

PAPER DETAILS

TITLE: IN VE HINDISTAN EKONOMILERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMI-ÇEVRESEL
BOZULMA İLİSKİSİ: BİR BOOTSTRAP ESBÜTÜNLESME ANALİZİ

AUTHORS: Aycan Can, Murat etin

PAGES: 581-596

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3683948>

**ÇİN VE HİNDİSTAN EKONOMİLERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ
KULLANIMI-ÇEVRESEL BOZULMA İLİŞKİSİ: BİR BOOTSTRAP
EŞBÜTÜNLEŞME ANALİZİ¹**

**THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY USE AND
ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE ECONOMIES OF CHINA
AND INDIA: A BOOTSTRAP COINTEGRATION ANALYSIS**

Murat ÇETİN*, Aycan CAN**

*Geliş Tarihi: 25.01.2024
(Received)*

*Kabul Tarihi: 04.07.2024
(Accepted)*

ÖZ: İklim değişikliği günümüzde tüm dünya ülkelerinin karşı karşıya olduğu en büyük zorluktur. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin (SKH) 13. hedefi, diğerlerinin yanı sıra, iklim değişikliği ve sonuçlarına karşı acil önlemler alınmasını amaçlamaktadır. Küresel emisyon artışıdaki düşüşün bir parçası da yenilenebilir enerji kullanımındaki artış olmuştur. Bu çalışma, Çin ve Hindistan ekonomileri için 1990-2019 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki ilişki Bootstrap ARDL sınır testi yöntemiyle analiz etmektedir. Ampirik analizde uzun dönem katsayılarının tahmini için dinamik en küçük kareler (DOLS) tekniği kullanılmıştır. Sonuçlar, Çin ve Hindistan'da eş bütünleşmenin varlığını kanıtlamaktadır. Uzun dönem tahminleri ise yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulmayı azalttığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Çevresel Bozulma, Bootstrap ARDL Sınır Testi.

ABSTRACT: Climate change is the greatest challenge facing all countries of the world today. Target 13 of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) aims, inter alia, to take urgent measures against climate change and its consequences. Part of the decline in global emissions growth has been the increase in the use of renewable energy. This study analyses the relationship between renewable energy consumption and environmental degradation for the Chinese and Indian economies over the period 1990-2019 using the Bootstrap ARDL bounds test method. In the empirical analysis, the dynamic least squares (DOLS) technique is used to estimate the long-run coefficients. The results prove the existence of cointegration in China and India. Long-run estimates show that renewable energy consumption reduces environmental degradation.

¹Bu makale, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde "Seçilmiş Yeni Gelişen Ekonomilerde Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Çevresel Bozulma Üzerindeki Etkisi: Bootstrap ARDL Sınır Testinden Ampirik Kanıtlar" isimli doktora tez çalışmasından türetilmiştir.

*Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, mcerin@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7886-4162.

**Dr., aycancan1903@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4703-4510.



OPEN ACCESS

© Copyright 2024 Çetin & Can

Key Words: Renewable Energy Consumption, Environmental Degradation, Bootstrap ARDL Bounds Test.

EXTENDED ABSTRACT

Environmental degradation has long been considered one of the biggest environmental debates. According to the European Union's Joint Research Center, 90% of recorded fossil fuel combustion contributes to global environmental degradation. Olivier et al. (2012) show that both developed and developing countries are responsible for global environmental degradation. According to the U.S. Information Agency, reserves and usage of renewable energy sources are rapidly increasing. It also states that the use of renewable energy will increase from 10% to 14% from 2008 to 2035. Research suggests that the use of renewable energy can contribute to both energy security and solving environmental degradation problems

There is a consensus on the use of renewable energy sources to reduce environmental impact. A better understanding of the relationship between natural resources, economic growth, and environmental degradation will not only help government officials and policy makers limit environmental degradation, but will also help develop the renewable energy industry. Although there is a large body of literature that has investigated the relationship between natural resources and economic growth, there are fewer studies that have investigated the relationship between natural resources and environmental degradation compared to other literature. Empirical findings are also quite diverse. As is well known, China and India have high CO₂ emissions and face serious environmental problems. For this reason, the governments of China and India are committed to reducing CO₂ emissions and tend to develop important policies to combat environmental pollution.

In addition, FDI inflows focusing on renewable energy help to reduce environmental pollution by serving to eliminate the negative impacts of the production process on the environment, which can ultimately make a positive contribution to human health. FDI inflows can be said to cause both scale and composition effects. While the scale effect characterizes the pollution emission resulting from the expansion of production, the composition effect refers to the change in the country's production model towards more efficient production areas. In light of the above considerations, this study raises the following research questions:

1. Can renewable energy sources play an important function in preventing environmental degradation in these economies?
2. Can FDI inflows in the Chinese and Indian economies be used to combat environmental pollution?
3. What kind of policies can be developed to solve environmental problems in emerging economies?

Considering these research questions, this study empirically investigates the impact of renewable energy consumption on environmental degradation in China and India during the period 1990-2019. To analyze the relationship between these variables, this study uses annual time series data along with a Bootstrap ARDL boundary test co-integration approach and DOLS estimator. The most important contribution of this study to the literature is that it provides an improved version of Mc Nown et al (2018) developed Bootstrap ARDL bounds tests. He is one of the latest cointegration tests. The most important difference between this

test and the traditional ARDL limits test is that it is a relatively new version. The classic ARDL limits test assumes that there is no feedback between the dependent and independent variables. Therefore, the endogeneity problem occurs in the classic ARDL test. To solve this problem, Mc Nown et al. (2018) developed the Bootstrap ARDL method. Sam et al. (2019) also improved this technique. Finally, the new Bootstrap ARDL procedure is provided by Bertelli et al. (2022). In this new test, the regressors use a different approach to estimate the marginal VECM. They also show that this new test outperforms the bounds tests and the asymptotic F test. Therefore, it will be possible to reach more reliable cointegration results.

1. GİRİŞ

Enerji, ekonomik kalkınmada ve bireylerin refahını önemli ölçüde artıran hayati hizmetlerin sağlanmasında kilit bir faktördür. Geleneksel olarak enerji, ekonomik ilerlemenin motoru olarak görülmüştür. Enerji hem kaynak kullanımı hem de kirlilik açısından çevre üzerinde büyük baskılara yol açmıştır. Enerji kullanımının ayrıştırılması, sürdürülebilir kalkınmada büyük zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle uzun vadeli refah ve sürekli kalkınma hedefleri, enerji verimliliğindeki kazanımlar ve yenilenebilir kaynakların çevre dostu kullanımına geçiş yoluyla olmalıdır. Ancak, çevre dostu enerji ürünlerine sınırlı erişim, gelişmekte olan ve az gelişmiş birçok ekonomide ciddi bir kısıtlamadır.

Son yıllarda dünyanın birçok ülkesinde doğrudan yabancı yatırım (DYY) alan ülkeler, yüksek seviyedeki hava kirliliği nedeniyle hava kalitesinin bozulması tehlikesi ile karşı karşıyadır. Kötü hava kalitesi akciğer kanseri, kalp hastalığı, kronik felç riski ve astım gibi akut solunum yolu hastalıklarına yol açabilir. Karbondioksit (CO_2) ve azot dioksit (NO_2) gibi tehlikeli gazların emisyonlarının küresel çevre ve insan sağlığı üzerinde ciddi etkileri olduğu tartışılmaz bir gerçektir.

Son iki yüzyıl boyunca insan faaliyetleri atmosferdeki Sera Gazı (GHG) emisyonlarının konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırmıştır. En önemli artış, normalde fosil yakıtlar yakıldığında salınan CO_2 'dir. 19. yüzyıldan önceki 10.000 yıl boyunca birikmiş CO_2 emisyon seviyesi milyonda 260 ile 290 parça (ppm) arasında kalmış ancak daha sonra aniden artmaya başlamıştır. Şu anda birikmiş CO_2 seviyesi 385 ppm'in üzerindedir ve her yıl ortalama 2 ppm artmaktadır (IPCC, 2007). Sera gazları atmosferdeki ısıyı hapseden bir kirlilik örtüsü oluşturarak fırtınalar, kuraklıklar, seller, sıcak hava dalgaları ve yükselen deniz seviyeleri gibi şiddetli doğa olayları ile karakterize edilen iklim istikrarsızlığına neden olmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'ye göre, iklim değişikliğinin beklenen en kötü etkilerini önlemek için küresel sera gazı emisyonlarının 2050 yılına kadar %80 oranında azalması gerekmektedir (Magazzino vd., 2022).

Çevresel bozulmayı azaltmada yenilenebilir enerji seçeneklerinin (güneş, hidroelektrik, rüzgâr ve biyokütle) teknolojik ilerlemesini ve maliyet etkinliğini keşfetmeye yönelik artan bir ilgi vardır. Yenilenebilir enerji kaynakları, çevre ve ekonomik büyümeden ödün vermeden artan enerji üretimi taleplerini karşılama potansiyeline sahiptir. Fosil yakıtların aksine tükenmez olup yayılma etkileri

yaratmaktadır. Ayrıca, geleneksel enerji üretim kaynaklarının neden olduğu termal kirlilik de önlenebilmektedir (Majeed ve Luni, 2019).

Çevresel bozulma giderek küresel bir sorun haline geldiğinden, bu sorunun ele alınması küresel düzeyde ampirik yaklaşımların önemini artırmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma çevresel bozulmanın yoğun olarak yaşandığı ülkelerden olan Çin ve Hindistan için 1990-2019 veri döneminde yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulma üzerindeki etkisini araştırarak çevresel bozulmayı azaltıcı politika önerilerinin geliştirilmesine imkân sunmaktadır.

2. AMPİRİK LİTERATÜR

Yenilenebilir enerjinin birçok ülkede hızla yaygınlaşması sayesinde, yenilenebilir enerji tüketiminin rolünün hem çevresel kaliteyi hem de ekonomik kalkınmayı ülke, bölge ve küresel düzeyde nasıl etkilediğini araştıran çalışmaların sayısı giderek artmaktadır. Mevcut literatür, farklı ülkeler için enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiye ışık tutmaktadır. Apergis ve Payne (2009), 1971-2004 döneminde altı Orta Amerika ülkesi için CO₂ çıkışlarını, enerji tüketimi ve enerji verimliliğini analiz ederek Ang'in (2007) çalışmasını genişletmiştir. Panel vektör hata düzeltme modeli altında CO₂, enerji kullanımı ve verim arasında nedensel ilişki gözlemlenmiştir. Kısa dönem analizi, enerji tüketimi ve reel üretimden CO₂ salınımına doğru tek yönlü nedensellik ortaya koyarken, enerji kullanımı ve reel üretim arasında çift yönlü nedensellik gözlemlenmiştir. Ancak, uzun dönemde çift yönlü nedensel ilişki mevcuttur.

Menyah ve Wolde-Rufael (2010), 1960-2007 döneminde ABD'de CO₂ emisyonları, yenilenebilir enerji, nükleer enerji ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmak için Toda ve Yamamoto (1995) testini kullanmıştır. Araştırmaları, nükleer enerji üretiminden daha düşük karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu doğrulayarak, yenilenemeyen enerji üretiminin hem çevre hem de ekonomi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu teorisini destekleyen kanıtlar bulmuştur. İkinci önemli sonuç ise CO₂ emisyonlarından yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliktir.

Shahbaz vd. (2012) Pakistan'da kapsamlı bir çalışma yürüterek enerji literatüründeki boşluğu doldurmaya çalışmıştır. Elde ettikleri sonuçlar, 1971-2009 döneminde Pakistan'da CO₂ emisyonları, enerji tüketimi, finansal gelişme ve ticari açıklık arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar ayrıca Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) spekülasyonunun varlığını ortaya koymuştur. Ayrıca, ekonomik büyümeden CO₂ çıkışlarına doğru çift yönlü nedensel ilişki de tespit edilmiştir. Enerji tüketimi ise kısa ve uzun vadede CO₂ emisyonlarını artırma eğilimindedir. Öte yandan, ticari açıklık uzun vadede CO₂ çıkışını azaltmaktadır, ancak bu ilişki kısa vadede önemsizdir. Benzer şekilde, CO₂ çıkışlarının kısa dönemden uzun döneme değişimi yıllık bazda yaklaşık %10 olarak raporlanmıştır.

Shafiei ve Salim (2014) tarafından yapılan bir vaka çalışması, 1980-2011 dönemi boyunca nüfus, refah ve teknoloji regresyonu ile stokastik etkiler modelini (STIRPAT modeli) kullanarak OECD ülkeleri arasında yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar, CO₂ emisyonları ile kentleşme arasında bir Çevresel Kuznets Eğrisinin varlığını desteklemekte ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarını azalttığı, buna karşın yenilenemeyen enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarını artırdığı teorisini desteklemektedir. Bu sonuçlar, politika yapımcıların yeni yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırımı teşvik etmek için etkili destek politikaları tasarlamaları ve geliştirmeleri gerektiği anlamına gelmektedir.

Akhmat vd. (2014) Güney Asya Bölgesel İş Birliği (SAARC) ülkelerinde, özellikle Bangladeş, Hindistan, Nepal, Pakistan ve Sri Lanka'da, 1975-2011 döneminde enerji tüketimi ve ekolojik kirleticiler arasındaki nedensel ilişkiyi analiz etmiştir. Sonuçlar, kullanılan enerjinin SAARC ülkelerinde ekolojik kirleticilerin artmasında önemli bir etken olduğunu göstermiştir. Enerji tüketiminden çevresel kirliliğe doğru çift yönlü nedensellik gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, CO₂ ve enerji tüketimi arasında çift yönlü nedenselliğin gözlemlendiği Nepal'de CO₂ dışarı için istisnalar vardı. Metan emisyonu ile enerji kullanımı arasında nedensel bir ilişki olmadığı hipotezi Bangladeş, Pakistan ve Sri Lanka'da gözlemlenmiştir. Varyans ayrıştırma incelemesi çevresel göstergelerin elektrik tüketimindeki değişikliklere katkısını göstermiştir. Son olarak, Hindistan'da yağış, Pakistan'da metan emisyonu ve Sri Lanka'da zorlayıcı sıcaklık da ekolojik kirliliğe en fazla katkıda bulunan faktörler arasında görülmüştür.

Özcan (2015), Brezilya, 1971-2008 döneminde Hindistan, Çin ile Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmektedir. Analiz sonuçlarına göre, Brezilya, Hindistan, Çin ve Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ve bununla birlikte uzun dönemde ekonomik büyüme ile enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Albayrak ve Gökçe (2016), 1975-2020 döneminde Türkiye'de CO₂ salınımı, kişi başına düşen reel gelir, kişi başına düşen reel gelirin karesi, enerji kullanımı ve dışa açıklık değişkenleri kullanılarak ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmiştir. Analiz sonucuna göre; Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ve çevre kirliliği ile gelir arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu saptanmıştır. Martino ve Nguyen-Van (2016) ise, 1970-2010 döneminde Türkiye'nin de dâhil olduğu yüz altı ülke için panel veri analizi ile ÇKE hipotezinin varlığını sınamaktadır. Analiz sonucuna göre; Türkiye'nin de dâhil olduğu 106 ülke için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı saptanmıştır.

Yurtkuran (2020), 1971-2014 döneminde Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını analiz etmektedir. Çevresel kirliliğin gayri safi yurtiçi hâsıla, enerji tüketimi, ihracat, ithalat, finansal gelişme, endüstrileşme ile kentleşme değişkenleri

alınarak Uzun dönemde Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model (ARDL) yaklaşımı ile incelenmiştir. Analiz sonucuna göre; Türkiye’de kısa ve uzun dönemde gayri safi yurtiçi hâsıla ile karbondioksit emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu hatta ÇKE hipotezinin geçerli olduğu saptanmıştır

Literatürde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi nasıl artırdığına odaklanmıştır. Ekonomi literatüründeki yeni eğilim hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomi üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Ancak çevresel bozulma, yenilenebilir ve/veya yenilenemeyen enerji ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiye odaklanan az sayıda çalışma vardır (Belaid ve Youssef, 2017). Chopra vd. (2022), CO₂ emisyonlarının ASEAN ülkelerinde tarımsal verimliliği azalttığını vurgulamıştır. Magazzino vd. (2020), ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz etkilerden kaçınmak için İsviçre’de nükleer enerjinin terk edilmesine yol açacak sürecin dikkatli bir şekilde analiz edilmesini önermektedir.

Mongo vd. (2021), 23 yıllık bir dönemde 15 Avrupa ülkesi için çevresel yeniliklerin, yenilenebilir enerji tüketiminin, kişi başına düşen GSYH’nin ve ekonomik açıklık derecesinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini değerlendirmek üzere bir gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (ARDL) modeli uygulamıştır. Sonuçlar, uzun vadede çevresel yeniliklerin CO₂ emisyonlarını azaltma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Kapçak (2023), Türkiye ekonomisi için 1980-2019 döneminde doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi saklı eşbütünleşme yöntemiyle analiz etmiştir. Sonuçlar, doğrudan yabancı yatırımlardan yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir asimetrik nedenselliğin varlığını tespit etmektedir.

3. EKONOMETRİK MODEL, VERİ SETİ ve METODOLOJİ

Bu çalışmada Çin ve Hindistan ekonomileri için yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulma üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Literatürde çevre kirliliği üzerinde etkili olan en önemli değişkenlerden biri ekonomik büyüme olduğundan dolayı modele ekonomik büyüme değişkeni de eklenmiştir. Model denklemi aşağıda yer almaktadır:

$$\ln CO_{2t} = \gamma_0 + \gamma_1 \ln GDP_t + \gamma_2 \ln FDI_{it} + \gamma_3 \ln RENE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Tablo 1, çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin ayrıntılı bilgilerini açıklamaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler, CO₂’nin bağımlı değişken olduğu bir ARDL modeli aracılığıyla incelenmiştir. Modelde kullanılan değişkenlerden CO₂ emisyonları, doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme verileri Dünya Bankası (WB), yenilenebilir enerji tüketimi verileri ise OECD veri tabanından elde edilerek 1990-2019 dönemi yıllık verileri oluşturulmuştur ve veriler logaritmik olarak kullanılmıştır.

Çalışmada 3 aşamalı bir metodoloji uygulanmıştır. Birinci aşama ADF testi ile birim kök analizini içermektedir. Dickey-Fuller (1981) tarafından geliştirilen ADF testi, bir zaman serisinin durağanlığını test etmek için uygun yöntem olan birim kök testlerinden biridir. ADF testi, modele yüksek dereceli regresif süreci dahil etmektedir. İkinci aşama değişkenler arasındaki eşbütünleşmenin Bertelli vd. (2022) tarafından geliştirilen yeni Bootstrap ARDL sınır testi ile incelenmesini kapsamaktadır. Geleneksel ARDL modeli ve sınır testleri Pesaran vd. (2001) çalışmasının başlangıç noktası p mertebesinde bir $(K + 1)$ VAR modelidir. McNown vd. (2018) ise, ARDL sınır testlerinin performansını değerlendirmek ve sonuçsuz çıkarım sorununun üstesinden gelmek için F ve t testlerinin önyüklemesini önermektedir. McNown vd. (2018), Monte Carlo simülasyonlarını kullanarak Bootstrap testlerinin güç ve boyut açısından iyi performans gösterdiğini ve ARDL testlerinin gösterdiği en ciddi boyut bozulmalarının üstesinden geldiğini ispat etmektedir. Bertelli vd. (2022) ise, sırasıyla Vaka II ve Vaka III olarak adlandırılan, trendin olmadığı ve kısıtlı ya da kısıtlanmamış kesişimin olduğu ARDL modellerine odaklanmaktadır. Son aşama ise her bir değişkenin katsayısının DOLS tekniği ile tahminine odaklanır. Stock ve Watson (1993) tarafından geliştirilen DOLS tekniği, eşbütünleşme denkleminde geri besleme etkilerini ortadan kaldıran, asimtotik olarak etkin bir tahmin edici ortaya koymaktadır.

Tablo 1: Değişkenler ve Tanımları

Değişkenler	Ölçü
CO ₂ Emisyonları	CO ₂ Emisyonları Kişi Başına (Metrik ton)
Doğrudan Yabancı Yatırımlar	Net Yatırım Girişleri (GSYH'nin %'si)
Ekonomik Büyüme	Kişi Başına GDP (2015 ABD Doları)
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Toplam Nihai Enerji Tüketiminin %'si

4. AMPİRİK BULGULAR

Ekonometrik analizden elde edilen bulgular, tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi, durağanlık analizi, Bootstrap ARDL eşbütünleşme analizi ve katsayı tahminlerinden elde edilen sonuçlar olarak sıralanmaktadır.

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

Tablo 2'de, Çin için tanımlayıcı istatistikler aynı şekilde Tablo 3' de ise Hindistan için tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Tablo 2. Çin İçin Tanımlayıcı İstatistikler (1990-2019)

	lnCo ₂	lnFDI	lnGDP	lnRENE
Mean	0.607	3.363	3.517	1.294
Median	0.623	3.500	3.508	1.273
Maximum	0.881	6.187	4.007	1.533
Minimum	0.282	0.966	2.957	1.055
Std. Dev.	0.217	1.379	0.326	0.183
Skewness	-0.041	-0.009	-0.087	-0.005
Kurtosis	1.356	2.384	1.737	1.245
Jarque-Bera	3.384	0.473	2.030	3.849
Probability	0.184	0.789	0.362	0.145
Sum	18.224	100.910	105.514	38.848
Sum Sq. Dev.	1.367	55.193	3.090	0.977
Observations	30	30	30	30

Tablo 3: Hindistan İçin Tanımlayıcı İstatistikler (1990-2019)

	lnCo ₂	lnFDI	lnGDP	lnRENE
Mean	6.077	1.215	2.981	1.636
Median	6.046	1.034	2.966	1.648
Maximum	6.390	3.621	3.293	1.768
Minimum	5.751	0.027	2.722	1.511
Std. Dev.	0.204	0.849	0.181	0.090
Skewness	0.087	0.703	0.190	-0.018
Kurtosis	1.679	3.315	1.793	1.512
Jarque-Bera	2.219	2.595	2.001	2.766
Probability	0.329	0.273	0.367	0.250
Sum	182.323	36.471	89.457	49.094
Sum Sq. Dev.	1.218	20.935	0.952	0.237
Observations	30	30	30	30

1990'dan 2019'a kadar 30 gözlemin veri seti için ele alınan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin oluşturduğu korelasyon matrisleri ise Tablo 4 ve 5'te gösterilmektedir. Sonuçlar her iki ülkede de ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonları ile pozitif korelasyonlu olduğunu göstermektedir.

Tablo 4: Çin İçin Korelasyon Matrisi

	lnCo ₂	lnFDI	lnGDP	lnRENE
lnCo ₂	1.000	-0.363	0.982	0.984
lnGDP	0.982	1.000	1.000	0.942
lnRENE	0.984	0.386	0.942	1.000
0.330				

Tablo 5: Hindistan İçin Korelasyon Matrisi

	lnCo ₂	lnFDI	lnGDP	lnRENE
lnCo ₂	1.000	0.741	0.995	0.992
lnGDP	0.995	1.000	1.000	0.985
lnRENE	0.992	0.726	0.985	1.000
0.758				

4.2. Birim Kök Test Sonuçları

Çalışmada Çin ve Hindistan ekonomilerine ilişkin değişkenlerin birim kök sonuçları, serilerin düzey değerleri ve birinci farkları alındığında, CO₂ emisyonları, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketiminin birinci farkta durağan olduğunu tespit etmektedir.

Tablo 6: ADF Birim Kök Sonuçları

	Düzye Değerleri		Birinci Fark Değerleri	
	Test istatistiği	P-value	Test istatistiği	P-value
Panel 1: Çin				
lnCo ₂	-0.983	0.744	-2.648	0.095
lnFDI	-2.043	0.267	-4.175	0.003
lnRENE	-1.450	0.543	-1.796	0.037
lnGDP	-2.170	0.220	-1.725	0.040
Panel 2: Hindistan				
lnCo ₂	-5.766	0.871	-4.751	0.000
lnFDI	-1.899	0.328	-6.019	0.000
lnRENE	-0.650	0.843	-4.703	0.000
lnGDP	2.035	0.999	-5.085	0.000

4.3. Bootstrap ARDL Test Sonuçları

Yeni Bootstrap ARDL modeli, standart ARDL ile standart olmayan ARDL arasında katsayı değişimlerinin ne şekilde ele alındığını ortaya koymaktadır. Tablo 7’de Bootstrap ARDL eşbütünleşme testi sonuçları yer almaktadır. Elde edilen bulgular Çin için bağımlı değişken CO₂ emisyonlarının diğer değişkenlerle (ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi) arasında bir eşbütünleşmenin olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 8 de yer alan sonuçlar ise yine aynı şekilde Hindistan için bağımlı değişken CO₂ emisyonlarının diğer değişkenlerle (ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi) arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığını işaret etmektedir.

Tablo 7: Çin İçin Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find(UC)
VAKA	İSTATİSTİK	4.621	6.819	-2.170	-3.264	5.403	10.500
II	I (0) 5%	3.272	5.018	-	-	-	-
	I (1) 5%	4.306	6.380	-	-	-	-
	Önyükleme Kritik Değeri (%5)	6.670	5.770	-2.350	-1.380	5.900	6.430
VAKA	İSTATİSTİK	4.909	8.262	-2.17	-3.264	5.403	10.500
III	I (0) 5%	3.71	3.71	-2.86	-2.86	2.96	2.96
	I (1) 5%	5.02	5.02	-3.78	-3.78	5.14	5.14
	Önyükleme Kritik Değeri (%5)	6.80	6.380	-3.510	-1.450	6.260	6.420

Tablo 8: Hindistan İçin Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find(UC)
VAKA	İSTATİSTİK	1.647	6.024	-1.845	-1.449	2.207	3.331
II	I (0) 5%	3.272	3.272	-	-	-	-
	I (1) 5%	4.306	4.306	-	-	-	-
	Önyükleme Kritik Değeri (%5)	5.040	4.030	-3.660	-2.920	6.730	4.520
VAKA	İSTATİSTİK	1.744	2.520	-1.845	-1.449	2.207	3.331
III	I (0) 5%	3.71	3.71	-2.86	-2.86	2.96	2.96
	I (1) 5%	5.018	5.018	-3.78	-3.78	5.14	5.14
	Önyükleme Kritik Değeri (%5)	5.390	3.560	-3.740	-3.130	6.340	4.400

4.4. DOLS Tahmin Sonuçları

Çalışmada son olarak değişkenlerin katsayıları DOLS tahmin tekniği ile araştırılmaktadır. Tablo 9 Çin için DOLS tahmin sonuçlarını göstermektedir. lnRENE ve lnFDI katsayıları negatif ve anlamlıdır. Bu sonuçlar, lnRENE değişkenindeki %1'lik bir artışın CO₂ emisyonlarında %0.465'lik bir azalışa, lnFDI değişkenindeki %1'lik bir artışın CO₂ emisyonlarında %0.031'lik bir azalışa neden olacağını göstermektedir. Bu sonuç literatürde yenilenebilir enerji kullanımının çevreye duyarlı enerji kaynakları olmasından dolayı çevre kirliliğini azaltır görüşü ile açıklanabilir. Ayrıca doğrudan yabancı yatırımlar da bu yatırımları alan ülkeye yeni teknolojiler getirmesi ya da mevcut endüstrilere çevre ile uyumlu etkiler yapması şeklindeki teorik açıklamalar ile uyumlu gözükmemektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının Co2 emisyonlarını azalttığı şeklindeki bulgumuz Kwakwa ve Alhassan (2018)'nin Gana ekonomisi için elde ettiği bulgu ile benzerlik arz eder. Bu bulgu aynı zamanda Ali vd. (2022)'nin Güney Afrika için, Mentel vd. (2022)'nin

Sahra Altı Afrika için, Edziah vd. (2022)'nin Afrika için sunduğu kanıtlar ile desteklenmektedir.

DYY'nin Co2 emisyonlarını azalttığı şeklindeki bulgumuz seçilmiş 21 ülke için Marques ve Caetano (2020)'nin, Çin için Yu ve Xu (2019), un Afrika ülkeleri için Duodu vd. (2022)'nin, G-20 ekonomileri için Musah vd. (2022)'nin sunduğu kanıtlar ile desteklenmektedir.

Fakat lnGDP katsayısı pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Buna göre ise ilgili değişkendeki %1'lik bir artış CO₂ emisyonlarında %0.329'luk bir artış yaratmaktadır. Bu sonuç aslında “klasik ekonomik büyüme yaklaşımının fosil enerji yakıt kullanımını artırarak çevresel kirliliğe neden olur” görüşü ile açıklanabilir. Bu nedenle yeşil büyüme stratejilerine ülkelerin yönelmesi tavsiye edilmektedir. Ekonomik büyümenin Co2 emisyonlarını arttırdığı şeklindeki bulgumuz ise Çin ve Hindistan için Fan ve Hossain (2018)'in, BRICS ve OECD ülkeleri için Nawaz vd. (2021)'nin, Türkiye için Pata (2018)'nin sunduğu kanıtlar ile desteklenmektedir.

Benzer şekilde Tablo 10'daki Hindistan ekonomisi için sunulan DOLS tahmin sonuçlarına göre ise, lnRENE değişkenindeki %1'lik bir artışın CO₂ emisyonlarında %1.242'lik bir azalışa, lnFDI değişkenindeki %1'lik bir artışın ise %0.005'lik azalışa neden olacağı şeklinde bir açıklama yapmak mümkündür. Çin ekonomisinde olduğu gibi yine aynı şekilde lnGDP katsayısı pozitif ve anlamlı olarak bulunmuştur. Dolayısıyla ekonomik büyümedeki %1'lik bir artışın CO₂ emisyonlarında %0.957'lik bir artış yarattığı sonucuna varılmaktadır. Bu bulgular doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji kullanımının çevre kirliliğini azaltıcı, ekonomik büyümenin ise artırıcı bir rolünün olduğunu kanıtlamaktadır.

Tablo 9: Çin İçin DOLS Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	Std. Hata	Olasılık
lnFDI	-0.031	-2.517	0.012	0.086
lnGDP	0.329	47.071	0.007	0.000
lnRENE	-0.465	-11.822	0.039	0.001
R ²	0.999			

Tablo 10: Hindistan İçin DOLS Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	Std. Hata	Olasılık
lnFDI	-0.005	-2.484	0.002	0.027
lnGDP	0.957	7.559	0.126	0.000
lnRENE	-1.242	-4.216	0.294	0.001
R ²	0.997			

SONUÇ ve ÖNERİLER

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma 2030 gündemi, evrensel barış ve özgürlüğü destekleme, yoksulluğu tüm biçimleri ve boyutlarıyla ortadan kaldırma ihtiyacını dikkate alan insanlar, gezegen ve refah için bir eylem programıdır. Bununla birlikte, sadece piyasa ile değil, bir bütün olarak toplumla bağlantılı maliyet ve faydaları sisteme dahil ederek, insan ve ekolojik refaha büyük katkı sağlayacak refah temelli bir ekonomik sistem önerisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Karbondioksit emisyonları, ekonomik büyüme ve sera gazı arasındaki bağlantı, çevre ekonomisinde en çok araştırılan konular arasında yer almaktadır. Bir ülkenin ekonomik kalkınma üzerinde en az olumsuz etkiyle sera gazı emisyonlarını azaltma çabaları, gelecekte sürdürülebilir ekonomik büyümeye ulaşmada önemli bir kilometre taşıdır. Ekonomistler genellikle, bir ülkenin karbon emisyonlarındaki artışın ekonomik kalkınmadaki artışın gerisinde kaldığı durumu göreceli ayrışma olarak adlandırmaktadır. Bu hedefe ulaşmak, yaygın olarak GSYH ilişkisi olarak da adlandırılan emisyonların ampirik bir analizini gerektirir. Bu bağlantı, küresel ekonominin gelişmekte olan ve gelişmiş bölgeleri için hayati önem taşımaktadır. Çünkü bu bölgeler artan küresel ısınmaya en büyük katkıda bulunanlar olarak kabul edilmektedir.

Yenilenebilir enerjilere yatırım yapmak, iklim değişikliğine yönelik riskleri ve belirsizlikleri azaltmak için bir strateji olabileceğinden, gelecek için ekonomik bir sigortayı temsil edebilir. Ekolojik sigorta, ekonomik ve ekolojik kırılganlığın ve/veya direncin değerlendirilmesi ve sosyo-ekolojik sistemlerin uyarlanabilir yönetimi, meteorolojik afetten kaynaklanan zarar riskini azaltabilecek kilit ve etkileşimli unsurları temsil edebilir.

Bu çalışma, Çin ve Hindistan ekonomileri için 1990-2019 yılları arasında yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulma üzerindeki etkisini Bootstrap ARDL sınır testi yöntemiyle araştırmıştır. Ampirik analizden elde edilen sonuçlar Çin ve Hindistan ekonomilerinde uzun dönemde CO_2 , ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ispat etmektedir. Dolayısıyla seçili bu iki ülkede yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulmayı azaltıcı etkisi kanıtlanmıştır. Dolayısıyla bu çalışma Çin ve Hindistan hükümetleri için yenilenebilir enerji tesislerinin kurulmasını destekleyici politikaların artırılması gerektiğini dahası bu doğrultuda kurulacak tesisler için düşük faizli ve uzun vadeli kredilerin sunulması gerektiğini önermektedir. Ayrıca politika yapıcıların özel ve kamu sektörlerinin çevreye duyarlı AR-GE bütçelerini artırıcı ve çevresel vergileri azaltmaya yönelik uygulamalara yönelmesi gerektiğini de önermektedir. Ampirik analizden elde edilen sonuçlar aynı zamanda doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliğini azaltıcı rolünü ortaya koymaktadır. Bu nedenle söz konusu iki ülkede politika yapıcıları çevre kirliliği ile mücadelede DYY girişlerini daha fazla teşvik etmeleri gerekmektedir. Bu ülkeler

DYY girişleri ile çevre dostu teknolojilerin kullanımını teşvik etmelidir.

Etik Beyan

Bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında belirtilen tüm kurallara uyulduğu beyan edilmiştir.

Etik Kurul Onayı

Araştırmanın etik kurul izni gerektirmeyen araştırmalardan olduğu beyan edilmiştir.

Çıkar Çatışması ve Finansal Katkı Beyanı

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması ve finansal katkı beyan edilmemiştir.

Yazarlık Katkı Beyanı

Çalışmanın tüm aşamaları yazarlar tarafından tasarlanmış ve hazırlanmıştır.

KAYNAKÇA

Akhmat, G., Zaman, K., Shukui, T., Abdul Malik, I., Begum, S. & Ahmed, A. (2014). Contemporary Landscape of Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions Leads to Inevitable Phenomena of Low Birthweight. *Environ Sci Pollut Res Int.* 21,15, 9408-14.

Albayrak, E. N., & Gökçe, A. (2015). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi.* 4,2, 279-301.

Ali, M., Tursoy, T., Samour, A., Moyo, D., & Konneh, A. (2022). Testing the Impact of the Gold Price, Oil Price, and Renewable Energy on Carbon Emissions in South Africa: Novel Evidence from Bootstrap ARDL and NARDL Approaches. *Resources Policy.* 79, 102984.

Ang, J. B. (2007). CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy.* 35,10, 4772-4778.

Apergis, N. & Payne, J.E. (2009). Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a Panel Cointegration and Error Correction Model. *Energy Econ.* 31, 211-216.

Bélaïd, F., & Youssef, M. (2017). Environmental Degradation, Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption, and Economic Growth: Assessing the Evidence from Algeria. *Energy policy*, 102, 277-287.

Bertelli, S., Vacca, G. & Zoia, M. (2022). Bootstrap Cointegration Tests in ARDL Models. *Economic Modelling*, 116, 1-15.

Chopra, R., Magazzino, C, Shah, M. I., Sharma, G. D., Rao, A. & Shahzad, U. (2022). The Role of Renewable Energy and Natural Resources for Sustainable Agriculture in Asean Countries: Do Carbon Emissions and Deforestation Affect Agriculture Productivity? *Resources Policy*, 76, 1-18.

Dickey, D.A. & Fuller, W. A. (1981). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49, 1057-72.

Duodu, E., Oteng-Abayie, E. F., Frimpong, P. B., & Takyi, P. O. (2022). The Impact of the Compact with Africa Initiative on Foreign Direct Investments and Environmental Pollution. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, (aheadof-print).

Edziah, B. K., Sun, H., Adom, P. K., Wang, F., & Agyemang, A. O. (2022). The Role of Exogenous Technological Factors and Renewable Energy in Carbon Dioxide Emission Reduction in Sub-Saharan Africa. *Renewable Energy*. 196, 1418-1428.

Fan, H., & Hossain, M. I. (2018). Technological Innovation, Trade Openness, CO₂ Emission and Economic Growth: Comparative Analysis between China and India. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 8,6, 240-257.

Fioramonti, L. Coscieme, R. Costanza, I. Kubiszewski, K. Trebeck, S. Wallis, Roberts, D., Mortensen, L.F., Pickett, K.E., Wilkinson, R., Ragnarsdottir, K.V., McGlade, J., Lovins, H. & De Vogli, R. (2022). Wellbeing Economy: An Effective Paradigm to Mainstream Post-Growth Policies?. *Ecol. Econ.*, 192.

IPCC, (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104.

Kapçak, S. (2023). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ile Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 15,3, 401-420.

Khan, J., Emilsson, K., Fritz, M., Koch, M., Hildingsson, R. & Johansson, H. (2022). Ecological Ceiling and Social floor: Public Support for Eco-Social Policies in Sweden. *Sustain. Sci.*,1-1.

Kwakwa, P. A., & Alhassan, H. (2018). The Effect of Energy and Urbanisation on Carbon Dioxide Emissions: Evidence from Ghana. *OPEC Energy Review*. 42,4, 301-330.

Magazzino, C., Mele, M., & Schneider, N. (2020). The Relationship between Municipal Solid Waste and Greenhouse Gas Emissions: Evidence from Switzerland. *Waste Management*. 113, 508-520.

Marques, A.C. (2020). Caetano, R. The Impact of Foreign Direct Investment on Emission Reduction Targets: Evidence from High- and Middle-Income Countries. *Struct. Change Econ. Dyn.* 55, 107-118.

McNown, R., Sam, C.Y. & Goh, S.K. (2018). Bootstrapping the Autoregressive Distributed Lag Test for Cointegration. *Appl. Econ.* 50,13, 1509-1521.

Majeed, M. T. & Luni, T. (2019). Renewable Energy, Water, and Environmental Degradation: A Global Panel Data Approach, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*. 13,3, 749-778.

Martino, R., & Nguyen-Van, P. (2016). Environmental Kuznets Curve and Environmental Convergence: A Unified Empirical Framework for CO₂ Emissions. *Bureau d'Economie Théorique et Appliquée Working Paper*, 18.

Mentel, U., Wolanin, E., Eshov, M., & Salahodjaev, R. (2022). Industrialization and CO₂ Emissions in Sub-Saharan Africa: The Mitigating Role of Renewable Electricity. *Energies*. 15,3, 946.

Menyah, K. & Y. Wolde, R. (2010). CO₂ Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in The US. *Energy Policy*. 38,6, 2911-2915.

Mongo, M., Belaïd, F. & Ramdani, B. (2021). The Effects of Environmental Innovations on CO₂ Emissions: Empirical Evidence from Europe. *Environ. Sci. Policy*. 118, 1-9.

Muhammad, B., Khan, M. K., Khan, M. I. & Khan, S. (2021). Impact of Foreign Direct Investment, Natural Resources, Renewable Energy Consumption, and Economic Growth on Environmental Degradation: Evidence from BRICS, Developing, Developed and Global Countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 28, 21789–21798.

Musah, M., Mensah, I. A., Alfred, M., Mahmood, H., Murshed, M. & Omari-Sasu, A. Y. (2022). Reinvestigating the Pollution Haven Hypothesis: The Nexus between Foreign Direct Investments And Environmental Quality in G-20 Countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 29,21, 31330–31347.

Nawaz M.A., Hussain M.S., Kamran H.W., Ehsanullah S., Maheen R. & Shair, F. (2021). Trilemma Association of Energy Consumption, Carbon Emission, and Economic Growth of BRICS and OECD Regions: Quantile Regression Estimation, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 28, 16014–16028.

Özcan, B. (2015). ÇKE Hipotezi Yükselen Piyasa Ekonomileri İçin Geçerli Mi? Panel Veri Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 16,1, 1-14.

Pata U.K. (2018). Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO₂ Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks. *J. Clean. Prod.* 187 ,770–779.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*. 16,3, 289-326.

Shafiei, S. & Salim, R.A. (2014). Non-renewable and Renewable Energy Consumption And CO₂ Emissions In OECD Countries: A Comparative Analysis. *Energy Policy*. 66, 547-556.

Shahbaz, M., Zeshan, M. & Afza, T. (2012). Is Energy Consumption Effective to Spur Economic Growth in Pakistan? New Evidence From Bounds Test to Level Relationships and Granger Causality Tests. *Econ. Model.* 29, 2310-2319.

Song, Y., Zhang, M., & Zhou, M., (2019). Study on the Decoupling Relationship Between CO₂ Emissions and Economic Development Based on Two-Dimensional Decoupling Theory: A Case Between China and the United States.

Ecol. Ind. 102, 230–236.

Stock, J.H. & Watson, M.W. (1993) A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated System. *Econometrica*, 61, 783-820. <http://dx.doi.org/10.2307/2951763>.

Toda, H. Y. & Yamamoto, T. (1995), Statistical Inferences In Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*. 66, 225-250.

Valente, D., Miglietta, P.P., Porrini, D., Pasimeni, M.R., Zurlini, G. & Petrosillo, I. (2019). A First Analysis on the Need to Integrate Ecological Aspects into Financial Insurance. *Ecol. Model.* 392, 117–127.

Yu, Y., & Xu, W. (2019). Impact of FDI and R&D on China's Industrial CO2 Emissions Reduction and Trend Prediction. *Atmospheric Pollution Research*. 10,5, 1627-1635.

Yurtkuran, S. (2020). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Testi: Temiz Enerji Tüketimi’nin Rolü. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 22,2, 570-589.