

**Yayın Geliş Tarihi:** 19.04.2022  
**Yayına Kabul Tarihi:** 22.09.2022  
**Online Yayın Tarihi:** 30.09.2022  
<http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.1105662>

Dokuz Eylül Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi  
Cilt: 24, Sayı: 3, Yıl: 2022, Sayfa: 1007-1024  
E-ISSN: 1308-0911

*Araştırma Makalesi*

## ÇEVRESEL İNOVASYON YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİ ARTIRIYOR MU? TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR UYGULAMA

Sefa ÖZBEK\*  
Bahar OĞUL\*\*

### Öz

Ülke ekonomilerinde sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınma en önemli makroekonomik hedefler arasında yer almaktadır. Enerji ise ekonomik büyümenin gerçekleştirilmesi için en önemli girdiler arasında bulunmaktadır. Özellikle fosil yakıtlardan elde edilen enerji açısından kıt kaynaklara sahip olan Türkiye ekonomisinde, yenilenebilir enerji stratejik öneme sahiptir. İktisadi büyümenin çevre üzerindeki etkisi açısından karbon emisyonunun düşük olmasını sağlayan inovatif faaliyetler çevresel inovasyon olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada Türkiye ekonomisinde 1990-2018 örneklem döneminde çevresel inovasyon ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi incelenmektedir. Söz konusu ilişkinin incelendiği modele kontrol değişkeni olarak ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırım değişkenleri eklenmiştir. Modelde yer alan değişkenlerin birim kök süreci ADF birim kök testiyle incelenmiştir. Söz konusu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilmiş olan ARDL sınır testi ile araştırılmıştır. ARDL sınır testi bulguları eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Eşbütünleşme katsayılarının tutarlılığını saptamak için hem ARDL hem de FMOLS ve CCR tahmincileri kullanılmıştır. Ampirik bulgular tüm tahmincilerde benzer sonuçları ortaya koymuştur. Bulgulara göre; çevresel inovasyon, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırım değişkenlerinde meydana gelen artışlar, yenilenebilir enerji tüketimini azaltıcı etkiye sebep olmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çevresel İnovasyon, Yenilenebilir Enerji, Zaman Serisi Analizleri.

---

\* Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):

Özbek, S., Oğul, B. (2022). Çevresel inovasyon yenilenebilir enerji tüketimini artırıyor mu? Türkiye ekonomisi üzerine ampirik bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24 (3), 1007-1024.

\* Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gümrük İşletme Bölümü, ORCID: 0000-0002-1043-2056, sefaozbek@yahoo.com

\* YÖK 100/2000 Programı Doktora Öğrencisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ORCID: 0000-0002-4335-9086, baharogul@yahoo.com

**JEL Sınıflandırması:** K32, F43, C32.

## **IS ENVIRONMENTAL INNOVATION INCREASING RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION? AN EMPIRICAL APPLICATION ON TURKEY ECONOMY**

### **Abstract**

*Sustainable economic growth and development in national economies are among the most important macroeconomic targets. Energy is among the most important inputs for the realization of economic growth. Renewable energy has strategic importance especially in the Turkish economy, which has scarce resources in terms of energy obtained from fossil fuels. Innovative activities that ensure low carbon emissions in terms of the impact of economic growth on the environment are expressed as environmental innovation. In this study, the relationship between environmental innovation and renewable energy consumption in the 1990-2018 sample period in the Turkish economy is examined. Economic growth and foreign direct investment variables were added as control variables to the model in which the said relationship was examined. The unit root process of the variables in the model was examined with the ADF unit root test. The long-run relationship between these variables Pesaran et al. (2001) developed by ARDL bounds test. ARDL bounds test findings revealed the existence of a cointegration relationship. In order to determine the consistency of the cointegrating coefficients, both ARDL and FMOLS and CCR estimators were used. According to the findings; Increases in environmental innovation, economic growth and foreign direct investment variables cause a reduction in renewable energy consumption.*

**Keywords:** Environmental Innovation, Renewable Energy, Time Series Analysis.

**JEL Classification:** K32, F43, C32.

### **GİRİŞ**

Sanayi devrimiyle birlikte ülke ekonomilerinde önemli yapısal dönüşümler meydana gelmiştir. Özellikle üretim faaliyetlerinde önemli değişimlerin yaşanması ile birlikte enerji kaynaklarına olan talepte artış görülmektedir. İlgili dönemde seri üretim faaliyetleri başlamış, nüfus artmıştır. Bu süreçte doğal kaynak tüketiminde artışlar meydana gelmiştir. Artan enerji tüketimi, ülke ekonomilerinin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için yeni alanlara yönelmesini elzem hale getirmiştir (Akyol & Mete, 2021, s. 394). Küreselleşme süreci ile ülke ekonomileri birbirine bağımlı hale gelmiştir. Söz konusu süreçte dünya ticaret hacminin yanı sıra üretim ve tüketimde artışlar meydana gelmiştir. Bu durum ülke ekonomilerinin en önemli makroekonomik hedeflerinden olan ekonomik büyüme ve kalkınma açısından enerji teminini önemli hale getirmiştir. Ülke ekonomilerinde ciddi bir sorun haline gelen enerjinin, temini ve tüketiminin karşılanması adına büyük oranda yenilenemez enerji kaynaklarının tercih edildiği görülmekte iken artan talep ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim başlamıştır (Duran, 2020). Çevre kalitesine de büyük zararlar verdiği tespit edilen yenilenemez enerji kaynakları (ham petrol, kömür, doğal gaz vb.) yerine çevre dostu olduğu ifade edilen yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, jeotermal, dalga enerjisi, hidroelektrik, biyokütle vb.) tercih edilmeye

başlanmıştır. Bu durumun sürdürülebilirliği açısından ülke ekonomilerinde enerji alanında portföy oluşturulmaya yönelik eylemler gerçekleştirilmiştir (Erdoğan & Aydınbaş, 2020, s. 348). Dolayısıyla özellikle Türkiye gibi önemli bir enerji ithalatçısı ülkeler için yenilenebilir enerji temini kritik öneme sahiptir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini tespit etmek önemli hale gelmektedir. 2005 yılından itibaren Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının arttığı görülmektedir. Artan bir trend izleyen yenilenebilir enerji kullanımı, 2019 yılı itibarıyla 44 bin MW seviyesine yükselmiştir (IRENA, 2022). Son dönemde Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı artış göstermesine rağmen halen istenilen seviye yakalanamamıştır. Bu durumun temel sebebi yenilenebilir enerji alanındaki yatırım teşviklerinin düşük olması ve desteklerin yetersiz olmasıdır. Diğer bir etken ise söz konusu alandaki yatırımlar için uzun vadeli finansman elde etmenin güçlüğüdür (Doğan & Doğan, 2021, s. 785). Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve çevreyi korumaya yönelik politikalar geliştirilmesi için bu alandaki finansman kaynaklarının genişletilmesi önemli görülmektedir.

1950’li yıllardan itibaren, üretim faktörlerine ‘bilgi’ eklenmiş ve bilgi devrimi meydana gelmiştir. İktisat yazınında tüm büyüme modellerinde işgücü ve sermayenin önemi ortaya konulmuştur. Neo-Klasik büyüme modellerinde ise faktör verimliliğine vurgu yapılmaktadır. Söz konusu verimliliğin tek kaynağı ise dışsal teknolojik gelişmeler olarak belirtilmektedir (Çiftçi & Aykaç, 2011, s. 161). 1980’li yıllarda ortaya koyulan içsel büyüme modelleri, teknolojiyi içsel kabul etmiş ve nitelikli işgücünü vurgulamıştır. Dolaylı olarak ise Ar-Ge, inovasyon, patent sayısı gibi gelişmelerin ekonomik büyüme ve gelişmede önemli rol oynadığına yönelik bulgular gözlemlenmiştir (Yardımcı, 2006, s. 109). Endüstri devriminden küreselleşme dönemine kadar geçen zamanda yenilenemez enerjiden yenilenebilir enerjiye geçiş süreci hızlanmıştır. Söz konusu dönemde altyapı yatırımları, inovasyon çalışmaları ve Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Bu süreç ülke ekonomileri açısından önemli maliyetler getirmektedir. Bu gelişmelerin finansmanı için istikrarlı bir finansal sistemin varlığı önemli görülmektedir. Nitekim birçok ülke, söz konusu finansal yetersizlik ve piyasa düzenlemeleri konusundaki eksiklikler sebebiyle yenilenebilir enerji konusunda gerekli yatırımları tamamlayamamaktadır (Khan vd., 2021, s. 480). Söz konusu geçişin sürdürülebilir olması ve çevre dostu temiz enerji payının artırılabilmesi için doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) büyük önem taşımaktadır. DYY’nin yöneldiği ülkeler için hem sermaye kazandırıcı etkisi hem de teknolojik yenilik ve istihdam oluşturma özelliği bulunmaktadır (Ekinci, 2011, s. 72). Dolayısıyla yenilenebilir enerji yatırımları için Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin de DYY aracılığıyla gerçekleştirilebileceği vurgulanmaktadır. Çevresel inovasyon, iktisadi büyümenin çevre üzerindeki etkisi açısından yapılan inovasyon faaliyetlerini kapsamaktadır. Çevresel inovasyon ile ilk olarak karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunun düşük olduğu üretim süreci ifade edilmektedir. Dolayısıyla söz konusu inovasyon faaliyetleri ile son dönemde artan çevre sorunları

ve yenilenebilir enerji faaliyetleri ilişkili görülmektedir. İktisadi büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından çevresel inovasyonun önemli olduğu konusunda genel olarak fikir birliği bulunmaktadır (Khan vd., 2021).

Bu çalışmada Türkiye ekonomisine ait 1990-2018 örneklem döneminde yıllık ekonomik büyüme, çevresel inovasyon ve DYY ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Literatürde, yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerine ilişkin birçok çalışma bulunmasına rağmen çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin incelendiği az sayıda çalışma mevcuttur. Söz konusu durum bu çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır. Diğer yandan güncel dönem verileri ile hem ARDL hem de FMOLS ve CCR tahmin yöntemlerinin birlikte kullanılması elde edilen bulguların güvenilirliği açısından önemli görülmekte ve çalışmanın diğer özgün tarafını ortaya koymaktadır. Çalışmanın takip eden bölümünde literatür araştırmasına yer verilmektedir. Sonrasında analize dâhil edilen değişkenler ve ekonometrik yöntem ortaya konularak, ekonometrik sonuçlara yer verilmektedir. Son olarak ekonometrik sonuçlar ışığında değerlendirmeler ve politika önerileri sunulularak çalışma sonlandırılmaktadır.

## LİTERATÜR TARAMASI

İktisat yazınında yenilenebilir enerji tüketimiyle sosyo-ekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Sadorsky, 2009; Apergis vd., 2010; Lin vd., 2016; Akintande vd., 2020; Wang vd., 2021). Ancak söz konusu çalışmalarda inovasyon değişkenine pek yer verilmediği tespit edilmiştir. Ekonomik büyüme literatüründe özellikle 1980'li yıllardan sonra öne çıkan inovasyon çalışmalarının, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli etkilere yol açabileceği değerlendirilmektedir. Özellikle yenilenemez enerji kullanımının düşürülmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımların yapılabilmesi için büyük önem taşıyan inovasyon faaliyetlerinin ampirik modele dahil edilmesi önemli görülmektedir. Tablo 1'de seçilmiş literatür araştırmasına yer verilmektedir.

**Tablo 1:** Literatür Araştırması

<i>Yazar</i>	<i>Dönem</i> <i>Ülke</i>	<i>Değişken</i>	<i>Ampirik</i> <i>Yöntem</i>	<i>Sonuç</i>
Marques ve Fuinhas (2011)	1990-2006 24 Avrupa ülkesi	-Ekonomik büyüme -Yenilenebilir enerji tüketimi	Panel regresyon	Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi anlamsızdır.
Tuğcu vd. (2012)	1980-2009 G7 ülkeleri	-Ekonomik büyüme -Yenilenebilir enerji tüketimi	Panel nedensellik	Japonya, Almanya ve İngiltere'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında

					nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.
Zhao vd. (2013)	vd. 1980-2010 Çin	-Teknolojik inovasyonlar -CO <sub>2</sub> emisyonu	ARDL sınır testi ve Granger nedensellik		Teknolojik inovasyonlar CO <sub>2</sub> emisyonlarını azaltmaktadır.
Lin ve Moubarak (2014)	ve 1977-2011 Çin	-CO <sub>2</sub> emisyonu -Yenilenebilir enerji tüketimi -Ekonomik büyüme	ARDL, Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik		Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Cadoret ve Padovano (2016)	ve 2004-2011 Avrupa Birliği üyesi 26 ülke	-Yenilenebilir enerji tüketimi - Ekonomik büyüme	Panel regresyon		Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi negatiftir.
Hashmi ve Alam (2019)	ve 1999-2014 OECD ülkeleri	-Teknolojik inovasyon -CO <sub>2</sub> emisyonu	Panel regresyon ve STIRPAT modeli		Teknolojik inovasyon CO <sub>2</sub> emisyonunu azaltmaktadır.
Li vd. (2020)	vd. 1990-2017 OECD ülkeleri	-Enerji verimliliği -Enerji fiyatları -Ekonomik büyüme -Beşeri sermaye -Çevresel inovasyon -Yenilenebilir enerji tüketimi	Panel eşbütünleşme ve yatay kesit ARDL		Enerji verimliliği, enerji fiyatları, ekonomik büyüme, beşeri sermaye, çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.
Khan vd. (2021)	vd. 2000-2014 Kuşak üzerindeki (Belt-Road) 69 ülke	-Ekonomik büyüme -Teknolojik inovasyon -DYY -Finansal gelişme -Yenilenebilir enerji tüketimi	Panel Genelleştirilm iş Momentler Metodu (GMM)		Ekonomik büyüme, teknolojik inovasyon ve DYY yenilenebilir enerji üzerinde negatif; finansal gelişmenin ise yenilenebilir enerji tüketimini pozitif yönlü etkilediği sonucuna ulaşmıştır.
Akyol ve Mete (2021a)	ve 2005-2018	-CO <sub>2</sub> emisyonu -Enerji tüketimi	Panel GMM		Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme CO <sub>2</sub> emisyonunu artırırken teknolojik

	OECD kurucu üyesi 18 ülke	-Ekonomik büyüme -Teknolojik inovasyon		inovasyonlar ise CO <sub>2</sub> emisyonunu azaltmaktadır.
Assi vd. (2021)	1998-2018 ASEAN ülkeleri	-Yenilenebilir enerji tüketimi -Finansal gelişme -Çevresel kirlilik -İnovasyonlar	Panel ARDL ve nedensellik	İnovasyon ve ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif ilişki bulunmaktadır.
Akyol ve Mete (2021b)	2000-2018 Yükselen piyasa ekonomilerinden 10 ülke	-Çevresel inovasyon -Ekonomik büyüme -DYY -Yenilenebilir enerji tüketimi	Gengenbach vd., (2008) panel eşbütünleşme, Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik	Çevresel inovasyon ile ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketimini negatif yönlü olarak, DYY pozitif yönlü etkilemektedir.

Konu ile ilgili daha önce yapılan seçilmiş güncel çalışmaların yer aldığı Tablo 1'e göre çevresel inovasyon ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ortak bir sonucun bulunmadığı görülmektedir. Öyle ki analize dâhil edilen dönem, ülke ve kullanılan örneklem dönemine göre farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle inovasyon ve Ar-Ge faaliyetlerinin ilk aşamada önemli bir maliyet unsuru içerdiği göz önüne alındığında ortak bir sonuca ulaşamamasının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

## AMPİRİK ANALİZ

Bu bölümde ilk olarak model ve veri seti tanıtılmaktadır. Ampirik yöntem hakkında teorik bilgilerin ardından ampirik bulgular verilmektedir.

### Veri Seti ve Metodoloji

Bu kısımda Türkiye ekonomisinde 1990-2018 dönemindeki ekonomik büyüme, DYY ve çevresel inovasyonların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi incelenmektedir. Ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve DYY'ye ilişkin verilere Dünya Bankası'ndan (WDI); çevresel inovasyon<sup>1</sup> verilerine ise OECD veri sitesinden ulaşılmıştır. Çalışmada bağımlı değişken olarak yenilenebilir

<sup>1</sup> İnovasyon, sürdürülebilir iktisadi büyüme bakımından, yeni patentlerin, fikirlerin, üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması şeklinde tanımlanmakta iken çevresel inovasyon ise düşük karbonlu üretim sistemlerini kapsamaktadır. Bu kapsamda çevresel inovasyonlar ile çevresel kalitenin artırılması ve sürdürülebilir iktisadi büyümenin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. (Carrión-Flores ve Innes, 2010).

enerji tüketimi alınırken; bağımsız değişken olarak ekonomik büyüme, çevresel inovasyon ve  $DYY$  alınmıştır. Burada yenilenebilir enerjiyi temsilen kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi; çevresel inovasyonu temsilen çevreyi korumaya yönelik patent sayıları;  $DYY$ 'yi temsilen net girişlerin GSYİH'ye oranı; ekonomik büyümeyi temsilen ise kişi başına düşen milli gelir değişkeninden yararlanılmıştır. Söz konusu değişkenler arasındaki ilişki (1) denklemi ile araştırılmaktadır;

$$\ln(REN)_t = \alpha_0 + \beta_1 \ln(GDP)_t + \beta_2 \ln(PET)_t + \beta_3 \ln(FDI)_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Modeldeki (1) değişkenlerin logaritmaları alınmıştır. Modelde yer alan  $\ln(REN)$ ; kişi başı düşen yenilenebilir enerji tüketimini,  $\ln(GDP)$ ; kişi başı gayri safi yurt içi hasılayı,  $\ln(PET)$ ; çevresel inovasyonu ve  $\ln(FDI)$ ;  $DYY$ 'yi temsil etmektedir. Zaman serisi uygulamalarında sahte regresyon probleminin olmaması için öncelikle değişkenlerin birim kök süreçleri incelenmektedir. Bu sebeple analize dâhil edilen zaman serilerinin durağan olup olmadıklarını tespit etmek önemli görülmektedir. Bir  $Y$  serisi,

$$E(Y_t) = \mu \quad ; \quad Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad \text{ve} \quad \gamma k = E(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu) \quad (2)$$

özelliklerini sağlıyorsa, diğer bir ifadeyle sabit aritmetik ortalama, sabit varyans ve sabit kovaryans özelliklerini göstermesi durumunda  $Y$  serisi durağandır (Gujarati, 1999, s. 740). (1) nolu denklemde yer alan değişkenlerin birim kök sürecini incelemek için literatürde sıklıkla kullanılan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testinden yararlanılacaktır. (1) modelinde Schwartz ve Akaike gibi bilgi kriterleri kullanılarak optimal gecikme uzunluğu belirlenmektedir. Çalışmada modeldeki değişkenlerin durağanlık durumu ortaya konularak Pesaran vd. (2001) tarafından önerilen Gecikmesi Dağıtılmış Otopregresif Model (ARDL) yöntemi kullanılmaktadır. ARDL testi, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini içsel ve dışsal değişkenlerin gecikmelerini de modele dahil ederek araştıran ampirik bir analiz yöntemidir. Pesaran vd. (2001) tarafından önerilen ve farklı derecelerdeki bütünlük değişkenler arasında oluşan ilişkinin yanı sıra aynı düzeylerdeki değişkenlerin de arasındaki ilişkinin ortaya konulmasına da fırsat sağlayan bir analiz yöntemidir. Teknik ifade ile ARDL testi, modelde yer alan değişkenlerin  $I(0)/I(1)$  olma durumlarında kullanılabilir. Bu yöntemde kısıtsız hata düzeltme modelinden yararlanılmaktadır. Dolayısıyla Johansen & Juselius (1990) ve Engle & Granger (1987) gibi eşbütünleşme yöntemlerine göre daha güvenilir bir test olarak ön plana çıkmaktadır. Söz konusu yöntem ile hem kısa hem de uzun dönem ilişkiler elde edilmektedir. Başka bir ifadeyle ARDL sınır testi hem eşbütünleşik ilişkinin varlığını hem de kısa ve uzun dönem katsayı sonuçlarını içeren bilgileri barındırmaktadır (Pesaran vd., 2001). Diğer yandan kısıtlanmamış hata düzeltme modelinin kullanılması (ECT(-1)) istatistiksel olarak güçlü sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır. Bu testin diğer bir avantajı da küçük örneklem durumları için de daha

güvenilir sonuçlar vermesidir (Narayan & Narayan, 2004; Özbek & Oğul, 2022, s. 40).

Kısıtsız hata düzeltme modeline dayalı ARDL sınır testi (3)'teki gibidir;

$$\Delta \ln(\text{REN})_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln(\text{REN})_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln(\text{GDP})_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \ln(\text{PET})_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{4i} \Delta \ln(\text{FDI})_{t-i} + \beta_{5i} \ln(\text{REN})_{t-1} + \beta_{6i} \ln(\text{GDP})_{t-1} + \beta_{7i} \ln(\text{PET})_{t-1} + \beta_{8i} \ln(\text{FDI})_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

(3) nolu denklemde yer alan  $\Delta$ ; birinci farkları, m; gecikme sayısını göstermektedir. Bu eşitlikteki regresyon denklemi tahmin edildikten sonra uzun dönemli bir ilişkinin varlığı Wald testine (F testi) göre belirlenmektedir. Bu test ile ilgili sıfır hipotez “eşbütünleşme yoktur” biçiminde kurulmaktadır. ARDL sınır testinde F istatistiği hesaplanarak bu istatistik Pesaran vd. (2001)'de verilmiş olan kritik değerler ile karşılaştırılıp eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı incelenmektedir. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem katsayıları sırasıyla (4) ve (5) denklemlerinin tahmin edilmesiyle elde edilmektedir.

$$\Delta \ln(\text{REN})_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln(\text{REN})_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln(\text{GDP})_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln(\text{PET})_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{4i} \Delta \ln(\text{FDI})_{t-i} + \delta \text{ECT}_{t-1} + e_t \quad (4)$$

$$\ln(\text{REN})_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \ln(\text{REN})_{t-i} + \sum_{i=0}^n a_{2i} \ln(\text{GDP})_{t-i} + \sum_{i=0}^p a_{3i} \ln(\text{PET})_{t-i} + \sum_{i=0}^r a_{4i} \ln(\text{FDI})_{t-i} + v_t \quad (5)$$

(4) ve (5)'te; m, n, p, r değerleri gecikme sayılarını ifade etmektedir. ECT değişkeni ise hata düzeltme terimini temsil etmektedir. ECT'nin istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretli olması beklenmektedir. ECT'nin katsayısı olan  $\delta$  ile modeldeki içsel ve dışsal değişkenler arasında kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliğin ne kadar zamanda düzeltileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

### Ekonometrik Bulgular

Bu kısımda ilk olarak yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, çevresel inovasyon ve DYY değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler, korelasyon matrisi ve zaman serisi grafiklerine verilmektedir. Tablo 2'de değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere ilişkin özet tablo verilmektedir.

**Tablo 2:** Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	lnREN	lnGDP	lnPET	lnFDI
Ortalama	2.805455	8.675825	4.342752	-0.082630



Medyan	2.790490	8.716312	5.241706	0.157904
Maksimum	3.199113	9.442625	7.330888	1.287441
Minimum	2.433876	7.727684	-2.197325	-1.186135
Standart Sapma	0.264218	0.596394	2.806862	0.762292
Çarpıklık	0.201411	-0.101621	-1.123041	0.129016
Basıklık	1.556548	1.350520	3.168979	1.609223
Jargue-Bera	2.713698 (0.257471)	3.337527 (0.188480)	4.130403 (0.146644)	2.417685 (0.298543)
Gözlem Sayısı	29	29	29	29

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerini göstermektedir.

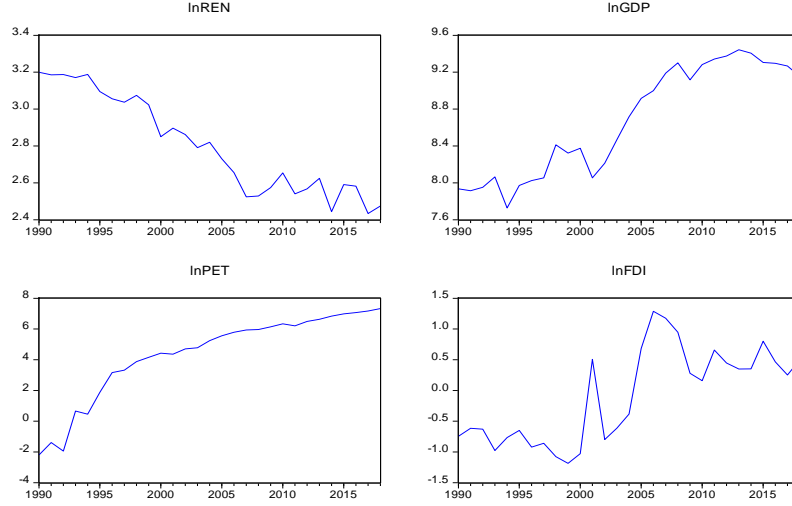
Tablo 2'ye göre yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, DYY ve çevresel inovasyon değişkenlerinin normal dağılım özelliği gösterdiği sonucu elde edilmiştir. Tablo 3'te ise söz konusu değişkenlere ilişkin korelasyon matrisine ait bilgiler verilmektedir.

**Tablo 3:** Korelasyon Matrisi

	lnREN	lnGDP	lnPET	lnFDI
lnREN	1	-0.945731	-0.907008	-0.807851
lnGDP	-0.945731	1	0.856464	0.786960
lnPET	-0.907008	0.856464	1	0.644530
lnFDI	-0.807851	0.786960	0.644530	1

Tablo 3'te en yüksek korelasyon katsayısının 0.946 ile ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında olduğu gözlenirken; en düşük korelasyon katsayısının ise 0.644 ile çevresel inovasyon ile DYY arasında olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Şekil 1'de değişkenlere ait grafiklere yer verilmektedir.

**Şekil 1:** Zaman Serisi Grafikleri



Şekil 1’de modeldeki değişkenlere ait serilerin grafikleri gösterilmektedir. Serilerin grafikleri incelendiğinde değişkenlerin genel olarak trend içerdiği görülmektedir.

Değişkenlere ait birim kök sürecin varlığı, ADF birim kök testi ile araştırılmıştır. Tablo 4’te birim kök testi bulguları yer almaktadır.

**Tablo 4:** ADF Testi Sonuçları

Değişkenler	Kritik Değer	Düzyer Değerleri		Birinci Farkları	
		Sabitli	Olasılık Değeri	Sabitli ve Trendli	Olasılık Değeri
lnREN	<b>Test İstatistiği</b>	-1.023164	0.7295	-2.868748	0.1869
	% 1	-3.711457		-4.323979	
	% 5	-2.981038		-3.580623	
	% 10	-2.629906		-3.225334	
ΔlnREN	<b>Test İstatistiği</b>	-5.895503	0.0000	-5.891292	0.0003
	% 1	-3.711457		-4.356068	
	% 5	-2.981038		-3.595026	
	% 10	-2.629906		-3.233456	
lnGDP	<b>Test İstatistiği</b>	-1.034385	0.7266	-1.590560	0.7710
	% 1	-3.689194		-4.323979	
	% 5	-2.971853		-3.580623	
	% 10	-2.625121		-3.225334	
ΔlnGDP	<b>Test İstatistiği</b>	-5.536938	0.0001	-5.509407	0.0007
	% 1	-3.699871		-4.339330	
	% 5	-2.976263		-3.587527	
	% 10	-2.627420		-3.229230	
lnPET	<b>Test İstatistiği</b>	-2.923493	0.0553	-2.053334	0.5481
	% 1	-3.689194		-4.323979	
	% 5	-2.971853		-3.580623	
	% 10	-2.625121		-3.225334	
ΔlnPET	<b>Test İstatistiği</b>	-3.997576	0.0000	-4.401658	0.0000

	% 1	-3.724070		-4.374307	
	% 5	-2.986225		-3.603202	
	% 10	-2.632604		-3.238054	
lnFDI	<b>Test İstatistiği</b>	-1.851391	0.3492	-2.806798	0.2066
	% 1	-3.689194		-4.323979	
	% 5	-2.971853		-3.580623	
	% 10	-2.625121		-3.225334	
ΔlnFDI	<b>Test İstatistiği</b>	-5.989272	0.0000	-5.865575	0.0003
	% 1	-3.699871		-4.339330	
	% 5	-2.976263		-3.587527	
	% 10	-2.627420		-3.229230	

Not: Δ ifadesi birinci farkı temsil etmektedir.

Tablo 4'te verilen ADF birim kök test sonuçlarına göre tüm değişkenlerin birinci farkta durağan hale geldiği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle tüm değişkenlerin I(1) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

(1) modelinde yer alan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını incelemek için ARDL sınır testi uygulanmıştır. Değişkenlere ait uygun gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterinden yararlanılarak belirlenmiştir. Bulgular, ARDL (1,0,0,0) modelinin istikrarlı olduğunu göstermiştir. ARDL sınır testinde F istatistik değeri ile alt kritik değer ve üst kritik değer karşılaştırılarak uzun dönemli ilişkisinin varlığına ulaşılmaktadır. Eğer F istatistik değeri bu değerlerden küçükse eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı; büyük ise eşbütünleşme ilişkisinin olduğu söylenebilmektedir. Fakat F istatistik değeri alt kritik değer ve üst kritik değer arasında ise Banerjee vd. (1998)'e göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin geçerliliğine karar vermek amacıyla hata düzeltme teriminin anlamlılığına bakılmaktadır. Tablo 5'te ARDL sınır testine ait bulgular gösterilmiştir.

**Tablo 5: ARDL Sınır Testi Bulguları**

Model	F İstatistiği	Önem Düzeyi	I(0)	I(1)
ARDL (1, 0, 0, 0)	4.535282	%10	2.37	3.2
		%5	2.79	3.67
		%1	3.65	4.46

Not: k bağımsız değişken sayısıdır. Kritik değerler %5 anlamlılık düzeyindeki değerleri temsil etmektedir.

Tablo 5'e göre modele ait hesaplanan F istatistik değeri tüm önem düzeylerinde I(0) ve I(1) değerlerinin üzerindedir. Böylece değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına ulaşılmaktadır. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığının ortaya konulması ile birlikte hem kısa dönem hem de uzun dönem katsayıları elde edilmektedir. Tablo 6'da ARDL modeli için kısa ve uzun dönem katsayıları verilmektedir.

**Tablo 6: ARDL Katsayı Tahmin Bulguları**

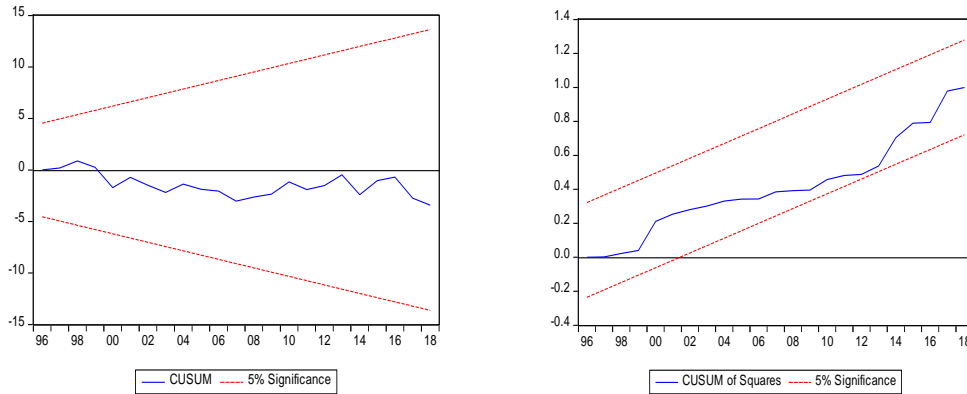
Değişken	Katsayı	Olasılık Değeri
ΔlnGDP	-0.137127	0.0358

$\Delta \ln \text{PET}$	-0.029681	0.0162
$\Delta \ln \text{FDI}$	-0.047253	0.1166
ECM(-1)	-0.719580	0.0000
Uzun Dönem		
$\ln \text{GDP}$	-0.190566	0.0131
$\ln \text{PET}$	-0.041248	0.0054
$\ln \text{FDI}$	-0.065668	0.0824

Tablo 6’da yer alan ARDL kısa ve uzun dönem katsayı tahminlerine göre; kısa dönemde ekonomik büyüme ve çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketimi üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı iken DYY’nin etkisi ise istatistiki olarak anlamsızdır. Uzun dönemde ekonomik büyüme, çevresel inovasyon ve DYY’nin etkisinin ise istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Kısa dönem sonuçlarına göre; ekonomik büyümede ve çevresel inovasyonda meydana gelen %1’lik bir artış yenilenebilir enerji tüketimini sırasıyla %0.13 ve %0.02 azaltmaktadır. Uzun dönem bulgularına göre ekonomik büyümede, çevresel inovasyonda ve DYY’de meydana gelen %1’lik bir artış yenilenebilir enerji tüketimini sırasıyla; %0.19, %0.04, %0.06 azaltmaktadır.

Tablo 6’da ECM(-1) katsayısı -1 ve 0 arasında bir değer almış ve istatistiki olarak anlamlı elde edilmiştir. Bu durum teorik beklentiler ile uyumlu gerçekleşmiştir. Böylece kısa dönemde ortaya çıkan bir şokun ilerleyen dönemlerde düzeltildiği sonucuna ulaşılmaktadır (Kıratoğlu & Dinçel, 2021, s. 542). Şekil 2’de katsayıların istikrarlı olup olmadığını gösteren CUSUM ve CUSUM of Squares testlerine yer verilmiştir. Test bulguları, %5 anlamlılık düzeyinde modellerin durağanlığını sınanan sınırları geçmediğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle katsayıların incelenen dönemde istikrarlı olduğu sonucu elde edilmektedir (Brown vd., 1975).

**Şekil 2:** CUSUM ve CUSUM of Squares Grafikleri



Tablo 7’de modele ait otokorelasyon, normal dağılım, değişen varyans ve tanımlama hatasına ilişkin testlere ait sonuçlar yer almaktadır.

**Tablo 7:** Varsayım Testleri

Model	Chi-square	Breusch-Godfrey LM Testi	
		Olasılık >chi-sq	Otokorelasyon
ARDL (1, 0, 0, 0)	0.1187	0.1619	Bulunmamaktadır.
	Chi-square	Jargue-Bera Normallik Testi	
		Olasılık >chi-sq	Normal Dağılım
	0.358463	0.835912	Geçerlidir.
	Chi-square	Breusch-Pagan Heteroskedasite Testi	
		Olasılık >chi-sq	Değişen Varyans Sorunu
0.8189	0.8272	Bulunmamaktadır.	
Değer	Ramsey Reset Testi		
	Olasılık >chi-sq	Tanımlama Hatası	
0.253242	0.8024	Bulunmamaktadır.	

Tablo 7’de modele ait varsayım testleri verilmiştir. Otokorelasyon sorunu, değişen varyans sorunu, tanımlama hatası sorunu ve hata terimlerinin normal dağılıma sahip olup olmadığı durumları incelenerek modelin uygunluğu görülmektedir.

Tablo 8’de Hansen ve Phillips (1990) tarafından önerilen FMOLS ve Park (1992) tarafından geliştirilen CCR tahmincilerine ait sonuçlar göstermektedir.

**Tablo 8:** FMOLS ve CCR Yöntemlerinin Bulguları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık Değeri
<i>FMOLS</i>				
lnGDP	-0.205224***	0.044472	-4.614644	0.0001
lnPET	-0.037330***	0.008412	-4.437471	0.0002
lnFDI	-0.068820***	0.022663	-3.036717	0.0057
C	4.735057***	0.359922	13.15579	0.0000
<i>CCR</i>				
lnGDP	-0.204177***	0.046928	-4.350875	0.0002
lnPET	-0.037596***	0.007067	-5.320217	0.0000
lnFDI	-0.069293**	0.027852	-2.487913	0.0202
C	4.726457***	0.388162	12.17651	0.0000

Not: \*\*\* %1 ve \*\*%5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı temsil etmektedir.

Tablo 8’de gösterilen FMOLS ve CCR yöntemlerine göre modeldeki değişkenler istatistiki olarak anlamlıdır. FMOLS sonuçlarında; ekonomik büyümede, çevresel inovasyonda ve DYY’de meydana gelen %1’lik artış

yenilenebilir enerji tüketimini sırasıyla yaklaşık %0.20, %0.03 ve %0.06 azaltmaktadır. CCR sonuçlarına göre ise ekonomik büyümede, çevresel inovasyonda ve DYY’de meydana gelen %1’lik bir artış yenilenebilir enerji tüketimini sırasıyla yaklaşık %0.20, %0.03 ve %0.06 azaltmaktadır.

### **SONUÇ ve DEĞERLENDİRME**

Bu çalışmada Türkiye ekonomisinde 1990-2018 örneklem dönemine ait yıllık veriler aracılığıyla ekonomik büyüme, DYY ve çevresel inovasyon ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Ampirik modelde yer alan değişkenlere ait birim kök süreç ADF birim kök testiyle incelenmiş ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ARDL sınır testi ile araştırılmıştır. Söz konusu analizler sonucunda uzun dönemli ilişkinin varlığı elde edilmiş ve uzun dönem katsayı tahminci testleri uygulanmıştır. Hem ARDL hem de FMOLS ve CCR bulguları benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Modele dahil edilen tüm değişkenlerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde negatif etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketimini negatif yönde etkilemesi, Ar-Ge yatırımları açısından finansal yetersizliğin olması ya da yeterince bu konuda duyarlılık sahibi olunmaması ile açıklanabilmektedir. Diğer yandan analiz edilen dönemde nüfus artışları göz önüne alındığında, artan nüfusun enerji taleplerinin yenilenebilir enerji ile karşılanamadığı değerlendirilmektedir. Başka bir ifade ile artan yenilenebilir enerji yatırımlarına rağmen, kişi başına düşen miktarda yaşanan düşüş çevresel inovasyon faaliyetleri ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisinin ters yönlü olmasına yol açabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan artan enerji taleplerinin daha çok fosil yakıtlardan elde edilen enerji kaynaklarından elde edilmesi de bu durumun sebepleri arasında değerlendirilebilir. Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini azaltması enerji kaynakları içerisinde fosil yakıt tüketiminin önemli bir paya sahip olmasına dayandırılmaktadır. Diğer yandan yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına rağmen nüfus artışı sebebiyle kişi başına düşen oranın artmaması da bu sonuca sebep olabilmektedir. Politika yapıcıların yeşil büyümeyi öncelikli hedef olarak belirlememesi, sermaye birikimlerinin temiz ekonomik büyüme çerçevesinde temiz enerji kaynaklarına yönlendirilme sürecinin yeterince derinleşmemesi de bu sonucu ortaya koyabilmektedir. DYY’nin yenilenebilir enerji tüketimini azaltması durumu ise Ar-Ge, inovasyon, teknolojik gelişme gibi yenilikleri destekleyici yatırım eksikliği ile açıklanabilmektedir. Türkiye’ye yapılan DYY’ler sektörel açıdan değerlendirildiğinde gayrimenkul yatırımların önemli bir ağırlığa sahip olduğu görülmektedir. Bu gerçeklikten yola çıkılarak DYY’nin yüksek teknoloji içeren, katma değeri yüksek ürünlere, inovatif faaliyetleri destekleyici nitelikte olmaması bu sonuca yol açabilmektedir. Bu bulgu, DYY ile çevresel kalite arasındaki negatif ilişkiyi ifade eden kirlilik sığınağı hipotezi ile de açıklanabilmektedir. Söz konusu bulgular Cadoret ve Padovano (2016), Mike (2020), Khan vd. (2021), Akyol ve Mete (2021) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Türkiye ekonomisine ilişkin elde edilen bulgular neticesinde

politika yapımcıların yenilenebilir enerji tüketimini artırıcı faaliyetleri teşvik etmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan inovatif faaliyetlerin finansmanının sağlanması için sürdürülebilir ekonomik büyüme hedeflerinin gerçekleştirilmesinin önemli olduğu değerlendirilmektedir. Söz konusu sonuçlar, çevresel inovasyonun başlangıçta maliyet dezavantajı, negatif ölçek ekonomisi gibi durumları aşarak yenilenebilir enerjiyi destekleyecek bir etkiye sahip olabileceği değerlendirilmektedir. Bu açıdan gerek ilgili bakanlıklara gerek TÜBİTAK ve üniversitelere önemli görevler düşmektedir. Söz konusu sonuçlarda görülen negatif etkilerde, ilgili değişkenlerin yeterince derinliğe sahip olmaması da önemli rol oynamaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının destekleneceği DYY, çevresel inovatif faaliyetler ve yeşil büyüme sürecinin önemli olduğu düşünülmektedir. Söz konusu değişkenler üzerinde özel olarak durularak hem söz konusu alanlardaki finansman eksikliğinin giderileceği hem de orta ve uzun dönemde maliyet avantajı elde edileceği değerlendirilmektedir. Bu çalışmayı takip eden araştırmalarda, çevresel inovasyon derecesi yüksek gelişmiş ülke ekonomileri ve gelişmekte olan ülke grubu için panel veri analizi yapılarak karşılaştırmalı sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca yüksek katma değerli ürün, inovasyon ve yeşil enerji yatırımlarına yönelik DYY elde eden ülke ekonomileri analiz edilerek, Türkiye ile kıyaslamalar yapılabilir. Böylece gelişmiş ülkeler ve Türkiye'nin de aralarında bulunduğu gelişmekte olan ülke ekonomileri için daha geniş politika önerileri ortaya konulabileceği düşünülmektedir.

## **KAYNAKÇA**

Akintande, O. J., Olubusoye, O. E., Adenikinju, A.F. & Olanrewaju, B.T. (2020). "Modeling the Determinants of Renewable Energy Consumption: Evidence from the Five Most Populous Nations in Africa, *Energy*, 206, 1-11.

Akyol, M. & Mete, E. (2021a). "Çevresel Teknolojik İnovasyonların CO<sub>2</sub> Emisyonu Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Örneği", *İstanbul İktisat Dergisi*, 71(2), 569-590.

Akyol, M. & Mete, E. (2021b). "Çevresel İnovasyon, Ekonomik Büyüme ve Doğrudan Yabancı Yatırımların Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerine Etkisi", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (48), 393-406.

Apergis, N., Payne J. E., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). "On the Causal Dynamics Between Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy, and Economic Growth", *Ecological Economics*, 69, 2255-2260.

Assi, A. F., Isiksal, A. Z. & Tursoy, T. (2021). "Renewable Energy Consumption, Financial Development, Environmental Pollution, and Innovations in the ASEAN+3 Group: Evidence from (P-ARDL) Model", *Renewable Energy*, 165, 689-700.

Banerjee, A. Dolado, J. & Mestre, R. (1998). "Error-Correction Mechanism Tests for Cointegration in a Single-Equation Framework", *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267-283.

Brown, R. L., Durbin, J. & Evans, J. M. (1975). "Techniques for Testing the Constancy of Regression Relations Over Time", *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 37, 149-92.

Cadoret, I. & Padovano, F. (2016). "The Political Drivers of Renewable Energies Policies". *Energy Economics*, 56, 261-269.

Carrión-Flores, C. E., & Innes, R. (2010). "Environmental Innovation and Environmental Performance". *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(1), 27-42.

Çiftçi, C. & Aykaç, G. (2011). "İçsel Büyüme Modelleri ve Küreselleşme Sürecinde Gelişmekte Olan Ülkelerin Konumları", *Sosyoekonomi*, 14 (14), 159-180.

Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root". *Journal of the American Statistical Association*, 74-366, 427-431.

Doğan, E. & Doğan, B. Ö. (2021). "Finansal Gelişme ve İnovasyon, Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Üretimini Artırıyor mu?", *Turkish Studies - Economy*, 16(2), 783-797.

Duran, M. S. (2020). "*BRICS-T Ülkelerinde Enerji Tüketiminin Belirleyicileri: Ekonometrik Bir Uygulama*", Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Ekinci, A. (2011). "Doğrudan Yabancı Yatırımların Ekonomik Büyüme ve İstihdama Etkisi: Türkiye Uygulaması (1980-2010)", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 71-96.

Emirmahmutoğlu, F. ve Köse, N. (2011). "Testing for Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels", *Economic Modelling*, 28(3), 870-876.

Engle, R. F. & Granger, C. W. J. (1987). "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, 55, 251-276.

Erdinç, Z. & Aydınbaş, G. (2020). "Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Belirleyicileri Üzerine Panel Veri Analizi", *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6(24), 346-358.

Gengenbach, C., Urbain, J. P. & Westerlund, J. (2008). "Panel Error Correction Testing with Global Stochastic Trends (Updated Version of Research Memorandum 2008-051). Maastricht: METEOR, Maastricht Research School of Economics of Technology and Organization.

Gujarati, D. (1999). Temel Ekonometri. (Çevirenler: Ümit ŞENESEN,



Gülay Günlük ŞENESEN), İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Hansen, B. E. & Phillips, P. C. B. (1990). "Estimation and Inference in Models of Cointegration: a Simulation Study", *Advances in Econometrics*, 8, 225-248.

Hashmi, R. & Alam, K. (2019). "Dynamic Relationship Among Environmental Regulation, Innovation, CO2 Emissions, Population, and Economic Growth in OECD Countries: A Panel Investigation", *Journal of Cleaner Production*, 231, 1100-1109.

IRENA. (2022). International Renewable Energy Agency <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=16>, (Erişim Tarihi: 12.02.2022).

Johansen, S. & Juselius, K. (1990). "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.

Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J. & Kui, Z. (2021). "Impact of Technological Innovation, Financial Development and Foreign Direct Investment on Renewable Energy, Non-Renewable Energy and the Environment in Belt & Road Initiative Countries", *Renewable Energy*, 171, 479-491.

Kıratoğlu, E. & Dinçel, İ. Y. (2021). "Türkiye'de İç Göç Olgusunun Todaro Paradoksu Çerçevesinde Analizi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı", *İstanbul İktisat Dergisi*, 71(2), 527-548.

Li, J., Zhang, X., Ali, S. & Khan, Z. (2020). "Eco-innovation and Energy Productivity: New Determinants of Renewable Energy Consumption", *Journal of Environmental Management*, 271, 1-7.

Lin, B. & Moubarak, M. (2014). "Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus for China", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 111-117.

Lin, B., Omoju, O. E., Nwakeze, N. M., Okonkwo, J. U. & Megbowon, E. T. (2016). "Is the Environmental Kuznets Curve Hypothesis a Sound Basis for Environmental Policy in Africa?", *Journal of Cleaner Production*, 133, 712-724.

Marques, A. C. & Fuinhas, J.A. (2011). "Drivers Promoting Renewable Energy: A Dynamic Panel Approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1601-1608.

Mike, F. (2020). "Kirlilik Sığınağı Hipotezi Türkiye İçin Geçerli mi? ARDL Sınır Testi Yaklaşımından Bulgular". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 21(2), 107-121.

Narayan, S. & Narayan, P. P. (2004). "Determinats of Demand of Fiji's Exports: an Empirical Investigation", *The Developing Economics*, 17(1), 95-11.

OECD. (2022). <https://stats.oecd.org/>, (Erişim Tarihi: 01.04.2022).

Özbek, S. & Oğul, B. (2022). “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma”, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 14(26), 35-46.

Park, J. Y. (1992). “Canonical Cointegrating Regressions”, *Econometrica*, 60(1), 119-143.

Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). “Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.

Sadorsky, P. (2009). “Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies”, *Energy Policy*, 37, 4021-4028.

Tuğcu, C. T., Öztürk, I. & Aslan, A. (2012). “Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries”, *Energy Economics*, 34, 1942-1950.

Wang, J., Zhang, S. & Zhang, Q. (2021). “The Relationship of Renewable Energy Consumption to Financial Development and Economic Growth in China”, *Renewable Energy*, 170, 897-904.

WDI. (2022). World Bank Indicators. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>, (Erişim Tarihi: 01.01.2022).

Yardımcı, P. (2006). “İçsel Büyüme Modelleri ve Türkiye ekonomisinde İçsel Büyümenin Dinamikleri”, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, (1), 96-114.

Zhao, X., Ma, Q. & Yang, R. (2013). “Factors Influencing CO<sub>2</sub> Emissions in China's Power Industry: Co-Integration Analysis”, *Energy Policy*, 57, 89-98.