



TÜRKİYE EKONOMİSİNDE YAPISAL KIRILMALAR, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME (1970-2016)*

STRUCTURAL BREAKS, RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC GROWTH IN TURKISH ECONOMY (1970-2016)

Murat ÇETİN¹, Aminullah RAHMANİ²

1. Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, mceetin@nku.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7886-4162>
2. aminrahmani56@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6226-1850>

Makale Türü Article Type
Araştırma Makalesi Research Article

Başvuru Tarihi Application Date
21.02.2020 02.21.2020

Yayına Kabul Tarihi Admission Date
22.10.2020 10.22.2020

DOI
<https://doi.org/10.30798/makuiibf.689442>

* Bu çalışma, Prof. Dr. Murat Çetin danışmanlığında Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat ABD’de gerçekleştirilen “Türkiye Ekonomisinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Zaman Serisi Analizi” başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Öz

Bu çalışma, yapısal kırılmalar altında Türkiye’de 1970-2016 periyodunda yenilenebilir enerji-ekonomik büyüme ilişkisini ele almaktadır. Çalışma bu ilişkiyi incelemek için işgücü, sabit sermaye, finansal gelişme ve ticari açıklık değişkenlerini de modellere ilave etmektedir. PP ve Ng-Perron gibi klasik testlerin yanı sıra Lee-Strazicich iki yapısal kırılmalı testi de uygulanarak değişkenlerin durağanlığı incelenmektedir. Eş bütünleşme analizini gerçekleştirebilmek için ARDL sınır testi uygulanmaktadır. Nedensellik analizinde Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmaktadır. Ampirik bulgular i) yapısal kırılmaların varlığında eş bütünleşmenin olduğunu; ii) yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini; iii) yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedenselliğin varlığını böylece geri besleme hipotezinin Türkiye ekonomisi için kanıtlandığını; iv) çalışmanın politika yapımcıları için önemli eğilimler sunabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, Yapısal Kırılma, Sınır Testi, Nedensellik, Türkiye,

Abstract

This study deals with renewable energy consumption-economic growth link under the structural breaks in Turkey over the period 1970-2016. This study includes additional variables such as labor, fixed capital, financial development and openness into the models to investigate this relationship. We apply the classical tests such as PP and Ng-Perron test as well as the Lee-Strazicich test with two structural breaks to detect the stationarity of variables. We also apply the ARDL bounds test to carry out the cointegration analysis. The Toda-Yamamoto causality test is used for the causality analysis. The empirical findings show that i) there exists cointegration under the structural breaks; ii) renewable energy consumption positively affects economic growth; iii) there is a bidirectional causality between the variables, thus the feedback hypothesis is confirmed for Turkish economy; iv) the study can present important suggestions for policy makers.

Keywords: Renewable Energy, Economic Growth, Structural Break, Bounds Test, Causality, Turkey,

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

Energy is generally accepted as a main socio-economic factor of development process. Eventhough primary energy sources remain important in the economic policies, renewable energy sources has started to appear in energy strategies and policies in many countries. In both theoretical and empirical literature, it has been an important investigation area to examine the effect of renewable energy sources on economy. In addition, there exists few studies analyzing the impact of renewable energy consumption on growth in Turkey.

Research Questions

What is the impact of renewable energy on growth in Turkish economy? Does renewable energy cause growth in Turkey?

Literature Review

Empirical studies have investigated various countries by using different time series or panel data methodologies. Many of them have used one empirical model to investigate this relationship. Whereas, this study has carried out a time series analysis. This study has also employed two empirical models and a test with two structural breaks to get robust empirical findings.

Methodology

This study investigates this link in Turkey for the 1970-2016 period. This study adds labour, fixed capital, financial development and openness to the growth specification as the other independent variables. The link between renewable energy and growth is determined by using two regression models in the context of time series methodology. The stationarity of variables is detected by PP, Ng-Perron and Lee- Strazicich tests. The cointegration analysis is carried out through the ARDL bounds test. The causality analysis is implemented by Toda-Yamamoto technique.

Results and Conclusions

First, the summary statistics and correlations of variables is illustrated. Second, there exists cointegration between the variables. Third, it is found that renewable energy consumption determines economic growth. Fourth, the results find bidirectional causality between these variables. The results have several policy implications for Turkey.

1. GİRİŞ

Enerji gerek sosyo-ekonomik bir kalkınma aracı olarak işlev görme gerekse temel bir beşeri gereksinim olma özelliğinden dolayı beşeri ve ekonomik faaliyetlerin ayrılmaz bir unsurudur (Esen ve Bayrak, 2017). Enerji kaynaklarının büyük bir kısmının petrol, kömür ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji türlerinden oluştuğu bilinmektedir. Bununla birlikte günümüzde biyoenerji, hidroelektrik ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin arttığı gözlenmektedir (Zou vd., 2016; Bishoge vd., 2018; Gielen vd., 2019).

Yenilenebilir enerji kaynakları; ekonomide artan enerji talebini karşılayabilmekte (Dong vd., 2018), karbondioksit başta olmak üzere sera gazı salınımlarını azaltabilmekte (Sugiawan ve Managi, 2016), enerji çeşitliliği ve enerji arzını artırabilmekte (Lin ve Zhu, 2019), ekonomik büyümede rol oynayabilmekte (Narayan ve Doytch, 2017) ve sosyal kalkınmada potansiyel bir sürükleyici güç olabilmektedir (Akella vd., 2009). Bunlara ilaveten; 2030 yılına kadar 24.4 milyon insanın, 2050 yılında ise 28 milyon kişinin yenilenebilir enerji sektöründe istihdamı öngörülmektedir (IRENA, 2017).

Bu bağlamda Türkiye ekonomisi ampirik olarak önemli bir uygulama alanı niteliğindedir. Türkiye'nin enerji ve doğal kaynak talebi büyüyen ekonomisi ve nüfusu nedeniyle artış eğilimindedir. 2002 yılından itibaren ortalama %5,5'lik bir büyüme oranıyla birlikte, OECD ülkeleri içerisinde son yıllarda enerji talebi en hızlı artış gösteren ülkelerden birisidir. Üstelik, enerji projeksiyonlarına göre bu artış trendinin orta ve uzun vadede devam edeceği öngörülmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Uluslararası İlişkiler Bakanlığı, 2019).

Türkiye'nin enerji sektörü ve politikalarının artan enerji talebini karşılama, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi hızlandırma, enerji güvenliği ve etkinliğini sağlama bağlamında yeniden ele alınmaya ihtiyacı vardır (IEA, 2016). Türkiye'nin enerji gereksinimlerinin yaklaşık %73'ünü ithal etmesi nedeniyle enerjide dışa bağımlı bir ekonomi olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini bir kat daha artırmaktadır. Su, rüzgâr, biyo yakıt, güneş, jeotermal enerji kaynakları potansiyelinden daha fazla istifade edilmesi yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan talebi azaltarak dışa bağımlılığı azaltabileceği gibi ülkenin cari açığının düşürülmesi ve sürdürülebilir büyüme sürecine de hizmet edebilecektir. OECD (2018) verilerine göre; Türkiye ekonomisinin yenilenebilir enerji tüketimi sürekli artan bir trend sergilediği gibi, 2010 yılından itibaren de önemli ölçüde ivme kazanmıştır. Bu gelişmeler dikkate alındığında; yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomi üzerindeki etkisinin özellikle de ekonomik büyüme ile olan ilişkisinin ampirik olarak analiz edilmesi önemli bir araştırma konusu olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın temel amacı, ekonomik büyümenin bir belirleyicisi olarak yenilenebilir enerji tüketiminin etkisini Türkiye ekonomisi için 1970-2016 dönemi itibariyle ampirik olarak araştırmaktır. Türkiye ekonomisi örneğinde tek ülkeli olan bu çalışma, enerji literatürüne birkaç noktadan katkı sağlayabilecektir. İlk olarak; benzer çalışmalardan farklı olarak iki regresyon denklemi kurulmakta ve yenilenebilir enerji tüketiminin yanı sıra literatüre uygun olarak ticari dışa açıklık, işgücü, sabit sermaye

ve finansal gelişme de modellere dâhil edilmektedir. İkinci olarak; birim kök analizlerinde Phillip-Perron (1988), Ng-Perron (2001) birim kök testlerinin yanı sıra iki yapısal kırılmalı Lee- Strazicich (2003) birim kök testleri de kullanılmaktadır. Üçüncü olarak; değişkenler arasında bir eşbütünlüğün varlığı, yapısal kırılmalar da dikkate alınarak Pesaran vd. (2001)'in geliştirdiği ARDL sınır testi ile irdelenmektedir. Burada ayrıca ARDL modeli bağlamında kısa ve uzun dönem parametreleri tahmin edilmektedir. Dördüncü olarak; nedensellik analizi Toda-Yamamoto (1995) nedensellik yaklaşımı ile araştırılmaktadır. Son olarak; elde edilen ampirik bulgular politika yapıcılarına önemli tavsiyeler sunabilecektir.

2. LİTERATÜR

Solow'un neo-klasik büyüme yaklaşımının ekonomik büyümeyi fiziki sermaye ve teknolojik ilerlemeye dayandırdığı (Stern, ve Cleveland, 2004), içsel büyüme modellerinde de beşeri sermaye (Romer, 1990; Sala-i Martin, 1995), teknoloji ve kamu harcamaları (Barro, 1990), Ar-Ge ve inovasyon (Jones, 1995; Aghion ve Howitt, 1998) gibi faktörlerin büyüme sürecinde ön planda olduğu bilinen bir gerçektir.

Biyofiziksel yaklaşıma dayalı büyüme modellerinde enerji kullanımı hem doğrudan üretime katkı sağlamakta hem de sermaye ve işgücü faktörlerinin verimliliğinin artışında çok ciddi rol oynamaktadır (Hall ve Klitgaard, 2006; Pata, 2018). Biyofiziksel yaklaşım ayrıca üretim teknikleri içerisinde kullanılan girdiler arasında güçlü bir fiziksel bağımlılık olduğunu savunmaktadır (Cheristensen, 1989). Ekolojik iktisat ise enerjiyi birincil üretim faktörü olarak kabul eden biyofiziksel yaklaşım ile özde aynı görüşleri paylaşmaktadır. Ekolojik yaklaşıma göre; tüm değerler, sermaye, emek gibi tüm girdiler aslında enerjinin hareket etmesinin bir sonucu olarak doğmaktadır. Ekonomideki enerji akışı, ağırlıklı olarak fosil yakıtlar ve güneş rezervlerine hizmet etmektedir. Böylece, enerji stokunun yanı sıra enerji akışı da birincil girdi olarak görülebilmekte ve ekonomik büyüme/kalkınma sürecinin temel dinamiklerinden biri olarak kabul görmektedir (Stern ve Cleveland, 2004; Stern, 2010).

Enerji-ekonomik büyüme ilişkisi farklı hipotezler çerçevesinde ele alınabilmektedir. Büyüme hipotezine göre enerji tüketimi ekonomik büyümeye neden olmaktadır (Menegaki ve Tugcu, 2016), koruma hipotezinde ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru işleyen bir nedenselliğin varlığı kabul edilmekte (Ozturk, 2010), geri besleme hipotezine göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme karşılıklı ilişki içindedir (Payne, 2011), yansızlık hipotezi ise iki değişken arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını öne sürer (Yildirim vd., 2011). Stern (2000), Kum vd. (2012) büyüme hipotezini, Kraft ve Kraft (1978), Cheng ve Lai (1997), Sari vd. (2008) koruma hipotezini, Glasure (2002), Ghali ve El-Sakka (2004), Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007) geri besleme hipotezini, Payne (2009), Ozturk ve Acaravci (2010), Menegaki (2011) ise yansızlık hipotezini destekleyen bulgular sunmuşlardır.

Zaman serisi çalışmalarından olan ve Amerikan ekonomisini analiz eden Troster vd. (2018) yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğe yönelik bulgu sunmuşlardır. ARDL sınır testi ve VECM nedensellik testini dikkate alan Gozgor (2018)'ün ABD

ekonomisini inceleyen çalışmasının sonuçları yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığı ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğu yönündedir. Aynı metodolojiyi kullanan Nyoni ve Phiri (2018) Güney Afrika ekonomisi için iki değişken arasında hem kısa hem de uzun dönemde istatistikî olarak anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Wang vd. (2018) eşanlı denklem modelleri çerçevesinde Pakistan ekonomisini araştırmış, iki değişken arasında bir nedensellik tespit edememiştir.

Ben Mbarek vd. (2018) Tunus ekonomisini doğrusal olmayan nedensellik modelleri çerçevesinde analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğe işaret etmektedir. Gozgor (2018) ile aynı metodolojiyi kullanan Rafindadi ve Oztürk (2017) Alman ekonomisi için, Shahbaz vd. (2015a) ise Pakistan ekonomisi için uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi hızlandırdığı ve değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini ortaya koymuşlardır.

Ben Mbarek vd. (2015) Fransa ekonomisini ele aldıkları çalışmalarında ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru işleyen bir nedenselliğe işaret etmişlerdir. İbrahim (2015) ABD ekonomisinde yenilenebilir enerji tüketiminin uzun dönemde ekonomik büyüme ile pozitif ilişki içinde olduğunu ve iki değişken arasında çift yönlü bir nedenselliğin varlığını ortaya koymuştur. Pao ve Fu (2013) Brezilya ekonomisi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedenselliğin yanı sıra yenilenebilir enerji tüketimi tüketiminin ekonomik büyümeyi hızlandırdığını belirlemiştir.

Tugcu vd. (2012) Kanada ve ABD’de uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini; Japonya ve İngiltere’de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ile Almanya’da ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik bulmuştur. Fang (2011) Çin ekonomisi için yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artışın kişi başına geliri % 0,12, kırsal kesim hane halkı yıllık gelirini % 0.44, kentsel hane halkı yıllık gelirini ise % 0.36 oranında artırdığını tespit etmiştir. Payne (2011)’nin ABD ekonomisi ile ilgili elde ettiği bulgular yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğu yönündedir.

Bowden ve Payne (2010) ABD ekonomisine yönelik yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni olduğuna dair kanıt sunmaktadır. Maji ve Sulaiman (2019) ise 15 Batı Afrika ülkesini ele alıp, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi negatif etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Fotourehchi (2017)’nin 42 gelişmekte olan ülkeye ilişkin panel veri analizi sonuçları yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir uzun dönem nedenselliğine işaret etmektedir.

Bir başka panel veri çalışmasında Hassine ve Harrathi (2017) GCC ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru işleyen bir uzun dönem nedenselliği yönünde bulgular elde etmiştir. Apergis ve Danuletiu (2014) 80 ülke için gerçekleştirdiği panel veri analizi sonuçları çerçevesinde uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğuna işaret etmişlerdir. Ucan vd. (2014)

Avrupa ülkeleri örneğinde iki değişken arasında pozitif bir ilişkinin varlığını, yenilenemeyen enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir uzun dönem nedenselliğini göstermektedir.

Türkiye ekonomisi ile ilgili sınırlı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan Alper (2018) Türkiye ekonomisi örneğinde iki değişken arasında pozitif bir ilişkinin yanı sıra ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimine neden olduğunu belirlemiştir. Bulut ve Muratoğlu (2018) Türkiye ekonomisinde uzun dönemde değişkenler arasında bir ilişki belirleyemediği gibi herhangi bir nedenselliğe de rastlamamıştır. Ocal ve Aslan (2013) Türkiye ile ilgili yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi uzun dönemde zayıflattığı ve ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni olduğuna dair bulgular elde etmişlerdir.

3. AMPİRİK MODEL VE VERİ SETİ

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, aşağıdaki doğrusal regresyon modelleri baz alınarak araştırılmıştır:

$$LNGSYİH_t = \alpha_0 + \alpha_1 LNİŞG_t + \alpha_2 LNSER_t + \alpha_3 LNYE_t + \mu_{1t} \quad (1)$$

$$LNGSYİH_t = \alpha_0 + \alpha_1 LNİŞG_t + \alpha_2 LNSER_t + \alpha_3 LNYE_t + \alpha_4 LNFİN_t + \alpha_5 LNDT_t + \mu_{2t} \quad (2)$$

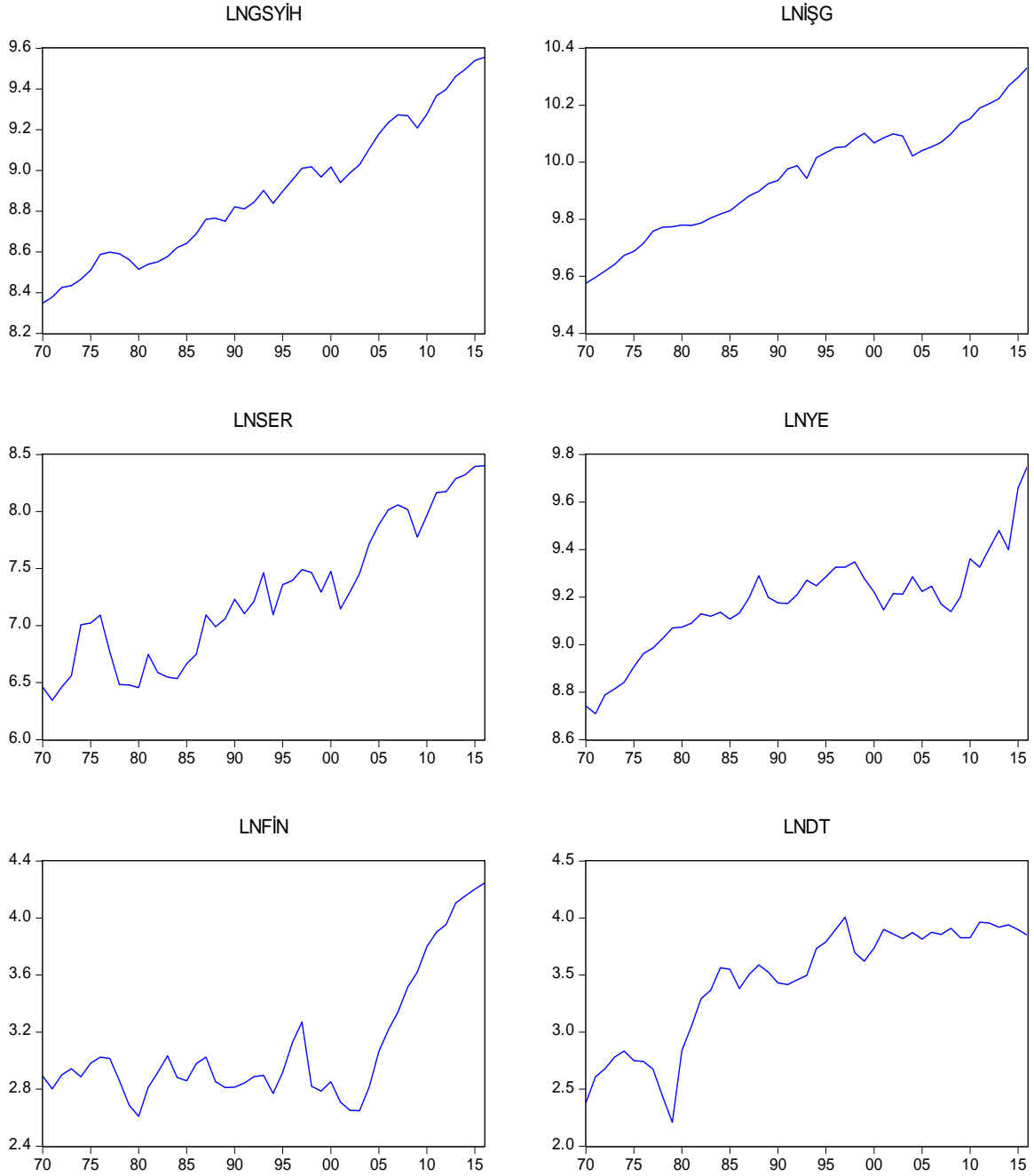
Bu modellerde Wang vd. (2011), Pao ve Fu (2013), Çetin (2016) ve Kahouli (2017)'nin kullandığı ampirik modeller belirleyici olmuştur. Modellerde GSYİH kişi başına reel geliri (2010 \$ sabit fiyatlarıyla), İŞG toplam işgücünü, SER kişi başına sabit sermaye yatırımlarını (2010 \$ sabit fiyatlarıyla), YE yenilenebilir enerji tüketimini (petrol eşdeğeri ton), FİN finansal gelişmeyi (özel sektöre verilen yurt içi kredilerin GSYİH içindeki payı), DT ticari dışa açıklığı (toplam ihracat ve ithalatın GSYİH içindeki payı) ifade etmektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi verileri OECD (2019), kişi başına reel gelir, finansal gelişme ve ticari dışa açıklık verileri Dünya Bankası (2019), işgücü verileri TÜİK (2019), sabit sermaye yatırımları ise Birleşmiş Milletler (2019) veri sitesinden temin edilmiştir. Tüm değişkenler doğal logaritması alınarak analizlere dahil edilmişlerdir. Modellerde yeralan α_0 sabit terimi, α_1 , α_2 , α_3 , α_4 ve α_5 katsayıları sırasıyla; işgücü, sabit sermaye, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme ve ticari dışa açıklığın kişi başına reel gelir üzerindeki uzun dönemli etkisini gösterir. Tablo 1, çalışmada kullanılan tüm serilerin tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon katsayılarını sunmaktadır. Grafik 1 ise her bir serinin 1970-2016 dönemindeki seyrini göstermektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi (1970-2016)

İstatistikler/Değişkenler	LNGSYİH	LNİŞG	LNSER	LNYE	LNFİN	LNDT
Ortalama	8.887	9.952	9.952	9.178	3.100	3.449
Medyan	8.843	9.988	9.988	9.198	2.899	3.589
Maximum	9.555	10.333	10.333	9.754	2.246	4.006
Minimum	8.347	9.573	9.573	8.709	2.609	2.208
Standart Hata	0.339	0.196	0.196	0.208	0.453	0.509
Çarpıklık	0.332	-0.141	-0.141	-0.000	1.407	-0.917
Basıklık	2.064	2.130	2.130	3.900	3.712	2.543

Gözlem sayısı	47	47	47	47	47	47
LNGSYİH	1.000	0.959	0.968	0.851	0.768	0.824
LNİŞG	0.959	1.000	0.893	0.908	0.645	0.876
LNSER	0.968	0.893	1.000	0.775	0.776	0.773
LNYE	0.851	0.908	0.775	1.000	0.614	0.787
LNFIN	0.768	0.645	0.776	0.614	1.000	0.456
LNDT	0.824	0.876	0.773	0.787	0.456	1.000

Grafik 1. Serilerin Zaman İçindeki Seyri (1970-2016)



3. EKONOMETRİK METODOLOJİ

3.1. Birim Kök Testleri

ADF testi test regresyonundaki ARMA yapısını değerlendirebilmek için parametrik bir test önerirken, PP testi ise test regresyonunda herhangi bir seri korelasyonu göz ardı eder. Her ikisinde de sıfır hipotezi birim kök yoktur şeklindedir (Shi vd., 2012). Ng ve Perron (2001), ADF ve PP testlerine göre daha güçlü ve sağlıklı sonuçlar verebilen MZ_α, MZ_t, MSB ve MPT olmak üzere dört test istatistiği geliştirmiş olup aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedirler:

$$MZ_{\alpha} = Z_{\alpha} + \left(\frac{T}{2}\right) (\hat{\phi}_1 - 1)^2 \quad (3)$$

$$SB = (T^{-2} \sum_{t=1}^T Y_{t-1}^2 / S_{AR}^2)^{1/2} \quad (4)$$

$$MZ_t = MSB \times MZ_{\alpha} \quad (5)$$

$$MPT = [\bar{c}T^{-2} \sum_{t=1}^T Y_{t-1}^2 - \bar{c}T^{-1}Y_t^2] / S_{AR}^2 \quad (6)$$

ADF, PP ve Ng-Perron gibi geleneksel birim kök testlerinin en önemli zayıf yönü serilerdeki yapısal kırılmaları dikkate almamaları, bu nedenle sapmalı ve güvenilir olmayan sonuçlar verebilmeleridir (Tiwari vd., 2013; Shahbaz vd., 2014). Bu çalışmada ayrıca Lee- Strazicich (2003) iki yapısal kırılmalı birim kök testi de dikkate alınmıştır. Bu yaklaşım LM testi üzerine bina edildiği için iki yapısal kırılmalı LM testi olarak da bilinmektedir. Bu prosedürde birim kök test istatistiği aşağıdaki regresyon tahmin edilerek elde edilebilir:

$$\Delta Y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{s}_{t-1} + \sum_{p=1}^k \beta_p \Delta \tilde{s}_{t-p} + \varepsilon_t \quad (7)$$

LM test istatistiği, $\phi = 0$ için t-testi ile hesaplanabilir ve elde edilen istatistik $\tilde{\tau}$ olarak aşağıdaki gibi gösterilir (Lin ve Hung, 2012):

$$\ln \tilde{\tau}(\tilde{\lambda}) = \ln \tilde{\tau}(\lambda); \lambda = \frac{T_B}{T} \quad (8)$$

Lee- Strazicich sabitte ve trendde kırılmalı olan en geniş modelini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

$$Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}, DT_{1t}, DT_{2t}]' \quad (9)$$

Burada $t \geq T_{Bj} + 1, j=1,2$ için $DT_{jt} = t - T_{Bj}$ aksi durumda 0 değerini alır. D_{jt} kukla değişkeni, T_{Bj} ise kırılma tarihini ifade eder. İki yapısal kırılma için kritik değerler Lee- Strazicich (2003) tarafından tablolaştırılmıştır.

3.2. ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için ARDL sınır testi yaklaşımı uygulanmaktadır. Sınır testi yaklaşımı, geleneksel eşbütünlüşme yöntemlerine göre çeşitli avantajlara sahiptir. Öncelikle; değişkenler I(1) veya I(0) ise, ARDL modeli uygulanabilir. İkinci olarak; bu model düzey değerlerindeki değişkenler arasındaki uzun süreli ilişkinin varlığını incelemek için uygundur.

Üçüncüsü; bu yaklaşım küçük örneklem için verimli ve tutarlı bulgular sunar. Son olarak; ARDL sınır testinden türetilen sınırsız hata düzeltme modeli (UECM), kısa süreli dinamikleri uzun dönemli denge ile birleştirmektedir (Pesaran ve Shin, 1999). ARDL modelinin UECM versiyonu, çalışmadaki en geniş regresyon denklemi çerçevesinde aşağıdaki gibi modellenenir:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{GSYİH}_t &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta \ln \text{GSYİH}_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{2i} \Delta \ln \text{İŞG}_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{3i} \Delta \ln \text{SER}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^p \alpha_{4i} \Delta \ln \text{YE}_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{5i} \Delta \ln \text{FİN}_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{6i} \Delta \ln \text{DT}_{t-i} + \beta_1 \ln \text{GSYİH}_{t-1} + \beta_2 \ln \text{İŞG}_{t-1} \\ &+ \beta_3 \ln \text{SER}_{t-1} + \beta_4 \ln \text{YE}_{t-1} + \beta_5 \ln \text{FİN}_{t-1} + \beta_6 \ln \text{DT}_{t-1} + \beta_7 \text{DUM}_1 + \beta_8 \text{DUM}_2 + \mu_t \end{aligned} \quad (10)$$

Δ ilk fark operatörüdür, μ_t normal dağılıma sahip hata terimidir ve DUM yapısal kırılmayı gösteren kukla değişkendir. AIC kriteri ilgili regresyon modelinin uygun gecikme yapısını belirlemek için kullanılabilir. Değişkenler arasındaki uzun vadeli ilişkinin varlığını araştırmak için Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen F-testi uygulanır. $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$ olduğu sıfır hipotezi $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq 0$ alternatif hipoteze karşı test edilir. Burada, hesaplanan F-istatistiği, üst kritik değer (UCB) ve alt kritik değer (LCB) ile karşılaştırılır. Hesaplanan F-istatistiğinin UCB'den büyük olması durumunda değişkenler arasında uzun süreli bir ilişki olduğu sonucuna varılır. Hesaplanan F-istatistiğinin LCB'yi aşmaması durumunda değişkenler arasında uzun süreli bir ilişki yoktur. Hesaplanan F-istatistiği LCB ve UCB arasında bulunuyorsa, herhangi bir yorum yapılamaz. ARDL modelinin AIC tarafından belirlenmesinden sonra, analiz edilen değişkenlerin uzun dönem katsayıları EKK yöntemi ile ARDL modelinden tahmin edilir (Shahbaz vd. 2013). ARDL modelinin uygunluğunu kontrol etmek için tanısal testler gerçekleştirilir. Tanısal testler; seri korelasyon, fonksiyonel form, hata teriminin normallik ve değişen varyans testleri olarak isimlendirilir.

Bu yaklaşımda kısa dönem parametrelerinin tahmini Hata Düzeltme Modeli yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir. Hata Düzeltme Modeli denklemi, çalışmadaki en geniş regresyon denklemi çerçevesinde aşağıdaki gibi modellenenir:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{GSYİH}_t &= \delta_0 + \sum_{i=1}^m \delta_{1i} \Delta \ln \text{GSYİH}_{t-i} + \sum_{i=0}^n \delta_{2i} \Delta \ln \text{İŞG}_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln \text{SER}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^r \delta_{4i} \ln \text{YE}_{t-i} + \sum_{i=0}^r \delta_{5i} \ln \text{FİN}_{t-i} + \sum_{i=0}^r \delta_{6i} \ln \text{DT}_{t-i} + \theta \text{ECT}_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (11)$$

Modelde yer alan ECT_{t-1} , hata düzeltme terimi olarak bilinir ve uzun dönem dengesinden bir sapma olduğunda tekrar dengeye hangi hızla gelinebileceğini açıklar. Hata düzeltme teriminin negatif ve istatistiki olarak anlamlı bir katsayıya sahip olması gerekir. Bu durum, değişkenler arasında bir uzun dönem ilişkisinin varlığına işaret eden bir kanıt olarak da yorumlanabilmektedir.

3.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde çeşitli avantajları dikkate alınarak Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi tercih edilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik analizi, seriler arasında bir eş bütünleşme ya da olası bir durağan olmama durumunu ihmal etme gibi Granger nedensellik testinin sergileyebileceği problemleri bertaraf eder. Bu test uzun dönem nedenselliğini eş bütünleşme için ön testlere ihtiyaç duymadan analiz eder (Kumar vd., 2015). Burada serilerin düzey değerleri ile bir VAR modeli dikkate alınır ve genişletilmiş Wald testi (MWALD) kullanılır. Klasik VAR modeli ile belirlenmiş k gecikmeye değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesi olan dmax ilave edilerek genişletilmiş VAR modeli elde edilir. Bu modelde k gecikmeli katsayılar üzerine MWALD test istatistiği uygulanarak nedenselliğin varlığına karar verilir (Belloumi ve Alshehry, 2016).

4. AMPİRİK BULGULAR

PP ve Ng-Perron testlerinden elde edilen birim kök sonuçları, Tablo 2’de sunulmuştur. Sonuçlar, tüm değişkenlerin birinci farklarında durağan hale geldiğini göstermektedir. Tablo 3, Lee-Strazicich iki yapısal kırılmalı birim kök testinden elde edilen sonuçları sunmaktadır. Bu sonuçlara göre; kişi başına reel gelir ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri birinci farklarında, diğer tüm değişkenler ise düzey değerlerinde durağan bulunmuşlardır.

Tablo 2. PP ve Ng-Perron Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler/İstatistikler	PP	Ng-Perron			
	Adj. t	MZa	MZt	MSB	MPT
Panel A: Düzey					
LNGSYİH	-2.010 (1)	-7.867 (0)	-1.853 (0)	0.235 (0)	11.914 (0)
LNİŞG	-2.066 (3)	-5.514 (0)	-1.601 (0)	0.290 (0)	16.364 (0)
LNSER	-2.283 (0)	-11.902 (0)	-2.410 (0)	0.202 (0)	7.809 (0)
LNYE	-1.523 (2)	-5.559 (0)	-1.461 (0)	0.262 (0)	15.881 (0)
LNFIN	-0.766 (3)	-4.985 (1)	-1.380 (1)	0.276 (1)	17.315 (1)
LNDDT	-2.300 (1)	-6.971 (0)	-1.739 (0)	0.249 (0)	13.218 (0)
Panel B: Birinci Fark					
ΔLNGSYİH	-6.449 (3)***	-2.484 (0)**	-3.348 (0)**	0.148 (0)**	4.078 (0)**
ΔLNİŞG	-6.457 (3)***	-22.485 (0)**	-3.331 (0)**	0.148 (0)**	4.180 (0)***
ΔLNSER	-7.563 (4)***	-22.164(0)**	-3.323 (0)**	0.149 (0)**	4.146 (0)**
ΔLNYE	-6.821 (1)***	-22.437(0)**	-3.331 (0)**	0.148 (0)**	4.166 (0)**
ΔLNFIN	-5.250 (9)***	-36.547 (1)***	-4.270 (1)***	0.116 (1)***	2.517 (1)***
ΔLNDDT	-5.888 (6)***	-21.669 (0)**	-3.291 (0)**	0.151 (0)**	4.205 (0)**

Not: Ng-Perron testlerinde uygun gecikme uzunluğu AIC kriteri ile belirlenmiştir. PP testinde band genişliği Newey-West metodu ile tespit edilmiştir. *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Tablo 3. Lee-Strazicich Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	LM istatistiği	Gecikme Uzunluğu	TB1	TB2
Panel A: Düzey				
LNGSYİH	-5.698	5	1980	1999
LNİŞG	-7.342***	8	1992	2002
LNSER	-7.365***	3	1980	1993

LNYE	-5.500	6	1987	2005
LNFIN	-6.163*	1	1998	2006
LNDT	-7.329***	7	1987	1998

Panel B: Birinci Fark

ΔLNGSYİH	-6.826**	3	1992	1998
ΔLNİŞG	-	-	-	-
ΔLNSER	-	-	-	-
ΔLNYE	-7.257***	3	1998	2004
ΔLNFIN	-	-	-	-
ΔLNDT	-	-	-	-

Not: TB1 ve TB2 kırılma tarihlerini ifade eder. Kritik değerler Lee ve Strazicich (2003)'den elde edilmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Daha sonra gerek ARDL eşbütünlüşme testi gerek se Toda-Yamamoto nedensellik testi için gerekli olan optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesine geçilmiştir. Bu bağlamda VAR modeli kullanılmış, elde edilen optimal gecikme uzunlukları Tablo 4'de verilmiştir. Diğer kriterlere göre AIC kriteri etkin ve tutarlı sonuçlar sunabilmektedir (Shahbaz vd., 2015b). Bu nedenle çalışmada AIC kriteri dikkate alındığında, her bir model için optimal gecikme uzunluğu 4 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. VAR Gecikme Uzunluğu Belirleme

Panel A: Model 1	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
1	281.745	4.64e-11*	-12.446	-11.626*	-12.144*
2	19.7746	5.58e-11	-12.283	-10.809	-11.739
3	17.1684*	6.98e-11	-12.111	-9.9818	-11.326
4	28.4779	5.45e-11	-12.462*	-9.6775	-11.435
Panel C: Model 2	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
1	399.591	1.03e-14*	-15.195	-13.475*	-14.561*
2	38.497	1.68e-14	-14.804	-11.609	-13.626
3	46.685	1.69e-14	-15.075	-10.406	-13.353
4	35.062	2.36e-14	-15.348*	-9.2052	-13.083

Not: * ilgili kriter gere göre uygun gecikme uzunluğunu gösterir.

VAR modeline göre optimal gecikme uzunluklarının tespit edilmesinden sonra ARDL sınır testinin uygulanmasına geçilmiştir. Tablo 5, ARDL sınır testi sonuçlarını sunmaktadır. Model 1 sonuçlarına göre; hesaplanan F-istatistiği %10 anlamlılık seviyesinde üst kritik değerden büyük olduğu için ilgili değişkenler arasında bir eşbütünlüşme ilişkisi mevcuttur. Model 2 sonuçlarına göre; %1 anlamlılık seviyesinde hesaplanan F-istatistiği üst kritik değeri aştığı için ilgili değişkenler arasında bir eşbütünlüşme ilişkisi söz konusudur. Ayrıca, ECT(-1) katsayılarının her iki model için de negatif ve %1 seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bir değer aldığı dolayısıyla bir eşbütünlüşmeye işaret ettiği anlaşılmaktadır.

Tablo 5. Sınır Testi Sonuçları

Modeller	Model 1	Model 2
ARDL gecikme yapısı	[3,0,3,0]	[3,3,0,2,3,0]
Max. gecikme uzunluğu	4	4
Yapısal kırılma tarihleri	1980, 1999	1980, 1999
Hesaplanan F-istatistiği	3.93*	9.86***
ECT (-1)	-0.810***	-1.271***
Eşbütünlüşme	Var	Var

Pesaran vd. (2001) F-istatistiği kritik sınır değerleri: Kısıtsız sabitli ve kısıtsız trendli model				
Anlamlılık düzeyi	Alt I(0)	Üst I(1)	Alt I(0)	Üst I(1)
1%	3.93	5.23	3.34	4.63
5%	3.12	4.25	2.69	3.83
10%	2.75	3.79	2.38	3.45
Tanısal testler				
R2	0.769		0.925	
Düzeltilmiş-R2	0.680		0.867	
F-istatistiği	8.641***		15.802***	

Not: Uygun gecikme uzunluğu AIC kriteri ile belirlenmiştir. *** ve * sırasıyla %1 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Çalışmada kullanılan her bir modele ilişkin değişkenlerin uzun dönem katsayılarının tahmin sonuçları, Tablo 6'da verilmiştir. Model 1 sonuçlarına göre; işgücü ile kişi başına reel gelir arasında negatif ancak istatistiki olarak anlamlı olmayan bir ilişki tespit edilmiştir. Sabit sermayenin katsayısının 0.294 ve %1 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuş olması, sabit sermaye ile kişi başına reel gelir arasında uzun dönemde pozitif bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Buna göre sabit sermaye ekonomik büyümeyi pozitif etkilemektedir. Diğer taraftan yenilenebilir enerji tüketimi katsayısı 0.257 ve %1 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlıdır. Bu bulguya göre; yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Model 2 sonuçları ise sabit sermaye, yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal gelişme katsayılarını pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulmuştur. Bu durum sabit sermaye, yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal gelişmenin uzun dönemde kişi başına reel geliri yani ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca ticari dışa açıklık katsayısı negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Böylece, uzun dönemde ticari dışa açıklık ile kişi başına reel gelir yani ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Tablo 6 aynı zamanda her bir ARDL uzun dönem modelinin uygunluğuna ilişkin tanısal testlerin sonuçlarını sunmaktadır. Buna göre; her bir modelde normal dağılım söz konusu olduğu gibi, otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarına da rastlanmamıştır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi uzun dönemde pozitif olarak etkilediği bulgusu, Gozgor (2018) ABD, Alper (2018) Türkiye, Rafindadi ve Oztürk (2017) Almanya, Shahbaz vd. (2015a) Pakistan, İbrahiem (2015) ABD, Pao ve Fu (2013) Brezilya, Tugcu vd. (2012) Kanada ve ABD, Fang (2011) Çin için elde edilen bulgular ile örtüşmektedir. Ocal ve Aslan (2013) Türkiye ekonomisi için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi negatif etkilediği sonucuna ulaşırken, Nyoni ve Phiri (2018) Güney Afrika, Bulut ve Muratoğlu (2018) Türkiye ekonomisinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir anlamlı sonuç tespit edememiştir.

Tablo 6'da görülmekte olan kısa dönem sonuçları, uzun dönem sonuçları ile bire bir örtüşmektedir. Buna göre kısa dönemde aynen uzun dönemde olduğu gibi, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ve %1 seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

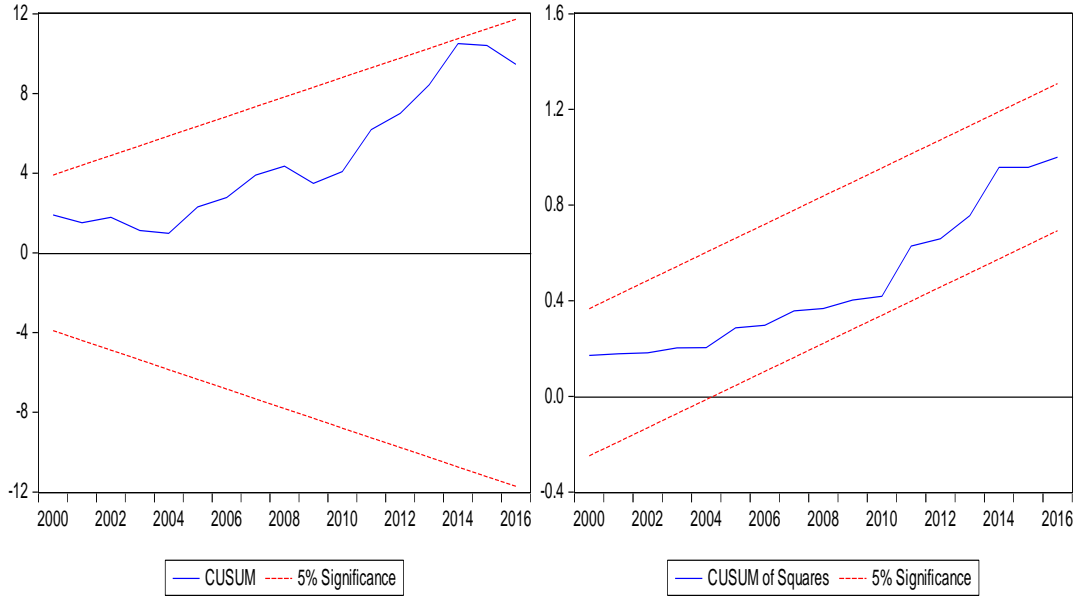
Tablo 6. ARDL Modeli Tahmin Sonuçları

Panel A: Uzun dönem	Model 1		Model 2	
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	Katsayılar	t-istatistiği
Sabit	4.288	1.891*	1.124	0.382
LLF	-0.252	-1.549	0.020	0.179
LCAP	0.294	6.724***	0.197	8.327***
LREN	0.257	4.357***	0.164	3.358***
LFIN			0.052	5.593***
LTR			-0.041	-2.565**
Dummy_1980	0.005	0.175	0.013	0.676
Dummy_1999	0.022	0.865	0.021	1.559
Panel B: Kısa dönem	Katsayılar		Katsayılar	
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	Katsayılar	t-istatistiği
Sabit	5.358	6.250***	6.869	9.572***
Δ LLF	-0.066	-0.483	0.063	0.604
Δ LCAP	0.193	10.277***	0.175	12.744***
Δ LREN	0.191	4.081***	0.096	2.941***
Δ LFIN			0.051	2.821***
Δ LTR			-0.067	-3.306***
Δ Dummy_1980	-0.002	-0.135	0.031	1.546
Δ Dummy_1999	-0.010	-0.516	0.014	0.806
Panel C: Tanısal testler	Katsayılar		Katsayılar	
R2	0.997		0.998	
Düzeltilmiş-R2	0.996		0.997	
F-istatistiği	988.060***		1218.154***	
Breusch-Godfrey LM testi	0.017 (0.895)		0.541 (0.469)	
ARCH LM testi	1.232 (0.273)		1.040 (0.313)	
J-B normallik testi	0.414 (0.812)		0.145 (0.929)	
Ramsey RESET testi	4.298 (0.023)		0.247 (0.806)	

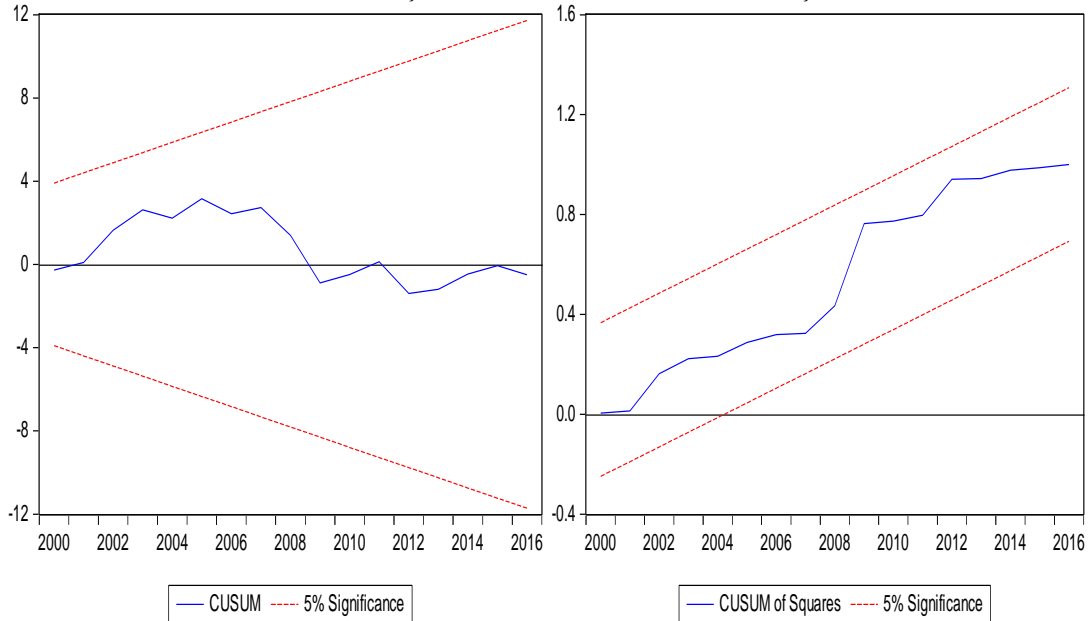
Not: Uygun gecikme uzunluğu, AIC kriteri ile belirlenmiştir. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade eder. probabilities. *** ve * sırasıyla %1 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

Her bir ARDL modeline ilişkin uzun dönem katsayılarının istikrarlı olup olmadığı, CUSUM ve CUSUM2 testleri yardımıyla araştırılabilmektedir. Grafik 2 ve 3 sırasıyla bu testlerden elde edilen sonuçları yansıtmaktadır. Bu sonuçlara göre; her bir ARDL modelinde uzun dönem katsayılarının, CUSUM ve CUSUM2 test değerlerinin ilgili bandlar arasında yer alması nedeniyle, istikrarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Grafik 2. Model 1 İçin CUSUM ve CUSUM2 Test Sonuçları



Grafik 3. Model 2 İçin CUSUM ve CUSUM2 Test Sonuçları



Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin analizinde kullanılan Toda-Yamamoto nedensellik testinin sonuçları, Tablo 7’de sunulmuştur. Model 1 için sonuçlar %5 anlamlılık seviyesinde yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğe işaret etmektedir. Sonuçlar, aynı zamanda %10 anlamlılık seviyesinde ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimine neden olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Model 2 için elde edilen nedensellik sonuçlarının model 1 için elde edilen sonuçlar ile örtüştüğü görülmektedir. Bu nedensellik sonuçları Troster vd. (2018) ABD, Ben Mbarek vd. (2018) Tunus, Rafindadi ve Oztürk (2017) Almanya, Shahbaz vd. (2015a) Pakistan, Ibrahiem (2015) ABD, Pao ve Fu (2013) Brezilya, Tugcu vd. (2012) Japonya ve İngiltere için elde edilen

bulgular ile benzerlik göstermektedir. Gozgor (2018) ABD, Payne (2011) ABD, Bowden ve Payne (2010) ABD için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğunu tespit ederken Alper (2018) Türkiye, Ben Mbarek vd. (2015) Fransa, Ocal ve Aslan (2013) Türkiye, Tugcu vd. (2012) Almanya için ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimine neden olduğunu belirlemiştir. Wang vd. (2018) Pakistan, Bulut ve Muratoğlu (2018) ise Türkiye için herhangi bir nedenselliğe rastlamamıştır.

Tablo 7. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Hipotezler	k+dmax	MWALD istatistiği	Olasılık	Nedensellik
Panel A: Model 1				
LREN => LGDP	4+1	10.664**	0.030	Var
LGDP => LREN	4+1	8.091*	0.088	Var
Panel B: Model 2				
LREN => LGDP	4+1	16.776***	0.002	Var
LGDP => LREN	4+1	9.539**	0.048	Var

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı gösterir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi Türk ekonomisi için 1970-2016 döneminde analiz edilmiştir. Söz konusu ilişki iki regresyon denklemi kurularak ve yenilenebilir enerji tüketiminin yanı sıra işgücü, sabit sermaye, ticari dışa açıklık ve finansal gelişme değişkenlerinin modellere bağımsız değişken olarak ilave edilmesiyle test edilmiştir. Değişkenlerin durağanlık analizinde PP ve Ng-Perron birim kök testlerinin yanı sıra Lee- Strazicich iki yapısal kırılmalı testine de yer verilmiştir. Değişkenler arasındaki eş bütünleşmenin varlığı ARDL sınır testi kullanılarak belirlenirken, nedensellik ilişkisinde ise Toda-Yamamoto nedensellik testi tercih edilmiştir.

PP ve Ng-Perron testlerinden elde edilen sonuçlar tüm değişkenlerin birinci farklarında durağan olduğunu, Lee-Strazicich birim kök testinden elde edilen sonuçlar ise serilerin bütünleşme derecelerinin I(0) ve I(1)'in bir karışımı olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle ARDL sınır testi eş bütünleşme yaklaşımına gidilmiştir. VAR modelinden elde edilen optimal gecikme uzunluğu hem ARDL sınır testi hem de Toda-Yamamoto nedensellik testinde kullanılmıştır. Çalışmada dikkate alınan iki regresyon modeli için de değişkenler arasında eş bütünleşme tespit edilmiştir. Söz konusu modellere ilişkin ARDL uzun dönem tahminleri, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği bulgusunu ortaya koymuştur. İki değişken arasındaki bu pozitif ve anlamlı ilişki kısa dönem tahminlerinin sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Toda-Yamamoto nedensellik analizi, her iki regresyon denklemi de dikkate alındığında, iki değişken arasında çift yönlü bir nedenselliğin varlığına işaret etmektedir. Bu ampirik bulgular Türkiye ekonomisinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi belirleyen faktörlerden biri olduğunu ve geri besleme hipotezinin geçerliliğini kanıtlar niteliktedir.

Türkiye enerji tüketiminin büyük bir kısmını birincil enerji kaynakları ile karşılayan bunun da büyük çoğunluğunu ithal eden dışa bağımlı dolayısıyla cari açık veren bir ülke görünümündedir. Ayrıca, Türkiye Kyoto protokolü çerçevesinde sera gazı salınımının azaltılması hususunda önemli taahhütler

vermiştir. Türk hükümeti enerjide etkinliği ve verimliliği artırabilmek, enerjide çeşitliliği ve bağımsızlığı sağlayabilmek için üniversite ve kurumları desteklemenin yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarına dönük her türlü proje ve yatırımlara finansal sektör aracılığıyla önemli kaynaklar aktarmak zorundadır. Çevreci bakış açısıyla da bakıldığında çevre kirliliğinin özellikle de karbondioksit salınımının azaltılabilmesi için yine yenilenebilir enerjiye doğru hızlı bir yönelimin gerçekleşmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ekonomide ağırlık verilmesi hem büyümeyi hızlandırabilecek hem de cari açığı azaltabilecektir.

Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi diğer ülkelere de uygulanarak karşılaştırmalı ülke bazında veya ülkeler arasında sonuçlar almak mümkündür. İlâveten, geleceğe dönük ampirik bir araştırma gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler üzerinde durarak bir panel veri analizi şeklinde gerçekleştirilebilir. Son olarak, ileriki çalışmalar yenilenebilir enerji kaynaklarını biyoyakıt, jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisi bağlamında alt göstergelere ayırarak söz konusu ilişkiyi ayrıntılı analiz edebilir.

KAYNAKÇA

- Aghion, P., Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge: Mass, MIT Press.
- Akella, A.K., Sami, R.P., Sharma, M.P. (2009), *Social, Economical and Environmental Impacts of Renewable Energy Systems*, *Renewable Energy*, 34(2), 390-396.
- Alper, F.Ö. (2018), *Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği*, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Apergis, N. and DANULETIU, D.C. (2014), *Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign of Panel Long-run Causality*, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Barro, R. J. (1990), *Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth*, *Journal of Political Economy*, 98(5), 103-125.
- Belloumi, M. and ALSHEHRY, A.S. (2016), *The Impact of Urbanization on Energy Intensity in Saudi Arabia*, *Sustainability*, 8(375), 1-17.
- Ben Mbarek, B., Khairallah, R. and Fekı, R. (2015), *Causality Relationships between Renewable Energy, Nuclear Energy and Economic Growth in France*, *Environment Systems and Decisions*, 35, 133-142.
- Ben Mbarek, M., Abdelkafi, I. and Fekı, R. (2018), *Nonlinear Causality between Renewable Energy, Economic Growth, and Unemployment: Evidence from Tunisia*, *Journal of Knowledge Economy*, 9, 694-702.

- Bıshoge, O.K., Zhang, L. and Mushi, W.G. (2018), The Potential Renewable Energy for Sustainable Development in Tanzania: A Review, *Clean Technologies*, 1, 70-88.
- Bowden, N. and Payne, J.E. (2010), Sectoral Analysis of the Causal Relationship between Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Real Output in the US, *Energy Sources, Part B*, 5, 400-408.
- Brown, R.L., Durbin, J. and Evans, J.M. (1975), Techniques for Testing the Constancy of Regression Relations over Time, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 37, 149-163.
- Bulut, U. and Muratoglu, G. (2018), Renewable Energy in Turkey: Great Potential, Low but Increasing Utilization, and an Empirical Analysis on Renewable Energy-growth Nexus, *Energy Policy*, 123, 240-250.
- Cetin, M. (2016), The Impact of Energy Consumption, Trade Openness and Financial Development on Economic Growth: Empirical Evidence from Turkey (1980-2014), *European Journal of Economic Studies*, 18(4), 459-469.
- Cheng, B.S. and Lai, T.W. (1997), An Investigation of Co-integration and Causality between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan, *Energy Economics*, 19 (4), 435-444.
- Christensen, P.P. (1989), Historical Roots for Ecological Economics, Biophysical versus Allocative Approaches, *Ecological Economics*, 1, 17-36.
- Esen, O. and Bayrak, M. (2017). Does more Energy Consumption Support Economic Growth in net Energy-importing Countries? *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 22(42), 75-98.
- Fang, Y. (2011), Economic Welfare Impacts from Renewable Energy Consumption: The China Experience, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 5120-5128.
- Fotourehchi, Z. (2017), Renewable Energy Consumption and Economic Growth: A Case Study for Developing Countries, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 61-64.
- Ghali, K.H. and El-Sakka, M.I.T. (2004), Energy Use and Output Growth in Canada: A Multivariate Cointegration Analysis, *Energy Economics*, 26, 225-238.
- Ghosh, S. and Kanjilal, K. (2014), Long-term Equilibrium Relationship between Urbanization, Energy Consumption and Economic Activity: Empirical Evidence from India, *Energy*, 66, 324-331.

- Gielen, D., Boshell, F., Saygın, D., Bazılıan, M.D., Wagner, N. And Gorını, R. (2019), The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation, *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50.
- Glasure, Y.U. (2002), Energy and National Income in Korea: Further Evidence on the Role of Omitted Variables, *Energy Economics*, 24, 355-365.
- Gozgor, G. (2018), A New Approach to the Renewable Energy-growth Nexus: Evidence from the USA, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 16590-16600.
- Hall, C. and KLITGAARD, K. (2006), The Need for a New, Biophysically-based Paradigm in Economics for the Second Half of the Age of Oil, *International Journal of Transdisciplinary Research*, 1, 4-22.
- Hassine, M.B. and Harrathi, N. (2017), The Causal Links between Economic Growth, Renewable Energy, Financial Development and Foreign Trade in Gulf Cooperation Council Countries, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 76-85.
- Ibrahim, D.M. (2015), Renewable Electricity Consumption, Foreign Direct Investment and Economic Growth in Egypt: An ARDL Approach, *Procedia Economics and Finance*, 30, 313-323.
- IEA (2016), *Energy Policies of IEA Countries: Turkey Review*.
- Irena (2017), *Renewable Capacity Statistics Report, 2017*, <https://www.irena.org/publications/2017/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2017>, Erişim Tarihi: 29.12.2018.
- Jones, C. (1995), R&D-based Models of Economic Growth, *Journal of Political Economy*, 103, 759-784.
- Kahouli, B. (2017), The Short and Long-run Causality Relationship among Economic Growth, Energy Consumption and Financial Development: Evidence from South Mediterranean Countries (SMCs), *Energy Economics*, 68, 19-30.
- Kim, W. and Liew, S. (2004), Which Lag Length Selection Criteria Should We Employ? *Economics Bulletin*, 3(33), 1-9.
- Kraft, J. and Kraft, A. (1978), On the Relationship between Energy and GNP, *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
- Kumar, R.R., Stauvermann, P.J., Loganathan, N. and Kumar, R.D. (2015), Exploring the Role of Energy, Trade and Financial Development in Explaining Economic Growth in South Africa: A Revisit, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1300-1311.

- Kum, H., Ocal, O. and Aslan, A. (2012), The Relationship among Natural Gas Energy Consumption, Capital and Economic Growth: Bootstrap-corrected Causality Tests from G-7 Countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2361-2365.
- Lee, J. and Strazicich, M.C. (2003), Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with two Structural Breaks, *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Lin, P.C. and Hung, H.C. (2012), Convergence in Income Inequality? Evidence from Panel Unit Root Tests with Structural Breaks, *Empirical Economics*, (43), 153-174.
- Lin, B. and Zhu, J. (2019), Determinants of Renewable Energy Technological Innovation in China under CO2 Emissions Constraint, *Journal of Environmental Management*, 247, 662-671.
- Mahadevan, R. and Asafu-Adjaye, J. (2007), Energy Consumption, Economic Growth and Prices: A Reassessment Using Panel VECM for Developed and Developing Countries, *Energy Policy*, 35 (4), 2481-2490.
- Maji, I.K. and Sulaiman, C. (2019), Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: A Fresh Evidence from West Africa, *Energy Reports*, 5, 384-392.
- Menegaki, A.N. (2011), Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis, *Energy Economics*, 33, 257-263.
- Menegaki, A.N. and Tugcu, C. (2016), The Sensitivity of Growth, Conservation, Feedback & Neutrality Hypothesis to Sustainable Accounting, *Energy for Sustainable Development*, 34, 77-87.
- Narayan, S. and Doytch, N. (2017), An Investigation of Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus Using Industrial and Residential Energy Consumption, *Energy Economics*, 68, 160-176.
- Ng, S. and PERRON, P. (2001), Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power, *Econometrica*, 69(6), 1519-1554.
- Nyoni, B. and Phiri, A. (2018), Renewable Energy-economic Growth Nexus in South Africa: Linear, Nonlinear or Non-existent? MPRA Paper No. 89761.
- Ocal, O. and Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption-economic Growth Nexus in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- OECD (2018), Renewable Energy, <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm>, Erişim Tarihi: 04.04.2018.
- Ozturk, I. (2010), A Literature Survey on Energy-growth Nexus, *Energy Policy*, 38(1), 340-349.

- Ozturk, I. and ACARAVCI, A. (2010), CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220-3225.
- Pao, H-T. and Fu, H-C. (2013), Renewable Energy, Non-renewable Energy and Economic Growth in Brazil, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Pata, U.K. (2018), Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO2 Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks, *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779.
- Payne, J.E. (2009), On the Dynamics of Energy Consumption and Output in the US, *Applied Energy*, 86 (4), 575-577.
- Payne, J.E. (2011), On Biomass Energy Consumption and Real Output in the US, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 6(1), 47-52.
- Pesaran, M.H. and SHIN, Y. (1999), An Autoregressive Distributed-lag Modeling Approach to Cointegration Analysis. In *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century. The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, ed. Steinar Strom. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pesaran, M.H., SHIN, Y. and SMITH, R. (2001), Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- PHILLIPS, P.C.B. and PERRON, P. (1988), Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, 75, 335-346.
- Rafindadi, A.B. and Ozturk, I. (2017), Impacts of Renewable Energy Consumption on the German Economic Growth: Evidence from Combined Cointegration Test, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130-1141.
- Romer, P.M. (1990), Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- Sala-I-Martin, X. (1995), The Classical Approach to Convergence Analysis, *Economic Working Paper No. 117*, 1-28.
- Sarı, R., Ewing, B.T. and Soytas, U. (2008), The Relationship between Disaggregate Energy Consumption and Industrial Production in the United States: An ARDL Approach, *Energy Economics*, 30(5), 2302-231.
- Shahbaz, M., Solarin, S.A., Mahmood, H. and Arori, M. (2013), Does Financial Development Reduce CO2 Emissions in Malaysian Economy? A Time Series Analysis, *Economic Modelling*, 35, 145-152.

- Shahbaz, M., Khraief, N., Uddin, G.S. and Ozturk, I. (2014), Environmental Kuznets Curve in an Open Economy: A Bounds Testing and Causality Analysis for Tunisia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 325-336.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M. and Zaman, K. (2015a), Does Renewable Energy Consumption Add in Economic Growth? An Application of Autoregressive Distributed Lag Model in Pakistan, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Sbia, R. and Afza, T. (2015b), The Effect of Urbanization, Affluence and Trade Openness on Energy Consumption: A Time Series Analysis in Malaysia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 683-693.
- Shi, Q., Li, B. and Alexiadis, S. (2012), Testing the Real Interest Parity Hypothesis in Six Developed Countries, *International Research Journal of Finance and Economics*, 86, 168-180.
- Stern, D.I. (2000), A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the U.S. Macroeconomy, *Energy Economics*, 22, 267-83.
- Stern, D.I. and Cleveland, C.J. (2004), Energy and Economic Growth, Rensselaer Working Paper in Economics No.0410. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.
- Stern, D.I. (2010), The Role of Energy in Economic Growth, The Australian National University, CCEP Working paper No. 3, 1-50.
- Sugiawan, Y. and Managi, S. (2016), The Environmental Kuznets Curve in Indonesia: Exploring the Potential of Renewable Energy, *Energy Policy*, 98, 187-198.
- Tiwari, A.K., Shahbaz, M. and Hye, K.M.A. (2013), The Environmental Kuznets Curve and the Role of Coal Consumption in India: Cointegration and Causality Analysis in an Open Economy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18 519-527.
- Toda, H.Y. and Yamamoto, T. (1995), Statistical Inferences in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes, *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Troster, V., Shahbaz, M. and Uddin, G.S. (2018), Renewable Energy, Oil Prices, and Economic Activity: A Granger-causality in Quantiles Analysis, *Energy Economics*, 70, 440-452.
- Tugcu, C.T., Ozturk, I. and Aslan, A. (2012), Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries, *Energy Economics*, 34, 1942-1950.
- TÜİK (2018), Türkiye İstatistik Kurumu İstatistik Göstergeler <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 10.03.2018.

- Türkiye Cumhuriyeti Uluslararası İlişkiler Bakanlığı (2019), Turkey's Energy Profile and Strategy, <http://www.mfa.gov.tr/turkeys-energy-strategy.en.mfa.>, Erişim Tarihi: 01.07.2019.
- Ucan, O., Arıcıoğlu, E. and Yücel, F. (2014), Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 411-419.
- UNITED NATIONS DATA (2018), United Nations Statistics Division, <https://unstats.un.org>, Access date: 17.02.2018.
- Wang, Y., Wang, Y., Zhou, J., Zhu, X. and LU, G. (2011), Energy Consumption and Economic Growth in China: A Multivariate Causality Test, *Energy Policy*, 39(7), 4399-4406.
- WORLD BANK (2018), World Development Indicators, <https://databank.worldbank.org>, Access date: 10.04.2018.
- Wang, Z., Danış, Z.B. and 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., Sarac, S. and Aslan, A. (2011), Energy Consumption and Economic Growth in the USA: Evidence from Renewable Energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 6770-6774.
- Zou, C., Zhao, Q., Zhang, G. and Xiong, B. (2016), Energy Revolution: From a Fossil Energy Era to a New Energy era, *Natural Gas Industry B*, 3(1), 1-11.