

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR VE YENİLENEMEYEN ENERJİ TÜKETİMİNİN
EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**
THE IMPACT OF RENEWABLE AND NON-RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON
ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

**Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK¹
Selin SAYGIN²**

ÖZET

Ülke ekonomilerinde sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda enerji kaynaklarının etkin, verimli ve çevreye duyarlı kullanımı büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca teknolojik gelişme açıklayıcı değişken olarak modele ilave edilmiştir. Türkiye ekonomisi için 1978-2016 dönemini kapsayan yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin tespiti için ARDL sınır testi kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada ARDL modeline ek olarak DOLS, FMOLS ve CCR yöntemleriyle değişkenlere ilişkin uzun dönem katsayı tahminleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bulguları, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi, teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki eşbütünleşme ilişkilerinin varlığını ortaya koymaktadır. Uzun dönem katsayı tahmini sonuçları, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu doğrulamaktadır. Çalışmada ayrıca kontrol değişkeni olarak modele dahil edilen teknolojik gelişme değişkeninin de ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye ekonomisi için önemli politika çıkarımlarının yapılmasına imkan vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Yenilenemeyen Enerji, Ekonomik Büyüme, ARDL.

ABSTRACT

Effective, efficient and environmentally sensitive use of energy resources is of great importance in line with sustainable development goals in the country's economies. In this study, the effects of renewable energy consumption and non-renewable energy consumption on economic growth were investigated. Technological development was also added to the model as an explanatory variable. ARDL bounds test is used to determine the long-run relationship between the series in studies using annual data covering the period 1978-2016 in Turkish economy. In the next step, in addition to the ARDL model, long run coefficient estimates for variables were made with DOLS, FMOLS and CCR methods. Findings of the study reveal the existence of cointegration relations between renewable energy consumption, non-renewable energy consumption, technological development and economic growth variables. Long run coefficient estimation results confirm that renewable energy and non-renewable energy consumption have positive effects on economic growth. In the study, it was also determined that the technological development variable included in the model as a control variable had a positive effect on economic growth. The obtained findings, Turkey gives the opportunity of making important policy implications for the economy.

Key Words: Renewable Energy, Non-renewable Energy, Economic Growth, ARDL.

1. Giriş

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ekonomik aktiviteyle, dolayısıyla ekonomik büyümeyle, güçlü şekilde ilişkilidir (Apergis-Payne, 2012; Salim vd. 2014). 1970'lerde yaşanan enerji krizleri ve özellikle petrol arzında/talebinde meydana gelen değişikliklerin gelişmiş/gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesini olumsuz etkilemiş olması bu durumun en temel örneklerinden biridir (Altınay-Karagöl, 2004; Öztürk-Saygın, 2017). Bu yüzden enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1970'lerden bu yana temel araştırma alanlarından biri olmuştur.

¹ (<https://orcid.org/0000-0001-6851-951X>), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, e-mail: salihozturk@nku.edu.tr

² (<https://orcid.org/0000-0003-4617-3882>), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat ABD, e-mail: selinsaygin-@hotmail.com

Yenilenebilir enerji (rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga ve gelgit gibi), son yılların önemli araştırma konularındandır. Özellikle 2000'li yılların sonlarından bu yana en hızlı büyüyen enerji kaynağı olmuştur (Apergis-Payne, 2012). Toplam enerjinin küçük bir payını oluştursa da enerji güvenliği konuları, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve küresel ısınmadaki artışlar sonucunda meydana gelen çevresel tahribat ve tehdit yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi artırarak iktisat politikalarının sürdürülebilir bir büyüme perspektifinde şekillenmeye başlamasında etkili olmuştur (La Vina vd., 2002, Sadorsky, 2009, Gozgor vd., 2018). Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2019) da yenilenemeyen kaynaklardan sağlanan enerji arz ve talebinin sosyal, ekonomik ve çevresel açılardan sürdürülebilir olmadığını ifade etmektedir. IEA projeksiyonları, 2015-2030 döneminde birincil enerji kaynakları kullanımının %1,5 artacağını öngörmekte ve 2050 yılında şu anki seviyesinden iki kat fazla karbon salınımına neden olacağını vurgulamaktadır. Nüfus, gelir ve enerji talebi artış tahminleri yakın gelecekte özellikle gelişmekte olan ve yükselen ekonomilerde enerji ve doğal kaynak üzerindeki baskının artacağını göstermektedir (Voigt vd., 2014). Dolayısıyla olumsuz sonuçlardan kaçınmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek hem ekonomik hem de çevresel açıdan yarar sağlayacaktır.

Türkiye'de 1980 sonrasında dışa açılımla birlikte sanayi ve hizmetler sektörü önem kazanmış ve buna bağlı olarak petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil kaynaklı enerji tüketimi artmıştır. BP (2019) istatistiklerine göre, Türkiye'de 1990 yılında yenilenemeyen enerji kullanımı 47.674 milyon ton petrol eşdeğerinden 2018 yılında 153.540 milyon ton petrol eşdeğeri miktarına yükselmiştir. Ülke sınırlarında çok düşük rezervi bulunan yenilenemeyen enerji kaynaklarındaki hızla yükselen bu artış, enerji konusunda yüksek oranda dışa bağımlı olan Türkiye'de cari açık sorununu da beraberinde getirmektedir. Yine BP (2019) verilerine göre, Türkiye'nin yenilenebilir enerji tüketimi 1990 yılında 0.018 iken 2018'de 8.530 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşmıştır. Söz konusu dönemde Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminde artış olduğu görülse de, yenilenemeyen enerji tüketiminin yanında düşük bir paya sahip olduğu dikkat çekmektedir.

Çalışmada yukarıdaki açıklamalardan hareketle, Türkiye ekonomisi için 1978-2016 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin yanı sıra teknolojik gelişme değişkeni de kontrol değişkeni olarak modele ilave edilmiştir. Çalışmanın ekonometrik metodolojisi bağlamında ilk olarak ADF, PP ve DF-GLS klasik birim kök testleri ve Lee Strazicich iki yapısal kırılmalı birim kök testi kullanılarak serilerin durağanlık dereceleri araştırılmıştır. Sonraki aşamada ARDL sınır testi kullanılarak seriler arasındaki eşbütünlük ilişkileri incelenmiştir. Son olarak, ARDL modeli çerçevesinde uzun ve kısa dönem katsayı tahminleri yapılmıştır. Çalışmada ayrıca ARDL modeline ilave bir kanıt olarak DOLS, FMOLS ve CCR yöntemleriyle de uzun dönem tahminleri yapılmıştır.

Çalışmanın buradan sonraki bölümleri şu şekilde belirlenmiştir. İkinci bölümde ampirik literatüre ilişkin bilgi verilerek, literatürde yer alan bazı çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, model ve veri setine ilişkin bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde, çalışmada takip edilen metodoloji açıklanmıştır. Beşinci bölümde elde edilen bulgular verilmiştir. Son bölüm ise, sonuç ve politika önerilerinden oluşmaktadır.

2. Literatür Özeti

Ülkelerin ekonomik gelişmeleri, üretimi/tüketimi ve sanayileşmesi gibi çoğu ekonomik faaliyetlerinde yer alan belirleyici parametrelerden biri enerjidir. Dolayısıyla, enerji ekonominin her kaleminde önemli bir unsurdur. Literatürde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisinin yönüyle ilgili dört farklı hipotez üzerinde yoğunlaşmıştır (Apergis-Payne, 2011: 2012). Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik büyüme hipotezi olarak açıklanmaktadır (Ito, 2017). Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik koruma hipotezi olarak tanımlanmaktadır (Apergis-Danuletiu, 2014). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi geri besleme hipoteziyle açıklanmaktadır. (Rafindadi-Öztürk, 2017). İki değişken arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmaması ise yansızlık hipoteziyle (Menegaki, 2011) açıklanmaktadır. Tablo 1'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen seçilmiş bazı çalışmalar özetlenmiştir. Tablo 1'de Tsani (2010), Shahbaz vd. (2013) ve Kumar vd. (2015) çalışmalarında büyüme hipotezinin geçerliliğini yani enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığını destekleyen kanıtlar sunmuştur. Kyophilavong (2015) iki değişken

arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin, geri besleme hipotezinin, varlığını doğrulayan bulgular elde etmiştir. Erdoğan vd. (2019) ise iki değişken arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığını, yansızlık hipotezini, destekleyen sonuçlar elde etmiştir. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimiyle ilgili literatürde bu ilişkinin tek veya çift taraflı olmasıyla ilgili ortak bir kanı olmasa da, birbirleriyle genel anlamda ilişkili iki parametre olduğu görülmektedir.

Üretim sürecinin önemli bir girdisi olan enerji tüketiminde en büyük payı birincil kaynaklardan elde edilen enerji oluşturmaktadır. Apergis ve Payne (2012), Farhani vd. (2014), Salim vd. (2014), Doğan (2015), Rahman-Velayutham (2020) çalışmalarında yenilenemeyen enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak enerjinin büyük bir kısmının yenilenemeyen kaynaklardan sağlanması son yıllarda küresel anlamda sürekli artış gösteren karbon emisyonları nedeniyle küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi ciddi problemlere yol açmaktadır. Dolayısıyla bu durum, ülkelerin yenilenebilir kaynaklara olan yönelimini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımının artmasıyla yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür de önem kazanmıştır. Salim vd. (2014), Shahbaz vd. (2015), Saad-Taleb (2018) yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiler meydana getireceğini ortaya koymuşlardır. Maji vd. (2019) yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkilere neden olacağına dair kanıtlar sunmuştur. Doğan (2015) ise, uzun dönemde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Tablo 1: Literatür Özeti

| Yazar | Dönem/ Ülke | Yöntem | Eşbütünleşme | Uzun Dönem Etkisi | Nedensellik |
|--------------------------|--------------------------------|---|---------------|------------------------------|--|
| Tsani (2010) | 1960-2006 Yunanistan | Toda-Yamamoto nedensellik | Araştırılmadı | Araştırılmadı | $E \rightarrow Y$ |
| Apergis-Payne (2012) | 1990-2007 80 Ülke | Pedroni eşbütünleşme, panel FMOLS, panel Granger nedensellik | Evet | Pozitif | $NRC \leftrightarrow Y$ $RC \leftrightarrow Y$ |
| Shahbaz vd. (2013) | 1971-2011 Çin | Johansen eşbütünleşme, ARDL, VECM Granger nedensellik | Evet | Pozitif | $E \rightarrow Y$ |
| Farhani vd. (2014) | 1980-2010 Tunus | ARDL, Toda-Yamamoto nedensellik | Evet | Pozitif | $NRC \rightarrow Y$ |
| Salim vd. (2014) | 1980-2011 29 OECD Ülkesi | Westerlund eşbütünleşme, panel Granger nedensellik | Evet | Pozitif | $NRC \leftrightarrow Y$ $RC \rightarrow Y$ |
| Shahbaz vd. (2015) | 1972:1- 2011:4 Pakistan | ARDL, VECM Granger nedensellik | Evet | Pozitif | $RC \leftrightarrow Y$ |
| Kumar vd. (2015) | 1971-2011 Güney Afrika | ARDL, Toda-Yamamoto nedensellik | Evet | Pozitif | $E \rightarrow Y$ |
| Doğan (2015) | 1990-2012 Türkiye | ARDL, Gregory-Hansen eşbütünleşme, VECM Granger nedensellik | Evet | Pozitif(NRC) Anlamsız(RC) | $NRC \rightarrow Y$ |
| Kyophilavong (2015) | 1971-2012 Tayland | Bayer-Hanck eşbütünleşme, Granger nedensellik | Evet | Pozitif | $E \leftrightarrow Y$ |
| Gozgor (2018) | 1965-2016 ABD | ARDL | Evet | Pozitif | Araştırılmadı |
| Saad-Taleb (2018) | 1990-2014 12 AB Ülkesi | Panel eşbütünleşme, panel FMOLS, panel VECM | Evet | Pozitif | $Y \leftrightarrow RC$ |
| Gozgor vd. (2018) | 1990-2013 29 OECD ülkesi | Panel ARDL, panel quantile regresyon | Evet | Pozitif | Araştırılmadı |
| Maji vd. (2019) | 1995-2014 Batı Afrika | Pedroni ve Kao eşbütünleşme, DOLS, FMOLS, OLS | Evet | Negatif | Araştırılmadı |
| Yıldırım vd. (2019) | 1990-2014 BRICS-T | Pedroni eşbütünleşme, Westerlund ve Edgerton eşbütünleşme, panel FMOLS | Evet | Pozitif | Araştırılmadı |
| Erdoğan vd. (2018) | 1983-2017 Türkiye | Hacker ve Hatemi-J nedensellik testi | Araştırılmadı | Araştırılmadı | Nedensellik yok |
| Rahman-Velayutham (2020) | 1990-2014 Güney Asya | Pedroni eşbütünleşme, Kao eşbütünleşme, panel FMOLS, panel DOLS, Dumitrescue-Hurlin nedensellik | Evet | Pozitif | $Y \rightarrow RC$ (Bangladeş hariç) $Y \rightarrow NRC$ (Pakistan) |

Not: Tabloda E enerji tüketimini, Y ekonomik büyümeyi, NRC yenilenemeyen enerji tüketimini ve RC yenilenebilir enerji tüketimini göstermektedir. \rightarrow , \leftrightarrow sırasıyla değişkenler arasındaki tek yönlü ve çift yönlü nedenselliği ifade etmektedir.

3. Model ve Veri Seti

Bu çalışmada, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, Türkiye ekonomisi için 1978-2016 döneminde yıllık veriler kullanılarak araştırılmıştır. Ayrıca teknolojik gelişme değişkeni kontrol değişkeni olarak analize dahil edilmiştir. Çalışmada, Apergis-Payne (2012) ve Gozgor (2018) çalışmalarını takiben aşağıdaki gibi bir model geliştirilmiştir:

$$\ln GDP_t = \beta_0 + \beta_1 \ln PEC_t + \beta_2 \ln REC_t + \beta_3 \ln PAT_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

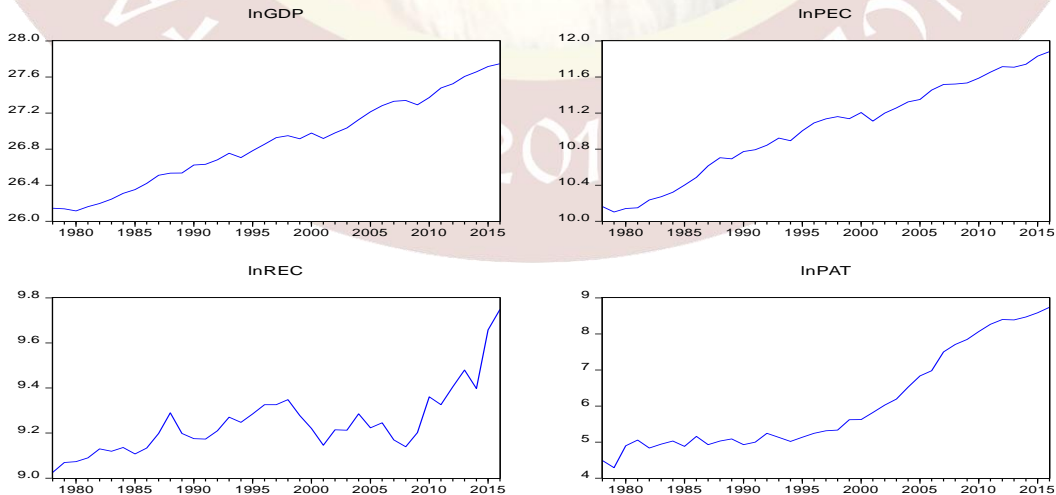
Denklemden GDP , GSYH sabit fiyatlarla 2010 US\$ olarak Dünya Bankası web sitesinden temin edilen ekonomik büyüme değişkenini göstermektedir. PEC , yenilenemeyen enerji tüketimini temsilen BP istatistiklerinden elde edilen birincil enerji tüketimini (milyon/ton) ifade etmektedir. REC , OECD web sitesinden elde edilen yenilenebilir enerji tüketimi (kg/ton) değişkenini temsil etmektedir. PAT , teknolojik gelişme değişkenini temsilen Dünya Bankası web sitesinden temin edilen ulusal patent sayısını göstermektedir. β_0 sabit terimi, ε_t hata terimini göstermektedir. β_1 , β_2 ve β_3 sırasıyla yenilenemeyen enerji tüketiminin, yenilenebilir enerji tüketiminin ve teknolojik yeniliklerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini açıklamaktadır. Modelde yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olması beklenmektedir ($\beta_1, \beta_2, \beta_3 > 0$). Değişkenler logaritmaları alınarak işlemlere dahil edilmiştir.

Tablo 2: Tanımlayıcı istatistikler

| Panel A: İstatistikler | lnGDP | lnPEC | lnREC | lnPAT |
|------------------------|--------|--------|-------|-------|
| Ortalama | 26.873 | 11.015 | 9.247 | 6.065 |
| Medyan | 26.914 | 11.111 | 9.214 | 5.313 |
| Maks. | 27.746 | 11.880 | 9.748 | 8.737 |
| Min. | 26.113 | 10.102 | 9.025 | 4.290 |
| Std. sapma. | 0.487 | 0.536 | 0.147 | 1.396 |
| Çarpıklık | 0.097 | -0.208 | 1.486 | 0.755 |
| Basıklık | 1.951 | 1.913 | 5.795 | 2.010 |
| Gözlem S. | 39 | 39 | 39 | 39 |

| Panel B: Korelasyon Matrisi | lnGDP | lnPEC | lnREC | lnPAT |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| lnGDP | 1 | | | |
| lnPEC | 0.992 | 1 | | |
| lnREC | 0.769 | 0.752 | 1 | |
| lnPAT | 0.928 | 0.890 | 0.686 | 1 |

Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de sunulmuştur. Ayrıca serilerin zamana göre seyri Grafik 1’de verilmiştir. Grafik 1, serilerin genellikle bir artış trendinde olduğunu ve genel olarak aynı yönde bir seyir izlediklerini göstermektedir.



Grafik 1: Serilerin zaman içindeki seyri (logaritmik)

4. Ekonometrik Yöntem

Çalışmanın ekonometrik metodoloji klasik birim birim kök testleri, yapısal kırılmalı birim kök testi ve ARDL sınır testinden oluşmaktadır. Serilerin bütünleşme derecelerinin tespiti, ilk olarak ADF, PP ve DF-GLS kullanılarak araştırılmıştır. ADF testi, Dickey-Fuller (1979), tarafından geliştirilen DF testinde ortaya çıkan otokorelasyon problemini ortadan kaldırmak amacıyla önerilmiştir. Denklem sağına bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri eklenerek elde edilmektedir (Dickey-Fuller, 1981). PP testi, hareketli ortalama yapısının seriyi etkileyerek yapay birim kök içermesi durumunda bunu ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir (Phillips-Perron, 1988). DF-GLS testi ise, ADF'nin dönüştürülmüş bir şekli olarak tanımlanmaktadır. Denklemde ADF birim kök testi denklemi, genelleştirilmiş EKK (GLS) yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Bu testin bir avantajı, bilinmeyen ortalama ve trend söz konusu iken, etkin sonuçlar vermesi olarak açıklanmıştır (Elliot vd., 1996). Her üç birim kök testi için de boş hipotez, serilerde birim kökün varlığını göstermektedir.

Klasik birim kök testleri, ekonomik gelişmeler ve siyasi bazı olaylar sonucunda ekonomide meydana gelebilecek kırılma dönemlerini dikkate almadıkları için sapmalı ve sahte regresyon problemlerine yol açabilmektedir. Dolayısıyla bu tür birim kök testleri, önemli istatistiksel sorunlara neden olabileceğinden bazı eleştirilere maruz kalmaktadır. Bu nedenle çalışmada yapısal kırılma dönemleri de dikkate alınarak geliştirilen Lee Strazicich birim kök testi kullanılmıştır. Lee Strazicich birim kök testi, kırılmaları içsel olarak belirlemekte ve çift yapısal kırılmalara izin vermektedir. Yapısal kırılmaları uygun bir şekilde test eden bu test, ölçek bozukluklarının da önüne geçebilmektedir (Lee-Strazicich, 2003). LM testi için şu şekilde bir regresyon denklemi kurulmaktadır:

$$\Delta y_t = y' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + \varepsilon_t \quad \tilde{S}_t = y_t - \tilde{\psi}_x - Z_t \tilde{y} \quad t = 2, \dots, t \quad (3)$$

Lee Strazicich birim kök testinde birim kökün varlığı $\phi = 0$ yokluk hipotezine göre belirlenmektedir. Serinin kırılmalar dikkate alınarak birim kök içerip içermediği, LM test istatistiği ile hesaplanan t istatistiğine göre belirlenmektedir.

4.1. ARDL sınır testi

Uygulamada birçok avantaja sahip olan ARDL sınır testinde, seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkileri araştırılırken, değişkenlerin aynı dereceden ya da farklı derecelerden durağan olmaları dikkate alınmaksızın uzun dönem ilişkileri tahmin edilebilmektedir. Küçük örneklem büyüklüklerinde de anlamlı sonuçlar veren ARDL testi, kısıtsız hata düzeltme modeli yardımıyla hem kısa hem de uzun dönem parametrelerinin aynı anda tahmin edilebilmesine de imkan vermektedir (Pesaran vd., 2001). Çalışmada kullanılan modeller dikkate alınarak kurulacak bir ARDL modeli ise şu şekilde ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} \Delta \ln GDP_t = & \delta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^k \delta_{2i} \Delta \ln PEC_{t-i} + \sum_{i=0}^k \delta_{3i} \Delta \ln REC_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^k \delta_{4i} \Delta \ln PAT_{t-i} + \gamma_1 D_{1988} + \gamma_2 D_{1999} + \gamma_3 \ln GDP_{t-1} + \gamma_4 \ln PEC_{t-1} \\ & + \gamma_5 \ln REC_{t-1} + \gamma_6 \ln PAT_{t-1} + \mu_t \end{aligned} \quad (4)$$

ARDL modellerine ilişkin denklemlerde Δ değişkenlerin fark değerlerini, δ_0 sabit terimi, μ_t hata terimlerini göstermektedir. D_{1988} ve D_{1999} , yapısal kırılmayı göstermek üzere kukla değişkenleri ifade etmektedir. Modellerde kukla değişkenler, Lee-Strazicich birim kök testinden elde edilen kırılma dönemlerine göre belirlenmiştir.

ARDL modeli kurulurken uygulanacak optimum gecikme uzunluğu VAR modeli yardımıyla belirlenen kritik değerlere göre saptanmaktadır. Model sonuçlarında hesaplanan F -(ya da t) istatistiği değeri, Pesaran vd. (2001)'de verilen üst sınır değerlerini aşarsa değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına hükmedilir. Çalışmada kurulan modeller çerçevesinde ARDL modeli için sıfır hipotez $H_0 = \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = \gamma_5 = 0$ ve alternatif hipotez $H_1 = \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq \gamma_3 \neq \gamma_4 \neq \gamma_5 \neq 0$

şeklinde belirlenmektedir. ARDL modelinin doğru kurulup kurulmadığı normal dağılım, değişen varyans ve otokorelasyon gibi tanısal testler aracılığıyla belirlenebilmektedir. Ayrıca uzun dönem parametrelerinin istikrarlılığı, Brown vd. (1975) tarafından geliştirilen *CUSUM* ve *CUSUM*² testleri aracılığıyla tespit edilmektedir.

Diğer taraftan seriler arasındaki uzun dönem ilişkilerinin araştırılmasında tahmin sürecinde meydana gelebilecek içsellik sorunu ve uzun dönem katsayılarının yorumlanamaması nedeniyle geleneksel yöntemler yerini Stock-Watson (1993) tarafından geliştirilen DOLS, Hansen-Phillips (1990) tarafından geliştirilen FMOLS ve Park (1992) tarafından geliştirilen CCR metotlarına bırakmaktadır. Bu nedenle, çalışmada kullanılan model için uzun dönem parametrelerinin incelenmesinde ARDL modeline ilave bir kanıt olarak DOLS, FMOLS ve CCR yöntemlerinden elde edilen sonuçlar da sunulmuştur. Bu yöntemler ARDL modeli gibi küçük örneklerde güvenilir sonuçlar üretmektedir.

5. Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın ekonometrik metodolojisi bağlamında öncelikle ele alınan değişkenlerin durağanlık dereceleri belirlenmiştir. Bu amaçla ADF, PP, DF-GLS birim kök testleri ve Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testleri kullanılmıştır. Tablo 3, ADF, PP ve DF-GLS testlerinden elde edilen test sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, tüm değişkenlerin birinci farkında durağan olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 3: ADF, PP, DF-GLS Birim Kök Test Sonuçları

| Panel A: Düzey | ADF | PP | DF-GLS |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Değişkenler | <i>t</i> -istatistiği | <i>t</i> -istatistiği | <i>t</i> -istatistiği |
| lnGDP | -2.831 | -2.930 | -2.647 |
| lnPEC | -2.242 | -2.344 | -2.276 |
| lnREC | -0.886 | -0.863 | -1.428 |
| lnPAT | -1.064 | -1.076 | -2.324 |
| Panel B: Birinci fark | | | |
| ΔlnGDP | -6.161*** | -6.296*** | -6.136*** |
| ΔlnPEC | -7.225*** | -7.348*** | -5.877*** |
| ΔlnREC | -6.447*** | -6.448*** | -6.503*** |
| ΔlnPAT | -6.914*** | -6.837*** | -6.571*** |

Not: Sonuçlar sabitli ve trendli model sonuçlarını yansıtmaktadır. ***, %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Optimal gecikme uzunluğu SIC kriteri kullanılarak belirlenmiştir. PP testinde Newey-West metodu ile bant genişliği belirlenmiştir.

Çalışmada durağan olmayan serilerin kriz, şok vb. dönemler içermesi ve bu dönemlerde meydana gelebilecek yapısal kırılmalar nedeniyle birim kök içerebilecekleri varsayımıyla, bu serilere ilişkin birim kök analizleri Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testiyle de araştırılmıştır. Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testinden elde edilen sonuçlar, Tablo 4'te verilmiştir. Analiz sonuçlarında teknolojik gelişme düzeyde durağan olarak elde edilirken, diğer değişkenlerin birinci farkında durağan oldukları belirlenmiştir. Ayrıca ekonomik büyüme, yenilenemeyen enerji, yenilenebilir enerji ve teknolojik gelişme için kırılma tarihleri sırasıyla 1988-1999, 1994-2000, 1998-2011 ve 1992-2012 olarak belirlenmiştir. Birim kök testi sonucunda elde edilen kırılma tarihlerinin genel olarak krizler ve kriz sonrası dönemleri işaret ettiği görülmektedir.

Tablo 4: Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçları

| Panel A: Düzey | TB1 | TB2 | <i>t</i> -istatistiği |
|------------------------------|------|------|-----------------------|
| lnGDP | 1988 | 1999 | -5.625 (3) |
| lnPEC | 1994 | 2000 | -5.068 (6) |
| lnREC | 1998 | 2011 | -5.208 (2) |
| lnPAT | 1992 | 2012 | -7.801 (8)*** |
| Panel B: Birinci fark | | | |
| ΔlnGDP | 1998 | 2007 | -6.482 (5)** |
| ΔlnPEC | 1988 | 1998 | -6.552 (6)** |
| ΔlnREC | 1995 | 2005 | -5.908(3)* |

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. TB1 ve TB2 kırılma tarihlerini ifade etmektedir.

Bir sonraki aşamada, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin varlığını araştırmak için ARDL sınır testi uygulanmıştır. ARDL sınır testinin uygulanabilmesi için ilk olarak VAR modeli kurulmuş ve uygun gecikme uzunluğu belirlenmiştir. Tablo 5, kurulan VAR modeli sonuçlarını yansıtmaktadır. Modelde optimum gecikme uzunluğu, AIC bilgi kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 5: Optimal gecikme uzunluğunun tespiti

| Lag | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|-----|----------|--------|----------|----------|----------|
| 0 | NA | 8.130 | -2.670 | -2.493 | -2.609 |
| 1 | 283.483* | 1.610* | -11.206* | -10.317* | -10.899* |
| 2 | 22.568 | 1.750 | -11.159 | -9.560 | -10.607 |
| 3 | 11.987 | 2.810 | -10.790 | -8.479 | -9.992 |
| 4 | 20.645 | 2.740 | -11.023 | -8.001 | -9.980 |

Not: LR: Yarı modifiye LR test istatistiği; FPE: Son tahmin hatası; AIC: Akaike bilgi kriteri; SIC: Schwarz bilgi kriteri; HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri. * ilgili kritere göre optimal gecikme uzunluğunu gösterir.

Tablo 6, ARDL sınır testi sonuçlarını göstermektedir. Sınır testi sonuçları, hesaplanan F -istatistiği ve t -istatistiği değerlerinin Pesaran vd. (2001)'de öngörülen üst kritik tablo değerlerini aştığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, sınır testi bulguları yenilenemeyen enerji, yenilenebilir enerji, teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkilerinin varlığını kanıtlamaktadır. Tablo 6'nın alt kısmında modele ilişkin tanısal test sonuçları yer almaktadır. Tanısal test sonuçları, modelin uygun bir model olduğunu modelde herhangi bir değişen varyans ve otokorelasyon probleminin bulunmadığını ve model kurulumunda bir hatanın olmadığını ortaya koymaktadır.

Tablo 6: F -Sınır Testi Sonuçları

| Panel A: ARDL sınır testi | | | | |
|--|--|------------|-----------------------------------|------------|
| Model | $f(\ln GDP/\ln PEC, \ln REC, \ln PAT)$ | | | |
| Yapısal kırılma tarihi | 1988, 1999 | | | |
| Max. gecikme uzunluğu | 4 | | | |
| AIC optimal gecikme uzunluğu | 1 | | | |
| F -istatistiği | 4.28* | | | |
| t -istatistiği | -3.94** | | | |
| Panel B: Pesaran vd. (2001) kritik tablo değerleri | | | | |
| Kısıtsız sabitli-trendsiz model (Case III) | F -istatistiği kritik değerleri | | t -istatistiği kritik değerleri | |
| Anlamlılık seviyesi | Alt $I(0)$ | Üst $I(1)$ | Alt $I(0)$ | Üst $I(1)$ |
| %1 | 4.29 | 5.61 | -3.43 | -4.37 |
| %5 | 3.23 | 4.35 | -2.86 | -3.78 |
| %10 | 2.72 | 3.77 | -2.57 | -3.46 |
| Panel C: Tanısal Testler | | | | |
| R^2 | 0.997 | | | |
| Adj- R^2 | 0.996 | | | |
| F -istatistiği | 1328.601*** | | | |
| Breusch-Godfrey LM testi | 0.355 (0.704) | | | |
| ARCH LM testi | 0.342 (0.562) | | | |
| J-B normallik testi | 0.623 (0.732) | | | |
| Ramsey RESET testi | 1.263 (0.217) | | | |

Not: ***, **, ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade etmektedir.

Bir sonraki aşamada, uzun ve kısa dönemde yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji ve teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki ARDL modeli kullanılarak araştırılmıştır. Tablo 7, modele ilişkin uzun ve kısa dönem katsayı tahmin sonuçlarını göstermektedir. Bulgular, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerjinin uzun dönemde ekonomik büyümeyi artırdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, Apergis ve Payne (2012), Salim vd. (2014) ve Rahman ve Velayutham (2020) çalışmalarından elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Ancak Ocal ve Aslan (2013) ve Maji vd. (2019)'un çalışmasından elde edilen bulgularla uyuşmamaktadır. Analiz sonuçları ayrıca uzun dönemde teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğunu kanıtlamaktadır. Bu sonuç, Adak (2015) sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kısa dönem sonuçlarında, yenilenebilir enerji ve teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı etkisi bulunamamıştır. Yenilenemeyen enerji ise, kısa dönemde de ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiler meydana getirmektedir. Ayrıca hata düzeltme terimi (ECT_{t-1}) katsayısının negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuç, seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilere ek bir kanıt sunmaktadır.

Tablo 7: ARDL Modeline İlişkin Uzun ve Kısa Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

| Panel A: Uzun dönem sonuçları | | |
|-------------------------------|-----------|---------------|
| Bağımlı Değişken: lnGDP | Katsayı | t-istatistiği |
| C | 16.100*** | 17.813 |
| lnPEC | 0.775*** | 9.097 |
| lnREC | 0.207* | 1.991 |
| lnPAT | 0.063*** | 3.260 |
| TB1 | -0.038 | -1.320 |
| TB2 | 0.001 | 0.074 |
| Panel B: Kısa dönem sonuçları | | |
| C | 9.667*** | 4.361 |
| lnPEC | 0.666*** | 6.972 |
| lnREC | -0.011 | -0.173 |
| lnPAT | 0.001 | 0.043 |
| TB1 | -0.038** | -2.703 |
| TB2 | 0.001 | 0.141 |
| ECT_{t-1} | -0.600*** | -4.357 |

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

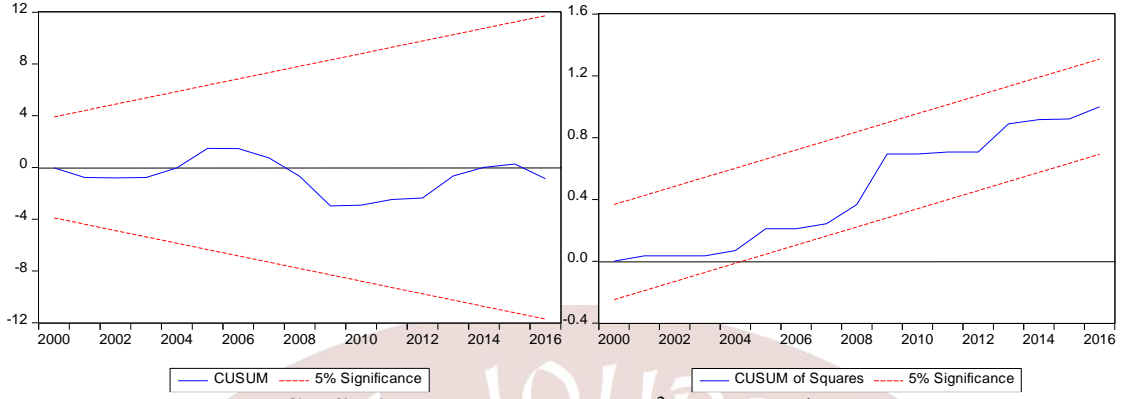
Çalışmada ayrıca yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji, teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönem ilişkileri ARDL modeline ek olarak DOLS, FMOLS ve CCR metotları kullanılarak belirlenmiştir. Tablo 8, DOLS, FMOLS ve CCR yöntemlerinden elde edilen sonuçları göstermektedir. Tüm tahmin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji ve teknolojik gelişme değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiler meydana getirdiğini kanıtlamaktadır. Kısaca DOLS, FMOLS ve CCR modellerinden elde edilen bulgular, kısa ve uzun dönem ilişkilerinin ayrıştırılmasına imkan veren ARDL tekniğinden elde edilen sonuçları destekleyecek kanıtlar sunmaktadır.

Tablo 8: DOLS, FMOLS ve CCR modellerine ilişkin tahmin sonuçları

| Bağımlı Değişken: lnGDP | DOLS | FMOLS | CCR |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| C | 15.339*** | 16.436*** | 16.264*** |
| lnPEC | 0.722*** | 0.747*** | 0.729*** |
| lnREC | 0.343*** | 0.202** | 0.240** |
| lnPAT | 0.071*** | 0.058*** | 0.059*** |
| TB1 | -0.041 | -0.040 | -0.034 |
| TB2 | -0.007 | 0.012 | 0.018 |

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

Grafik 2, uzun dönem parametrelerinin istikrarlılığına ilişkin elde edilen $CUSUM$ ve $CUSUM^2$ test sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, %5 anlamlılık düzeyinde band aralığında kaldığından, uzun dönem parametrelerinin istikrarlı bir seyir izlediğini ortaya koymaktadır.



Grafik 2: CUSUM ve CUSUM² Test Sonuçları

6. Sonuç ve Politika Önerileri

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki son yıllarda en çok incelenen konular arasında yer almaktadır. Bu nedenle çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca teknolojik gelişme kontrol değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Türkiye ekonomisi bağlamında 1978-2016 döneminde yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada ekonometrik yöntem olarak ADF, PP, DF-GLS birim kök testleri ve Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testi kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin belirlenmesinde ARDL sınır testi kullanılmıştır. Son olarak, ARDL modeli çerçevesinde değişkenlerin uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Ayrıca ARDL modelinden elde edilen katsayı tahmin sonuçları DOLS, FMOLS ve CCR tahmin yöntemleri kullanılarak desteklenmiştir. Çalışmanın bulguları, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkilerin varlığını ortaya koymuştur. Elde edilen uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarında yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve teknolojik gelişme değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, üretim sürecinin önemli bir girdisi olan enerjinin özellikle yenilenemeyen enerji kaynakları açısından dışa bağımlılığı yüksek olan Türkiye gibi ülkelerde bu kaynakların verimliliğinin artırılması ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik edici olmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Yenilenemeyen kaynakların yerine yenilenebilir kaynakların ikame edilmesi, sürdürülebilir bir büyümenin sağlanması adına büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu anlamda yürütülebilecek devlet politikaları, vergi indirimleri, sübvansiyonların artırılması ve bu kaynaklara yönelimin sağlanabilmesi için uygulanacak teşvik edici politikalar, büyümenin sürdürülebilir olmasında önem taşımaktadır. Özellikle enerji konusunda dışa bağımlılığı yüksek olan Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin artırılması için teşvik politikalarının uygulanması, tasarruf tedbirlerinin alınması ve ekonomiye maksimum katkıyı sağlayacak ülke içi kaynakların kullanılmasına dayalı bir enerji politikasının uygulanması gerekmektedir. Böylece, ülkenin dışa bağımlılığı azalacak ve dolayısıyla Türkiye’de önemli bir problem olan cari açığın da azaltılması sağlanacaktır.

Global ölçekte ülke ya da firmaların rekabet edebilirliğinin belirleyicileri arasında girdi maliyetleri, teknolojiye gelişmeler, ekonomik kalkınma ve büyüme gibi parametreler sayılabilmektedir. Dolayısıyla enerji faktörleri üretim aşamasında bir girdi olarak düşünüldüğünde, verimli ve etkin şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Ayrıca, enerji maliyetlerinin düşük olması minimum maliyetle üretimi sağlayarak firmaların/ülkelerin rekabet koşullarını avantajlı duruma getirebilmektedir. Çalışmada ayrıca teknolojik gelişme değişkeninin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilerinin saptanması, küreselleşen ekonomide teknolojinin ülkeler/firmalar arası rekabeti belirleyen önemli bir unsur olarak ön plana çıktığını ortaya koymaktadır. Günümüz küresel piyasalarında rekabet gücünü geliştirme ve sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanması teknolojik inovasyon kapasitesiyle yakından ilişkilidir. Bu bağlamda teknolojik gelişmeler desteklenerek üretimde verimliliği sağlayacak politikaların uygulanmasına yönelik teşvikler önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Adak, M. (2015). Technological Progress, Innovation and Economic Growth; the case of Turkey, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195: 776-782.
- Altınay, G. ve Karagöl, E. (2004). Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey, *Energy Economics*, 26(6): 985-994.
- Apergis, N. ve 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.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. (2011). The Renewable Energy Consumption-Growth nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1): 343-347.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model, *Energy Economics*, 34 (3): 733-738.
- BP (2019). BP Statistical Review of World Energy June 2019, <http://www.bp.com/statisticalreview>, (03.05.2019).
- Brown, R.L., Durbin, J. ve Evans, J.M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relations over Time, *Journal of the Royal Statistical Society*, 37(2): 149-163.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, 74: 427-431.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1981). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica*, 49(4): 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.
- Elliot, G., Rothenberg, T.J. ve Stock, J.H. (1996). Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root, *Econometrica*, 64: 813-836.
- Erdoğan, S., Gedikli, A. ve Kırca, M. (2019). A note on time-varying causality between natural gas consumption and economic growth in Turkey, *Resources Policy*, 64: 101504.
- Farhani, S., Shahbaz, M., Aroui, M. ve Teulon, F. (2014). The role of natural gas consumption and trade in Tunisia's output, *Energy Policy*, 66: 677-684.
- Gozgor, G. (2018). A New Approach to The Renewable Energy-Growth Nexus: Evidence From the USA, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(17): 16590-16600.
- Gozgor, G., Lau, Chi K.M. ve Lu, Z. (2018). Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries, *Energy*, 153: 27-34.
- Hansen, B.E. ve Phillips, P.C.B. (1990). Estimation and Inference in Models of Cointegration: A Simulation Study, *Advances in Econometrics*, 8: 225-248.
- IEA (2019). International Energy Agency, World Energy Outlook 2019, <https://www.iea.org/> (22.03.2020).
- Ito, K. (2017). CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: evidence from panel data for developing countries, *International Economics*, 151: 1-6.
- Kumar, R. R., Stauvermann, P.J., Loganathan, N. ve 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.
- Kyophilavong, P., Shahbaz, M., Anwar, S. ve Masood, S. (2015). The energy-growth nexus in Thailand: Does trade openness boost up energy consumption? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46: 265-274.
- La Vina, A.G.M., Hoff, G. ve DeRose, A.M. (2002). The Successes and Failures of Johannesburg: A Story of Many Summits. *World Resources Institute* 1-24. http://pdf.wri.org/wssd_joburg_english.pdf (07.05.2019).
- Lee, J. ve Strazicich, M.C. (2003). Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks, *The Review of Economics and Statistics*, 85(4): 1082-1089.
- Maji, İ.K., Sulaiman, C. ve Abdul-Rahim, A.S. (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(2): 257-263.

- Ocal, O. ve Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption-economic growth nexus in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28: 464-499.
- OECD, www.oecd.org, (03.05.2019).
- Öztürk, S. ve Saygın, S. (2017). 1973 Petrol Krizinin Ekonomiye Etkileri ve Stagflasyon Olgusu, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12): 1-12.
- Park, J.Y. (1992). Canonical Cointegrating Regressions, *Econometrica*, 60(1), 119-143.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. ve Smith, R. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, *Journal of Applied Econometrics*, 16(3): 389-326.
- Phillips, P.C.B. ve Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, 75(2): 335-346.
- Rafindadi, A.A. ve Öztürk, İ. (2017). Impacts of Renewable Energy Consumption on the German Economic Growth: Evidence from Combined Cointegration Test, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75: 1130-1141.
- Rahman, M.M. ve Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: New evidence from South Asia, *Renewable Energy*, 147: 399-408.
- Saad, W. ve Taleb, A. (2018). The Causal Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From Europe, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20: 127-136.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO₂ emissions and oil prices in the G7 countries, *Energy Economics*, 31(3): 456-462.
- Salim, R.A., Hassan, K. ve Shafiei, S. (2014). Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries, *Energy Economics*, 44: 350-360.
- Shahbaz, M., Khan, S. ve Tahir, M.I. (2013). The Dynamic Links Between Energy Consumption, Economic Growth, Financial Development and Trade in China: Fresh Evidence From Multivariate Framework Analysis, *Energy Economics*, 40: 8-21.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M. ve Zaman, K. (2015). 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.
- Stock, J.H. ve Watson, M.W. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems, *Econometrica*, 61(4): 783-820.
- Tsani, S.Z. (2010). Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece, *Energy Economics*, 32: 582-590.
- Voigt, S., De Cian E., Schymura, M. ve Verdolini, E. (2014). Energy intensity developments in 40 major economies: Structural change or technology improvement? *Energy Economics*, 41: 47-62.
- World Bank (2019). World Development Indicator, www.worldbank.org, (05.05.2019).
- Yıldırım, D.Ç., Yıldırım, S. ve Demistas, I. (2019). Investigating energy consumption and economic growth for BRICS-T countries, *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 16(4): 184-195.