.002)*
ΔLBR	9.26(0.009)*	9.47(0.008)*	-	3.05(0.217)	-5.58(0.061)***
$\Delta RNWCONS$	1.61(0.446)	1.31(0.518)	1.95(0.37)	-	-7.67(0.021)**

Not: *, **, *** sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır. Parantez içindeki değerler olasılık değerini göstermektedir.

Tablo 10'da yer alan sonuçlara göre kısa dönemde sabit sermaye oluşumu ve toplam iş gücünden ekonomik büyümeye doğru yek yönlü bir nedensellik bulgusuna ulaşılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ise nedensellik bulgusuna ulaşılmamıştır. Sonuçlar 1980-2012 dönemi Destek ve Aslan (2017) Hindistan üzerine farklı yöntem kullanarak yapmış oldukları nedensellik analizi sonuçlarını destekler niteliktedir. Ayrıca Mahmoodi ve Mahmoodi (2011), Tuğcu ve Topçu (2018), Wang vd.(2018), Dong vd.(2018) ve Qiao vd.(2019) gibi gelişmekte olan Asya ülkelerini inceleyen çalışmalarda elde edilen bulgulara benzer olarak yansızlık hipotezini destekler bulgular tespit edilmiştir. Ancak uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin hata terimi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum Hindistan'da uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişkinin varlığını göstermektedir. Uzun dönemde sonuçlar Tiwari (2011), Sebri ve Ben-Selha (2014) ve Eren vd. (2019) çalışmalarını destekler niteliktedir. Dolayısıyla kısa dönemde Hindistan'da yansızlık hipotezi geçerli iken uzun dönemde geribildirim hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.SONUÇ

Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler açısından dikkat çeken bir konudur. Son yıllarda petrol, doğal gaz, kömür gibi birincil enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı ve tükenebilir olmasının yanında küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarını artırması, enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmıştır. Bu nedenle bu çalışmada güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerjisi gibi enerji kaynaklarının yer aldığı toplam yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Bu çalışmada dünyada en çok karbondioksit salınımı yapan beş ülke içindeki Hindistan'da yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi toplam iş gücü ve sabit sermaye oluşumu da dahil edilerek araştırılmıştır. 1990-2015 dönemi verileri kullanılarak ilk olarak serilerin durağanlıkları birim kök testleri ile sınanmış ve birinci farklarında durağan olduğu tespit edilmiştir.

standart sapma şokların uzun dönemde azalarak dengeye yaklaştığını ifade etmektedir. Ampirik sonuçlar hata terimi katsayısının kısa dönem şokların ardından bir dönem sonra hataların %0.69 giderildiğini göstermektedir.

Son olarak VECM Nedensellik Testi uygulanarak değişkenler arasındaki ilişkinin yönü kısa ve uzun dönemde tespit edilmiştir. Kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını öngören yansızlık hipotezi geçerli iken uzun dönemde ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu öngören neden geribildirim hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular kısa dönemde başlangıçta kurduğumuz iktisadi hipotezi desteklemezken, uzun dönemde desteklemektedir. Hindistan'da uzun dönemde geribildirim hipotezinin geçerli olması nedeniyle politika yapımcılarının yenilenebilir enerji tüketimine yönelik alacakları politika kararlarında yenilenebilir enerji tüketimindeki değişmelerin ekonomik büyüme üzerinde etki oluşturacağı bu sonuçlar göz önünde bulundurularak, enerji tüketiminin çevre üzerinde daha az olumsuz etkileri olan ve rezervleri kısıtlı olmayan bu enerji kaynaklarına yöneltilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Alola, A. A., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic impact of trade policy, economic growth, fertility rate, renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in Europe. *Science of the Total Environment*(685), 702-709.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*(38), 656-660.
- Apergis, N., Payne, J., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*(69), 2255-2260.
- Aslan, A., & Öcal, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth:Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(60), 953-959.
- Aydın, M. (2019). Renewable and non-renewable electricity consumption-economic growth nexus: Evidence from OECD countries. *Renewable Energy*(136), 599-606.
- Bao, C., & Xu, M. (2019). Cause and effect of renewable energy consumption on urbanization and economic growth in China's provinces and regions. *Journal of Cleaner Production*(231), 483-493.
- Batman, T., Bayraç, H. N., & Güllü, M. (2019). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 6(3), 645-658.
- Beşer, M. K., & Beşer, B. H. (2017). The Relationship between Energy Consumption, CO2 Emissions and GDP per Capita: A Revisit of the Evidence from Turkey. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 5(3), 353-368.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society*, 37(2), 149-192.
- Bulut, U., & Muratoğlu, G. (2018). Renewable energy in Turkey: Great potential, low but increasing utilization, and an empirical analysis on renewable energy-growth nexus. *Energy Policy*(123), 249-259.

- Charfeddine, L., & Kahia, M. (2019). Impact of renewable energy consumption and financial development on CO2 emissions and economic growth in the MENA region: A panel vector autoregressive (PVAR) analysis. *Renewable Energy*, 138(C), 198-213.
- Destek, M. A., & Alper, A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*(111), 757-763.
- Dickey, D., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators of autoregressive time series with a unit root. *Journal of The American Statistical Association*(74), 427-431.
- Dickey, D., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*(49), 1057-1072.
- Doğan, E. (2015). The relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: A study of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(52), 534-546.
- Dong, K., Hochman, G., Zhang, Y., Sun, R., Li, H., & Liao, H. (2018). CO2 emissions, economic and population growth, and renewable energy: Empirical evidence across regions. *Energy Economics*(75), 180-192.
- Eren, B. M., Taşpınar, N., & Gökmenoğlu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of the Total Environment*(663), 189-197.
- Fan, W., & Hao, Y. (2020). An empirical research on the relationship amongst renewable energy. *Renewable Energy*(146), 598-609.
- Fang, Y. (2011). Economic welfare impacts from renewable energy consumption: The China experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,15(9), 5120-5128.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- Gujarati, D. (2011). *Temel Ekonometri*. (Ü. Şenese, & G. G. Şenese, Çev.) Literatür Yayıncılık.
- Halıcıoğlu, F., & Ketenci, N. (2018). Output, renewable and non-renewable energy production, and international trade: Evidence from EU-15 countries. *Energy*(159), 995-1002.
- Kesbic, C. Y., & Er, A. S. (2017). Renewable relationship between energy consumption and economic growth: A panel data analysis for the EU countries and Turkey. *Journal of Economic Policy Researches*, 4(2), 135-154.
- Kraft, A., & Kraft, J. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal Energy Development*, 3(2), 401-403.
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014). Renewable energy consumption – Economic growth nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(40), 11-117.
- Luqman, M., Ahmad, N., & Bakhsh, K. (2019). Nuclear energy, renewable energy and economic growth in Pakistan Evidence from non-linear autoregressive distributed lag model. *Renewable Energy*(139), 1299-1309.
- Mahmoodi, M., & Mahmoodi, E. (2011). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: The Case of 7 Asian Developing Countries. *Asian Journal of Economic Research*, 1(25), 146-152.

- Qiao, H., Zheng, F., Jiang, H., & Dong, K. (2019). The greenhouse effect of the agriculture-economic growth-renewable energy nexus: Evidence from G-20 countries. *Science of the Total Environment*(671), 722-731.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Rahman, M. M., & Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: New evidence from South Asia. *Renewable Energy*(147), 399-408.
- Sadorksy, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy*(37), 4021-4028.
- Sbia, R., Shahbaz, M., & Hamdi, H. (2014). A contribution of foreign direct investment, clean energy, trade openness carbon emissions and economic growth to energy demand in UAE. *Economic Modelling*(36), 191-197.
- Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(39), 14-23.
- Shahbaz, M., Naem, M., Ahad, M., & Tahır, I. (2018). Is natural resource abundance a stimulus for financial development in the USA? *Resources Policy*(55), 223-232.
- Tiwari, A. K. (2011). A structural VAR analysis of renewable energy consumption, real GDP and CO2 emissions: Evidence from India. *Economics Bulletin*, 31(2), 1793-1806.
- Tuğcu, C. T., & Topçu, M. (2018). Total, renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Revisiting the issue with an asymmetric point of view. *Energy*(152), 64-74.
- Tuğcu, C. T., Öztürk, İ., & Aslan, A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries. *Energy Economics*(34), 1942-1950.
- Tuna, G., & Tuna, V. E. (2019). The asymmetric causal relationship between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries. *Resources Policy*(62), 114-124.
- Wang, Z., Danish, Zhang, B., & Wang, B. (2018). Renewable energy consumption, economic growth and human development index in Pakistan: Evidence from simultaneous equation model. *Journal of Cleaner Production*(184), 1081-1090.
- Yıldırım, E., Saraç, Ş., & Aslan, A. (2012). Energy consumption and economic growth in the USA: Evidence from renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(16), 6770-6774.