



Testing the Environmental Kuznets Curve Using the Augmented Boundary Test (A-ARDL) in Türkiye: Period 1970-2021

Oğuzhan Demir^{1,a}, Kasım Uludağ^{2,b}, Dilek Özdemir^{3,c*}

¹ Atatürk University, Department of Economics, Erzurum – Türkiye

² Atatürk University, Department of Economics, Erzurum – Türkiye

³ Atatürk University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Erzurum – Türkiye

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 28/07/2023

Accepted: 12/12/2023

JEL Classification: C32, F64, O44

Acknowledgment

This study is an extended version of the paper presented at the International Economy Finance and Business Congress (EFI) organized by Sivas Cumhuriyet University Faculty of Economics and Administrative Sciences on 26-27 May 2023.

ABSTRACT

Industrializing countries often prefer to grow at a high rate at the beginning of their economic goals. But these desires lead them to ignore the environmental impact of the fossil fuels they often use in their production processes. Especially considering the higher number of developing countries compared to developed ones, the need to control global greenhouse gas emissions causing climate change has become one of today's most significant issues. With this purpose, the study investigates the relationship between carbon emissions resulting from energy consumption, economic growth, trade openness, and per capita primary energy consumption in Türkiye, classified as a developing country, within the framework of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. The study examines the period from 1970 to 2021 and tests the validity of the EKC hypothesis in the Türkiye context using the Augmented Autoregressive Distributed Lag (A-ARDL) approach, which was introduced to the literature by McNown et al. (2018) and Sam et al. (2019). As a result of the empirical findings, when carbon emissions from energy consumption are taken into account, it is concluded that the EKC hypothesis is valid in Türkiye. Additionally, it has been observed that the explanatory variables of trade openness and per capita primary energy consumption also contribute to increased carbon emissions. As a result, investing in environmentally friendly technologies, placing emphasis on pollution control, strictly enforcing regulations, raising awareness of the society on environmental issues, and shaping economic growth according to the principle of environmental sustainability, are recommended to policy makers of public authorities.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, A-ARDL, Energy Consumption, Trade Openness

Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisinin Genişletilmiş Sınır Testi (A-ARDL) Yardımıyla Sınanması: 1970-2021 Dönemi

Süreç

Gelis: 28/07/2023

Kabul: 12/12/2023

Bilgi

Bu çalışma 26-27 Mayıs 2023 tarihinde Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi tarafından düzenlenen Uluslararası Ekonomi, Finans ve İşletme Kongresi’nde (EFI) sunulan bildirisinin genişletilmiş halidir.

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

ÖZ

Sanayileşmekte olan ülkeler, ekonomik hedeflerinin başında genellikle yüksek oranda büyümeyi tercih etmektedirler. Ancak bu arzuları, üretim süreçlerinde sıklıkla kullandıkları fosil yakıtların çevre üzerindeki etkilerini göz ardı etmelerine yol açmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülke sayısının gelişmiş ülke sayısına oranla fazla olduğu düşünüldüğünde, iklim değişikliğine neden olan küresel sera gazı emisyonlarını kontrol altına alma ihtiyacı, günümüzün en önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır. Bu amaçla çalışma, gelişmekte olan ülke statüsünde yer alan Türkiye’de enerji tüketiminden kaynaklı karbon emisyonları ile ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kişi başına düşen birincil enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi çerçevesinde araştırmaktadır. 1970-2021 döneminin incelendiği çalışmada ÇKE hipotezinin geçerliliği ise; McNown ve ark. (2018) ve Sam ve ark. (2019) tarafından literatüre kazandırılan Genişletilmiş Sınır Testi (A-ARDL) yaklaşımı ile sınanmaktadır. Elde edilen ampirik bulgular neticesinde, enerji tüketiminden kaynaklı karbon emisyonları dikkate alındığında, Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca açıklayıcı değişken olarak kullanılan ticari açıklık ve kişi başına düşen birincil enerji tüketiminin de karbon emisyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çevre dostu teknolojilere yatırım yapmak, kirlilik kontrolüne önem vermek, düzenlemeleri sıkı bir şekilde uygulamak, toplumu çevre konularında bilinçlendirmek ve ekonomik büyümeyi çevresel sürdürülebilirlik ilkesine göre şekillendirmek, kamu otoritelerinin politika yapıcılarına tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, A-ARDL, Enerji Tüketimi, Ticari Açıklık

^a oguzhan.demir025@gmail.com
^c pdilek@atauni.edu.tr

^b 0000-0001-6320-5562
^c 0000-0002-8048-7730

^b kasimuludag7@gmail.com

^b 0000-0002-7353-4199

How to Cite: Demir, O., Uludağ, K. & Özdemir, D. (2024). Testing the Environmental Kuznets Curve Using the Augmented Boundary Test (A-ARDL) in Türkiye: Period 1970-2021. Journal of Economics and Administrative Sciences, 25(1): 81-95. <https://doi.org/10.37880/cumuiibf.1334231>

Giriş

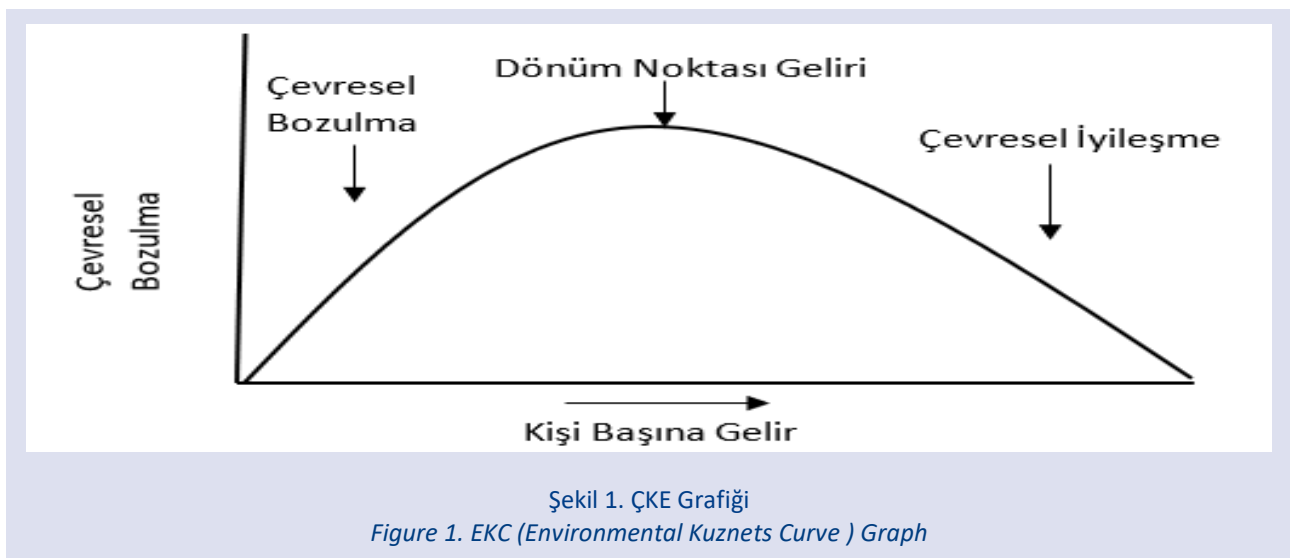
Günümüzde karbondioksit emisyonlarının sürekli artması, dünya genelinde yaşayan bireylerin yaşam kalitesinin giderek azalmasına yol açmaktadır. Bu artışın ana sebeplerinden biri, sınırlı kaynaklara sahip olan fosil yakıtların yaygın olarak kullanılmasıdır, bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim kaçınılmaz hale gelmektedir. Ancak, iklim değişikliğine sebep olan fosil yakıtlara dayalı endüstriyel faaliyetlerin artması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Rifkin, 2011). Türkiye’de yenilenemeyen enerji kullanımının yenilenebilir enerji kullanımına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Örneğin; IEA (International Energy Agency) veri tabanından elde edilen 2021 verilerinden yola çıkarak; yenilenemeyen enerji kullanımının toplam enerji kullanımı içerisindeki payının yaklaşık olarak %83,79 olduğu, yenilenebilir enerji kullanımının ise yaklaşık olarak %16,21 olduğu görülmektedir. Bahsedilen yenilenemeyen enerji kaynakları; kömür, doğalgaz ve petrol olarak ele alınmışken, yenilenebilir enerji kaynakları ise, hidroelektrik, rüzgar-güneş vd. ve biyo-yakıt olarak ele alınmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynakları arasında en yüksek payın doğalgaza ait olduğu, yenilenebilir enerji kaynakları arasında ise en yüksek payın rüzgar-güneş vd.’nin oluşturduğu görülmektedir. Türkiye özelinde bu durum açıklanırsa, Türkiye’nin bir doğalgaz ithalatçısı olmasından ve Türkiye’nin iklim koşullarından kaynaklandığı söylenebilir. Bu kaynakların arzının arttırılmasının önünde ciddi engellerin olduğu düşünüldüğünde bu durumun uzun yıllar süreceğini ve yukarıda bahsedilen endüstriyel faaliyetlerin artması sonucu oluşan sorunların kalıcılığı yönündeki şüpheleri de akıllara getirmektedir.

Küresel Atmosfer Araştırması için Emisyon Veritabanı (Emissions Database for Global Atmospheric Research - EDGAR) tarafından sunulan 2023 Raporu'na göre, 2022

yılında karbon emisyonları sera gazı emisyonlarının yaklaşık %71.6'sını oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu oran, karbon emisyonlarının küresel sera gazları içerisindeki payının çok yüksek olduğunu göstermektedir (EDGAR, 2023:4). Bu yüzden karbondioksit salınımlarında meydana gelecek her artış çevresel bozulmaların habercisi olarak yorumlanabilmektedir (Yurtkuran ve Terzi, 2018: 267). Bu durum, çevre ve iklim üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması için karbon emisyonlarının azaltılmasının ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarır.

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE), Kuznets'in 1955 yılındaki çalışmasında ortaya koyduğu ekonomik büyüme, gelir dağılımı ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi inceleyen modelin, gelir düzeyi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi uyarlanmış bir hali olarak karşımıza çıkmaktadır. ÇKE hipotezi, ilk başta ekonomik gelişme sayesinde meydana gelen gelir düzeyinin artmasıyla çevresel tahribatların artacağını, daha sonra ekonomik faaliyetlerdeki yapısal reformlar ve gelişen teknoloji sayesinde artan kirliliğin düşüşe geçeceğini belirtmektedir. ÇKE'nin dönüm noktası aşıldığında çevresel kalitenin iyileşme süreci de başlamaktadır. ÇKE teorisi işte tüm bu süreç sonunda eğrinin ters bir U çizeceğini belirtmektedir (Başar ve Temurlenk, 2007: 1-3; Dinda, 2004: 434; Yandle ve ark., 2002: 3). Şekil 1'de gösterilen Çevresel Kuznets Eğrisi grafiği, gelir düzeyi ile çevresel kirlilik arasındaki ilişkiyi açıkça göstermektedir.

Şekil 1, gelir düzeyi arttıkça başlangıçta çevresel kirlenmenin arttığını, gelir düzeyi bir eşiği aştığı andan itibaren ise çevresel kirlenmenin azaldığını ifade etmektedir. Yani ekonomik büyümenin çevre kirlenmesi üzerinde nihayetinde olumlu etki ettiği söylenebilmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme ile çevresel kirlilik arasında karmaşık bir etkileşim olduğunu ve gelir düzeyindeki artışın, çevresel kirliliği azaltmak için doğru politikalarla birleştirilebileceğini düşündürmektedir.



Kaynak: Yandle ve ark. (2002: 3).

Ekonomik faaliyet ölçeğinin genişlemesi, ticaret engellerindeki azalmalarla mümkün olabilmektedir. Çevresel kirliliğin ve kaynakların tükenme oranı ise ticaret ve yabancı yatırım politikalarındaki değişiklikler tarafından etkilenmektedir. Bu durum üç etkiye neden olmaktadır. Bunlardan ilki ölçek etkisidir. Ölçek etkisi, ülke ekonomilerinin büyümesiyle birlikte üretim ölçeğindeki artışları temsil etmektedir. Büyüyen ekonomilerin daha fazla çıktı ürettiği göz önüne alındığında, bu durum daha fazla hammadde ve doğal kaynak kullanımını da beraberinde getirmektedir. Üretimde meydana gelen bu artış hem doğal kaynakların aşırı kullanımına hem de çevreye daha fazla atık ve emisyon bırakılmasına neden olmaktadır. Bir başka ifadeyle ekonomik büyüme çevresel kirlenmeye neden olan araçlarla gerçekleştiği ve çevresel bozulmalara neden olan enerji talebinde artışa sebep olduğunda, ekonomik çıktı artışıyla birlikte çevresel kirlenmelerin çıktısında da artış olacaktır. Bu bağlamda iktisadi büyüme, çevresel açıdan olumsuz etkilere sahip olan bir ölçek etkisi sergilerken, Kuznets eğrisinin de artan kısmına işaret etmektedir. Serbestleşmenin yol açtığı ikinci etki ise kompozisyon etkisidir. Bu durum ticaret serbestleşmesinin ülkeleri rekabet üstünlüğü sağladıkları sektörlerle yönelip uzmanlaştırmaktadır. Böylece rekabet sonucunda, kirlilik maliyeti yüksek olan ülkeler üretim dışına çıkmış olacaktır. Ayrıca ülkelerde hangi faktör yoğun ise ona yönelme olacağından kirliliğin artışından ya da azalmasından bahsedilemeyecektir. Bu nokta Kuznets eğrisinin tepe noktasını göstermektedir. Liberalleşmenin son etkisi ise teknik etkidir. Teknik gelişmelerle birlikte kirliliğin azaltılması durumunu ifade etmektedir. Daha açık bir ifadeyle modern teknoloji kullanmanın getirdiği çevresel avantajlar ve ulusal zenginlik artışının temiz bir çevre talebine dönüşmesi sonucu Kuznets eğrisi aşağıya doğru inmektedir (Grossman ve Krueger, 1991: 3-5; Erdoğan ve ark., 2015: 114). Benzer bir şekilde ekonomik büyümenin çevresel kirlenme üzerindeki Kuznets teorisi etkisini ele alan Panayotou (1993), ekonomik gelişme artışının başlangıçta, beraberinde çevresel kirlenmeleri de arttırdığını ifade etmektedir. Ekonomik gelişme ise sanayileşmenin ve çıkarılan kaynakların artmasıyla hızlanmakta ve böylece kaynakların yenilenme oranları, kaynakların tükenme oranının altında kalmaktadır. Bu yüzden çevresel kirlenmeler de artış gösterebilmektedir. Ancak yüksek ekonomik gelişme; daha iyi teknolojiyle beraber çevresel harcamaların, uygulamaların ve farkındalığın artmasına da kaynaklık etmektedir. Ayrıca yüksek ekonomik gelişme, bilgi yoğun endüstrilere ve hizmetlere doğru yapısal değişime de neden olduğundan çevresel kirlenme dengelenmekte ve kademeli bir şekilde düşüşe geçmektedir (Panayotou 1993:1).

Küreselleşme, toplumsal hayatın pek çok yönünde etkili olmuş ve bu etkileşimlerin sonucunda hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Aynı zamanda dünya genelinde artan küreselleşme, ülkelerin ticaret politikalarına ilişkin tartışmalarına da kaynaklık etmiştir. Bu durumun önemli bir nedeni ise; küreselleşmenin ülkelerin ticaret hacimlerini ve böylece gelir düzeylerini arttırmasıdır. Ayrıca rekabet gücünde ve teknolojik gelişmelerdeki artış ve iş birliklerinin de artması ülkelerde çevre bilincinin gelişmesini sağlamıştır. Artan çevre bilinci ülkeleri çevre dostu üretim yöntemlerini benimsemeye yönlendirmiştir. Çevre bilinci ülkelerin gelişmişlik düzeylerine

bağlı olarak çeşitli nedenlerden dolayı farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; yabancı yatırımı çekmek adına, gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelere nazaran çevrenin korunmasına ilişkin katı kurallar yerine daha yumuşak çevre standartlarını benimseyebildiklerinden çevresel tahribatlara kapı aralamaktadırlar. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki çevre dostu olmayan teknoloji kullanımının; enerji tüketimini, üretim ölçeğini, uluslararası ulaşımı ve doğal kaynak tüketimini kontrolsüz bir şekilde arttırarak çevresel bozulmaların artmasına yol açmaktadır (Kalaycı ve Hayaloğlu, 2019: 356-357). Sonuç olarak, gelişmekte olan ülkelerin işsizlik ve yoksulluğu ortadan kaldırmak gibi sorunları bulunduğu için ekonomik büyümeden vazgeçememektedirler. Ancak bu ekonomik büyümenin çevresel kirlenmelerin artmasına yol açtığı görülmektedir. Bu yüzden gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşen ekonomik büyüme sonucunda, başta artan daha sonra ise azalan çevresel bozulmalarda ülkelerin gelirinden başka belirleyicilerin de dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır (Gill ve ark., 2019: 34468-34469). Özellikle ekonomik büyümeyi çevresel sürdürülebilirlikle dengede tutacak politikalar ve projelerin hayata geçirilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada ÇKE hipotezine dair teorik çerçeveyi sunan giriş bölümünü sırasıyla ulusal ve uluslararası literatürdeki çalışmaları içeren literatür özeti, çalışmanın yöntemini ortaya koyan veri, metodoloji ve ampirik analiz takip etmektedir. Son olarak çalışmanın bulguları ile beraber önerilerin sunulduğu sonuç bölümü ile çalışma tamamlanmaktadır.

Literatür Özeti

Günümüzde bilgi birikimi hızla artarken, konuyla ilgili güvenilir ve güncel kaynaklara erişim, literatür taramasının önemini daha da öne çıkarmaktadır. Bu çalışmada, literatür Türkiye özelinde yapılan çalışmalar ve uluslararası düzeyde gerçekleştirilen araştırmalar olmak üzere iki ayrı bölümde ele alınmıştır. ÇKE hipotezine dair literatürdeki bulgular, Türkiye özelinde Çizelge 1, diğer çalışmalar ise Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Bu konuda yapılan çalışmalar hem ÇKE'nin geçerli olduğunu bulmuş hem de geçerli olmadığını destekleyen sonuçlar ortaya koymuştur. ÇKE'nin geçerliliği ülkeler arasında da farklılık göstermektedir. Örneğin, gelişmiş ekonomilere örnek olarak verilen Fransa gibi ülkelerde, gelir düzeyi arttıkça çevresel kirliliğin azaldığı ve ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında olumlu bir ilişki olduğu vurgulanmaktadır. Ancak, diğer taraftan Çin gibi bazı ülkelerde, belirli bir zaman aralığında ÇKE'nin geçerli olduğu ancak başka bir zaman periyodunda geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, çevresel politikaların belirlenmesi ve uygulanmasının ülkenin gelişmişlik düzeyine, teknolojik altyapısına (bazı sektörlerde kirliliğin azaltılması teknolojik gelişmelere bağlıdır) ve bölgesel farklılıklara bağlı olduğunu göstermektedir.

Gelişmekte olan ülke statüsündeki Türkiye için yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde ise ÇKE hipotezinin geçerliliğine dair bir belirsizlik söz konusudur. Örneğin; Çetin ve Yüksel (2018) çalışmalarında GMM ve DOLS tahminicileri ile ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğunu bulgusuna

ulaşırlarken, aynı dönemi inceleyen Ceylan ve Karaağaç (2020) Gregory Hansen Eş-bütünleşme testi ile ÇKE hipotezinin Türkiye’de geçerli olmadığı bulgusuna ulaşmışlardır. Örnekten de anlaşılacağı üzere; ekonometrik analizlerde kullanılan yöntem ve değişkenlerin etkisi hipotezin geçerliliğini tespit etme konusunda belirleyicidir.

Bu açıdan değerlendirildiğinde, çalışmamız hem Türkiye özelinde sınırlı literatüre sahip olan A-ARDL yaklaşımı ile ÇKE hipotezini sınamakta hem de Türkiye özelinde ÇKE hipotezini sınanan diğer çalışmalara kıyasla daha güncel bir veri setini içermektedir. Bu hususlar çalışmamızın özgün değerini vurgulamakta ve literatüre bu açıdan katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çizelge 1. Türkiye Özelinde ÇKE Hipotezinin Geçerliliği

Table 1: Validity of the EKC Hypothesis in Türkiye

| Yazar(lar), Yıl | Metodoloji | Çalışma Dönemi | Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği |
|-----------------------------------|---|----------------|---|
| Lise (2006) | Ayrışma Analizi | 1980-2003 | X |
| Başar ve Temurlenk (2007) | Regresyon Analizi | 1950-2000 | X |
| Öztürk ve Acaravcı (2010) | ARDL Sınır Testi ve Granger Nedensellik | 1968-2005 | X |
| Koçak (2014) | ARDL Sınır Testi | 1960-2010 | X |
| Albayrak ve Gökçe (2015) | Johansen Eşbütünleşme Testi | 1975-2010 | ✓ |
| Balıbey (2015) | VAR, Etki-Tepki Analizi | 1974-2011 | X |
| Bölük ve Mert (2015) | ARDL Sınır Testi | 1961-2010 | ✓ |
| De Vita ve ark. (2015) | Maki Eş-Bütünleşme Testi, VECM ve DOLS Tahmincisi | 1960-2009 | ✓ |
| Erdoğan ve ark. (2015) | ARDL Sınır Testi | 1975-2010 | X |
| Şeker ve ark. (2015) | ARDL Sınır Testi ve Hatemi-J Eş-Bütünleşme Testi | 1974-2010 | ✓ |
| Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016) | ARDL Sınır Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi | 1974-2010 | ✓ |
| Gözcü ve Can (2016) | DOLS Tahmincisi | 1971-2010 | ✓ |
| Kılıç ve Akalın (2016) | ARDL Sınır Testi | 1960-2011 | ✓ |
| Katircioğlu (2017) | ARDL Sınır Testi ve DOLS | 1960-2010 | ✓ |
| Çetin ve Yüksel (2018) | GMM ve DOLS Tahmincileri | 1960-2014 | ✓ |
| Destek (2018) | ARDL Sınır Testi | 1990-2014 | ✓ |
| Katircioğlu ve Katircioğlu (2018) | ARDL Sınır Testi ve Maki Eş-bütünleşme Testi | 1960-2013 | X |
| Kaygısız (2018) | Johansen Eş-bütünleşme Testi | 1968-2015 | X |
| Pata (2018) | ARDL Sınır Testi ve FMOLS Tahmincisi | 1974-2014 | ✓ |
| Özaydın ve Apaydın (2019) | ARDL Sınır Testi | 1961-2015 | ✓ |
| Ceylan ve Karaağaç (2020) | Gregory-Hansen Yapısal Kırımlı Eş-bütünleşme Testi | 1960-2014 | X |
| Özpolat ve Özsoy (2020) | ARDL Sınır Testi | 1990-2015 | ✓ |
| Emek ve Özçelebi (2021) | ARDL Sınır Testi | 1960-2015 | X |
| Güzel (2021) | ARDL Sınır Testi | 1960-2015 | X |
| Çağlar (2022) | Genişletilmiş ARDL Sınır Testi | 1974-2019 | ✓ |
| Çoban ve Özkan (2022) | Dinamik ARDL Modeli | 1970-2019 | ✓ |
| Eren ve ark. (2022) | FMOLS Tahmincisi | 1960-2013 | ✓ |
| Özbek ve Oğul (2022) | ARDL, FMOLS, CCR Tahmincileri | 1990-2018 | ✓ |
| Ojaghlou ve Uğurlu (2023) | ARDL Sınır Testi | 1990-2022 | ✓ |

Not: “X” işareti ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı durumu, “✓” işareti ise ÇKE hipotezinin geçerli olduğu durumu ifade etmektedir.

Çizelge 2. Uluslararası Literatür Kapsamında ÇKE Hipotezinin Geçerliliği

Table 2: Validity of the EKC Hypothesis in the International Literature

| Yazar(lar), Yıl | Metodoloji | Çalışma Dönemi | Ülke | Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği | |
|----------------------------|---|----------------|----------------|---|----------|
| Jalil ve Mahmud (2009) | ARDL Sınır Testi | 1975-2005 | Çin | | ✓ |
| Iwata ve ark. (2010) | ARDL Sınır Testi | 1970-2003 | Fransa | | ✓ |
| Shahbaz ve ark. (2012) | ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik Testi | 1971-2009 | Pakistan | | ✓ |
| Yang ve Zhao (2014) | Granger Nedensellik Testi | 1970-2008 | Hindistan | | X |
| Ahmad ve ark. (2016) | ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik Testi | 1971-2014 | Hindistan | | X |
| Saboori ve ark. (2016) | ARDL Sınır Testi | 1980-2009 | Malezya | | ✓ |
| Mrabet ve Alsamara (2017) | ARDL Sınır Testi | 1980-2011 | Katar | | ✓ |
| Mikayilov ve ark. (2018) | DOLS ve FMOLS Tahmincileri | 1992-2013 | Azerbaycan | | X |
| Hasanov ve ark. (2019) | FMOLS Tahmincisi | 1992-2013 | Kazakistan | | X |
| Iskandar (2019) | ARDL Sınır Testi | 1981-2016 | Endonezya | | X |
| Işık ve ark. (2019) | AMG ve CCE Tahmincileri | 1980-2015 | ABD | AMG ✓ | CCE X |
| Özden ve Beşe (2020) | NARDL Sınır Testi | 1960-2014 | Avustralya | | X |
| Sarkodie ve Öztürk (2020) | ARDL Sınır Testi | 1971-2013 | Kenya | | ✓ |
| Pata ve Çağlar (2021) | Genişletilmiş ARDL Sınır Testi | 1980-2016 | Çin | | X |
| Shikwambana ve ark. (2021) | Ardeşık Mann-Kendall Testi | 1994-2019 | Güney Afrika | | X |
| Pata ve ark. (2023) | Panel ARDL-PMG | 1995-2018 | ASEAN Ülkeleri | | ✓ |

Not: "X" işareti ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı durumu, "✓" işareti ise ÇKE hipotezinin geçerli olduğu durumu ifade etmektedir.

Çizelge 3. Değişkenleri Tanımlayan Özet İfadeler

Table 3: Summary Statements Defining the Variables

| Değişken | Açıklama | Kaynak |
|---------------------|--|--------------------------------------|
| IneCO ₂ | Enerji Tüketiminden Kaynaklı Karbon Emisyonları (Milyon Ton) | BP Stat. |
| InENR | Kişi Başına Düşen Birincil Enerji Tüketimi (Gigajoule) | Bp Stat. |
| InRGDP | Reel GDP: 2015 Sabit Fiyatları | WDI |
| InRGDP ² | Reel GDP: 2015 Sabit Fiyatlarının Karesi | Yazarlar tarafından oluşturulmuştur. |
| InTRADE | Ticari Açıklık (% GDP) | WDI |

Not: Bp Stat.: BP Statistical Review of World Energy, WDI: World Development Indicators veri tabanlarını ifade etmektedir.

Araştırmanın Tasarımı ve Yöntemi

Bu çalışmada Türkiye'nin 1970-2021 dönemine ait verileri kullanılarak ÇKE hipotezinin varlığı sınanmaktadır. Çalışmada esas alınan modelin işlevi şu şekildedir;

$$eCO_2 = f(ENR, RGDP, RGDP^2, TRADE) \quad (1)$$

Yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada modele dahil edilen değişkenlerin doğal logaritması alınarak, "ln" ile gösterilmektedir. Bu aşamadan sonra uygulanacak modelin işlevi şu forma dönüşmektedir;

$$\ln eCO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln ENR_t + \beta_2 \ln RGDP_t + \beta_3 (\ln RGDP_t)^2 + \beta_4 \ln TRADE_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

(2) numaralı denklemde ln logaritmik formu, t zaman serisini (1970-2021), β_0 sabit terimi, eCO_2 ; enerji tüketimi kaynaklı karbon emisyonlarını, ENR; kişi başına düşen birincil enerji tüketimini, RGDP; ekonomik büyümeyi, $RGDP^2$; ekonomik büyümenin karesini son olarak ε ise hata terimini göstermektedir.

Bu ifadelerden hareketle çalışmada kullanılan verilerin elde edildiği veri tabanları Çizelge 3.'te özetlenmiştir.

Ekonometrik analizlerde, değişkenlerin birim kök özelliklerini incelemek önemli bir adımdır. Bu incelemede, öncelikle yapısal kırılmaların dikkate alınmadığı ve geleneksel olarak tabir edilen ADF ve PP birim kök testleri kullanılmıştır. Ancak zaman serileri rassal şoklardan (salgın hastalıklar, doğal afetler, ekonomik krizler vb.) sıklıkla etkilenmektedir (Narayan ve Popp, 2010). Yapısal kırılmalar dikkate alınmadan gerçekleştirilecek birim kök testlerinde, seri durağan görünse bile serinin birim kök içerebileceği ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır (Zivot ve Andrews, 1992). Bu durumun belirlenmesi, yapısal kırılmaların dikkate alındığı birim kök testleri ile mümkün olup, çalışmada geleneksel birim kök testlerinin yanı sıra yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testi de kullanılmıştır. Bu kapsamda incelenen değişkenlere ait birim kök testi sonuçları aşağıdaki Çizelge 4. ve Çizelge 5.'te özetlenmektedir

Çizelge 4. Geleneksel Birim Kök Testi Sonuçları

Table 4: Traditional Unit Root Test Results

| Değişkenler | ADF | | | | PP | | | |
|---------------------|----------|---------------|-----------|---------------|-------------|---------------|-----------|---------------|
| | Düzy | | 1.Fark | | Düzy | | 1.Fark | |
| | Sabit | Sabit & Trend | Sabit | Sabit & Trend | Sabit | Sabit & Trend | Sabit | Sabit & Trend |
| IneCO ₂ | -2,3584 | -3,0969 | -7,1838 | -7,5610 | -2,8287 | -3,0835 | - | -7,8033 |
| | (0,1584) | (0,1180) | (0,0000)* | (0,0000)* | (0,0613)*** | (0,1212) | - | (0,0000)* |
| | {0} | {0} | {0} | {0} | {5} | {2} | - | {5} |
| InENR | -2,0431 | -3,1444 | -7,3208 | -7,5566 | -2,2387 | -3,1729 | -7,3256 | -7,6058 |
| | (0,2681) | (0,1074) | (0,0000)* | (0,0000)* | (0,1956) | (0,1014) | (0,0000)* | (0,0000)* |
| | {0} | {0} | {0} | {0} | {5} | {2} | {3} | {4} |
| InRGDP | 0,1114 | -2,6476 | -6,7849 | -6,7206 | 0,1940 | -2,7729 | -6,7873 | -6,7187 |
| | (0,9636) | (0,2620) | (0,0000)* | (0,0000)* | (0,9696) | (0,2136) | (0,0000)* | (0,0000)* |
| | {0} | {0} | {0} | {0} | {4} | {1} | {4} | {4} |
| InRGDP ² | 0,3183 | -2,3614 | -6,7591 | -6,7204 | 0,4382 | -2,3614 | -6,7517 | -6,7180 |
| | (0,9771) | (0,3946) | (0,0000)* | (0,0000)* | (0,9827) | (0,3946) | (0,0000)* | (0,0000)* |
| | {0} | {0} | {0} | {0} | {4} | {0} | {4} | {4} |
| InTRADE | -1,7326 | -2,5727 | -6,1797 | -6,1030 | -1,7367 | -2,7308 | -6,2593 | -6,1486 |
| | (0,4091) | (0,2939) | (0,0000)* | (0,0000)* | (0,4071) | (0,2292) | (0,0000)* | (0,0000)* |
| | {0} | {0} | {0} | {0} | {3} | {1} | {6} | {6} |

Not: *, **, *** ifadeleri sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeyini belirtmektedir. Ek olarak çizelgede “{ }” işaretinin içerisindeki değerler olasılık değerlerini, “{ }” içerisindeki değerler ise optimal gecikme uzunluklarını göstermekte olup, bilgi kriteri ise Schwarz olarak seçilmiştir. Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi için gerekli olan maksimum gecikme uzunluğu Schwert (1989)'in $kmax = 12 \times \left(\frac{n}{100}\right)^{1/4}$ formülü kullanılarak hesaplanmış ve 52 gözlem sayısı için maksimum gecikme uzunluğu 10 olarak belirlenmiştir. Çalışmada maksimum 8 gecikme alınmıştır.

Çizelge 5. Çift Yapısal Kırılmanın Dikkate Alındığı Birim Kök Testi Sonuçları

Table 5: Two Structural Break Unit Root Test Results

| Değişkenler | Narayan-Popp (2010) | | | | | |
|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| | M1 | | | M2 | | |
| | Düzy | 1,Fark | Düzy | 1,Fark | Düzy | 1,Fark |
| IneCO ₂ | -1,604 | -6,272 * | -5,190 ** | - | - | - |
| | [1988, 2000] | [1988, 2000] | [1993, 2000] | - | - | - |
| | {8} | {7} | {5} | - | - | - |
| InENR | -4,130 *** | - | -5,065 ** | - | - | - |
| | [1987, 2000] | - | [1993, 2000] | - | - | - |
| | {0} | - | {0} | - | - | - |
| InRGDP | -5,109 * | - | -5,018 ** | - | - | - |
| | [1993, 2000] | - | [1993, 2000] | - | - | - |
| | {1} | - | {1} | - | - | - |
| InRGDP ² | -4,882 ** | - | -4,992 ** | - | - | - |
| | [1993, 2000] | - | [1993, 2000] | - | - | - |
| | {1} | - | {1} | - | - | - |
| InTRADE | -1,670 | -4,538 ** | -6,214 * | - | - | - |
| | [1981, 1997] | [1990, 1997] | [1980, 1997] | - | - | - |
| | {8} | {7} | {7} | - | - | - |
| Kritik Değerler | %1 | %5 | %10 | %1 | %5 | %10 |
| | -4,958 | -4,316 | -3,980 | -5,576 | -4,937 | -4,596 |
| | | | | | | |

Not: *, **, *** ifadeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini belirtmektedir. Ek olarak çizelgede “[]” içerisindeki değerler kırılma tarihlerini, “{ }” içerisindeki değerler ise optimal gecikme uzunluklarını göstermektedir. Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi için gerekli olan maksimum gecikme uzunluğu ise 8 olarak belirlenmiştir. Ayrıca çizelge sonunda yer alan kritik değerler Narayan ve Popp (2010: 1429)'dan elde edilerek oluşturulmuştur. Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi için gerekli olan maksimum gecikme uzunluğu Schwert (1989)'in $kmax = 12 \times \left(\frac{n}{100}\right)^{1/4}$ formülü kullanılarak hesaplanmış ve 52 gözlem sayısı için maksimum gecikme uzunluğu 10 olarak belirlenmiştir. Çalışmada ise maksimum 8 gecikme alınmıştır.

Çizelge 4.'te yer alan değişkenlerin birim kök özelliklerini kısaca özetlemek gerekirse; ilk olarak ADF birim kök testi sonuçlarına göre kullanılan bütün değişkenlerin birinci farkında durağanlaştığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle modele dahil edilen tüm değişkenlerin bütünleşme dereceleri I(1)'dir. Diğer

tarafından PP birim kök test sonuçlarında ise durum biraz farklıdır. Bağımlı değişken olan eCO₂ haricindeki tüm değişkenlerin bütünleşme dereceleri I(1) iken, eCO₂ değişkeninin düzey durumundaki sabit değerinin I(0), sabitli ve trendli değerinin ise I(1) olduğu tespit edilmiştir.

Diğer taraftan Çizelge 5.'te yer alan değişkenlerin yapısal kırılmalar altındaki birim kök özelliklerini kısaca özetlemek gerekirse; Narayan-Popp (2010) M1 modeli sonuçlarına göre eCO₂ ve TRADE değişkenlerinin birinci farklarında durağanlaştığı (I(1)) tespit edilirken, modele dahil edilen diğer tüm değişkenlerin ise düzey değerlerinde durağan olduğu (I(0)) tespit edilmiştir. Son olarak Narayan-Popp (2010) M2 modeli sonuçlarında ise, modele dahil edilen tüm değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olduğu (I(0)) tespit edilmiştir.

Pesaran ve ark. (2001)'nin geliştirdiği ARDL yaklaşımı açıklayıcı değişkenlerin farklı dereceden durağan olmalarına izin vermesi (I(0) ve I(1)) sebebiyle birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Fakat ARDL yönteminde bağımlı değişkenin mutlaka birim kök içermesi, açıklayıcı değişkenlerin dışsallığı, dejenere durumlarının olması gibi birçok katı varsayımları bulunmaktadır. İfade edilen bu katı varsayımların ihlal edilmesi durumunda sonuçların yanıltıcı olması kaçınılmazdır (Sam ve ark., 2019).

Çizelge 4.'te açıkça gösterilen geleneksel birim kök testi sonuçlarından; ADF birim kök testi sonuçlarına göre her ne kadar bağımlı değişken I(1) olarak belirlenmiş olsa da, PP birim kök test sonuçlarına göre bağımlı değişken I(0) olduğu durum da söz konusudur. Çizelge 5.'te ise yapısal kırılmanın dikkate alındığı Narayan-Popp (2010) M1 modeli test sonuçlarına göre bağımlı değişken I(1) iken, M2 modeli sonuçlarına göre ise bağımlı değişken I(0)'dır. Dolayısıyla bağımlı değişkenin I(0) olduğu durumlar göz ardı edilerek yapılacak analizler çalışmayı yanlış sonuçlara yönlendirebilecektir. Bu bağlamda;

Klasik ARDL yönteminde bağımlı değişkenin I(1) olma zorunluluğuna karşın, genişletilmiş ARDL yönteminde bağımlı değişkenin I(0) olma durumu da dikkate alınmaktadır. Böylelikle seçilen ARDL modelini daha açık göstermek için koşullu hata düzetme modeli (kısıtsız sabitli ve trend içermeyen (Durum III)) aşağıdaki denklem ile gösterilebilir:

$$\Delta \ln eCO_{2t} = \alpha_0 + \theta_1 \ln eCO_{2t-1} + \theta_2 \ln ENR_{t-1} + \theta_3 \ln RGDP_{t-1} + \theta_4 \ln RGDP_{t-1}^2 + \theta_5 \ln TRADE_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta \ln eCO_{2t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{2i} \Delta \ln ENR_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln RGDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{4i} \Delta \ln RGDP_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^p \beta_{5i} \Delta \ln TRADE_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklem 3'te α_0 sabit terimi, Δ fark işlemcisini ve ε_t hata terimini tanımlamaktadır. $\theta_1, \dots, \theta_5$ uzun dönem katsayılarını ifade ederken, β_1, \dots, β_5 kısa dönem katsayılarını ifade etmektedir. Bu ifadeler ek olarak p ise, optimal gecikme uzunluğunu göstermektedir.

3 numaralı denklemde eş-bütünleşmenin varlığı için Pesaran ve ark., (2001) F ve t testi önermektedir. Sınır testi olarak da bilinen F testi, gecikmeli bağımlı ve bağımsız değişkenlerin ($H_0: \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$) anlamlılığını araştırmaktadır. Akabinde Pesaran ve ark., (2001) bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri ($\theta_1 = 0$) için de t testi aracılığıyla anlamlılığının da sınanmasını önermektedir. Bu testin yapılmasındaki temel amaç, bağımlı değişkenin birinci farklarda durağan olma zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere Pesaran ve ark., (2001)'nin önerdiği ARDL modelinde bağımlı değişken I(0) olmamalıdır. Şayet bağımlı değişken I(0) ise, ARDL modeli kullanılamamaktadır (Çağlar, 2022: 920-921).

Pesaran ve ark., (2001)'nin geliştirdiği ARDL yöntemindeki bu kısıtların bertaraf edilmesi için McNown ve ark., (2018) ile Sam ve ark., (2019) gecikmeli bağımsız değişkenler için yeni bir F testi ($H_0: \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 0$) geliştirmiştir. Böylelikle bağımlı değişkenin durağan olduğu durumlarda da ARDL modelini kullanmak mümkündür. McNown ve ark., (2018) ve Sam ve ark., (2019) eş-bütünleşmenin varlığından emin olmak için aşağıda belirtilen üç testin de birlikte kullanılmasını önermektedir;

1. Bağımlı ve bağımsız tüm değişkenler için F testi (F_{bound}) (Kritik değerler için; Narayan (2005)),
2. Gecikmeli bağımlı değişken için t testi (t_{stat}), (Kritik değerler için; Pesaran ve ark., (2001)),
3. Sadece bağımsız değişkenler için F-testi (F^*), (Kritik değerler için; Sam ve ark., (2019)).

Sonuç olarak, üç test istatistiğinin (F_{bound}, t_{stat}, F^*) üst sınır kritik değerlerden büyük olması durumunda değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı saptanabilmektedir.

Aşağıda yer alan Çizelge 6.'da kısıtsız sabitli ve trend içermeyen (Durum III) genişletilmiş ARDL eş-bütünleşme modeli sonuçları verilmektedir.

Çizelge 6. A-ARDL Eş-bütünleşme Sonuçları

Table 6: A-ARDL Cointegration Test Results

| Model | Tahmin Edilen Model | Testler | Referans ve Kritik Değerler | | |
|---|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------|-------|
| $\ln eCO_2 = f(\ln ENR, \ln RGDP, \ln RGDP^2, \ln TRADE)$ | (1,0,0,0,0) | | Narayan (2005) | | |
| Eş-bütünleşme Hipotezleri | | $F_{bound} = 23,454^*$ | %10 | %5 | %1 |
| H_0 : Eş-bütünleşme ilişkisi yoktur, | | | 3,71 | 4,33 | 5,72 |
| H_1 : Eş-bütünleşme ilişkisi vardır, | | $t_{stat} = -9,408^*$ | Pesaran ve ark, (2001) | | |
| | | | %10 | %5 | %1 |
| | | | -3,66 | -3,99 | -4,60 |
| | | $F^* = 25,183^*$ | Sam ve ark, (2019) | | |
| | | | %10 | %5 | %1 |
| | | | 3,72 | 4,51 | 6,19 |
| Spesifikasyon Testleri | F-istatistik | | Olasılık | | |
| Ramsey - RESET | 0,3157 | | 0,5770 | | |
| Normallik, Jarque-Bera | 3,5617 | | 0,1684 | | |
| Otokorelasyon, LM | 0,6240 | | 0,5405 | | |
| Değişen Varyans, White | 0,5593 | | 0,8855 | | |
| CUSUM | | | Stabil | | |
| CUSUMQ | | | Stabil | | |

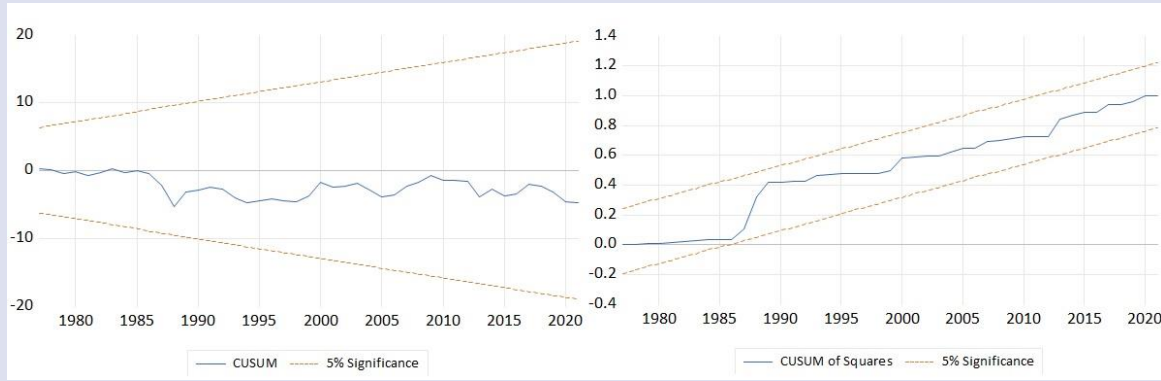
Not: * işareti %1 anlamlılık düzeyini belirtmektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 2, bilgi kriteri ise Schwarz olarak belirlenmiştir

Çizelge 7. Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları

Table 7: Long and Short Run Estimation Results

| Bağımlı Değişken: IneCO ₂ Açıklayıcı Değişkenler | Katsayı | Std. Hata | Olasılık Değeri |
|--|----------|-----------|-----------------|
| Uzun Dönem | | | |
| InENR | 0,5441 | 0,1763 | 0,0035* |
| InRGDP | 6,1699 | 2,1033 | 0,0053* |
| InRGDP ² | -0,1052 | 0,0371 | 0,0069* |
| InTRADE | 0,0628 | 0,0286 | 0,0336** |
| Kısa Dönem | | | |
| C | -65,9048 | 5,8361 | 0,0000* |
| ECT(-1) | -0,7590 | 0,0671 | 0,0000* |
| R ² | | 0,7226 | |
| Düzeltilmiş R ² | | 0,7170 | |
| F-istatistik | | 127,6988 | |
| DW | | 2,1338 | |

Not: Olasılık değerlerinin arkasında yer alan *, ** ifadeleri sırasıyla %1, %5 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.



Şekil 2. CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri
Figure 2. CUSUM and CUSUMQ Graphs

Çizelge 6.'da ilk olarak bütün gecikmeli değerlerin anlamlılığını sınavan ve sınır testi olarak bilinen test istatistiği (F_{bound}) sonuçları incelenmiştir. Sınır testi sonuçlarına göre, sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir [$F_{bound}(23.454) > F_{kritik}(5.72)$]. İkinci aşamada gecikmeli bağımlı değişken için t testi (t_{stat}) yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, t testi için sıfır hipotezinin %1 anlamlılık düzeyinde reddedildiğini [$t_{stat}(-9.408) > t_{kritik}(-4.60)$] göstermektedir. Üçüncü aşamada ise, McNown ve ark., (2018) ve Sam ve ark., (2019) tarafından literatüre kazandırılan F^* sınır test istatistiği sonucu verilmiştir. Bu sonuçlara göre, F^* sınır testinin sıfır hipotezi de %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir [$F^*(25.183) > F_{kritik}(6.19)$].

Her üç test istatistiğine (F_{bound} , t_{stat} , F^*) göre sıfır hipotezinin (Eş-bütünleşme ilişkisi yoktur.) reddedilip alternatif hipotezin (Eş-bütünleşme ilişkisi vardır.) kabul edildiği bu durum, eCO₂ ile bağımsız değişkenler arasında tam bir eş-bütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca sonuçların güvenilirliği için yapılan spesifikasyon testlerinden; Ramsey RESET Testi ile modeldeki matematiksel kalıbın doğru seçildiği, Jarque-Bera Testi ile modeldeki serilerin normal dağıldığı, otokorelasyon testlerinden LM testi ile modelde otokorelasyon sorunu olmadığı, değişen varyans testlerinden White Testi ile de modelde değişen varyans

sorunu olmadığı tespit edilmiştir. Son olarak model katsayılarının incelenen dönem itibarıyla istikrarlı olduğu ise CUSUM ve CUSUMQ testleri ile doğrulanmıştır.

Çizelge 6.'da eCO₂ ile bağımsız değişkenler arasında varlığı saptanan tam bir eş-bütünleşme ilişkisinden hareketle, uzun ve kısa dönem katsayıları hakkında bilgi edinebilmek mümkündür. Bu amaçla Çizelge 7.'de uzun ve kısa dönem tahmin sonuçlarına yer verilmiştir.

Çizelge 7.'de yer alan uzun dönem sonuçları incelendiğinde, %5 önem düzeyinde bütün katsayıların istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Türkiye özelinde ÇKE hipotezinin varlığına yönelik gerçekleştirilen bu çalışmanın uzun dönem sonuçlarında, ekonomik büyümede meydana gelen %1'lik artışın eCO₂ emisyonlarını yaklaşık %6.16 arttırdığı, ekonomik büyümenin karesinde meydana gelen %1'lik artışın ise eCO₂ emisyonlarını yaklaşık %0.10 azalttığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla ele alınan dönem itibarıyla Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ifade edilebilmektedir.

Sırasıyla diğer açıklayıcı değişkenlerin uzun dönem etkileri incelendiğinde kişi başına enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik artışın eCO₂ emisyonlarını yaklaşık %0.54, ticari açıklıkta meydana gelen %1'lik artışın ise

eCO₂ emisyonlarını yaklaşık %0.06 arttırdığı tespit edilmiştir. Bu ifadelerden hareketle;

Araştırmacılar her ne kadar Türkiye özelinde ÇKE hipotezinin varlığını sınamak için değişkenlerin farklı formlarını kullanmış olsalar da uzun dönemde enerji tüketimindeki artışın CO₂ emisyonlarını arttırdığı; De Vita ve ark. (2015), Şeker ve ark. (2016), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Ojaghlou ve Uğurlu (2023) çalışmaları ile desteklenmektedir. Ticari açıklıktaki artışın CO₂ emisyonlarını arttırdığı ise De Vita ve ark. (2015), Özataç ve ark. (2017), Çetin ve ark. (2018), Ojaghlou ve Uğurlu (2023) çalışmaları ile desteklenmektedir.

Çizelge 7.'de yer alan kısa dönem sonuçları incelendiğinde ise, ECT(-1) katsayısı (-0.7590) istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde anlamlı ve negatif işarete sahiptir. Buradan hareketle, kısa dönemde meydana gelen sapmaların yaklaşık %76'lık bir kısmı sonraki dönemde düzelmektedir. Bu bulgu aynı zamanda uzun dönemde dengeye doğru uyarlanma sürecinin hızlı bir biçimde gerçekleştiğini de göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmada Türkiye'nin 1970-2021 dönemine ait verileri kullanarak ÇKE hipotezinin varlığı sınanmıştır. Bu amaçla ilk olarak değişkenlerin birim kök özellikleri, hem geleneksel olarak tabir edilen ADF ve PP birim kök testleri ile hem de yapısal kırılmaları dikkate alan Narayan-Popp (2010) birim kök testi yardımıyla test edilmiştir. Elde edilen geleneksel ve yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçlarında bağımlı değişkenin durağanlık düzeyine ilişkin karma (I(0) ve I(1)) bir bulgu söz konusudur. Bağımlı değişkenin I(0) olduğu durumlar dikkate alınmadan gerçekleştirecek ekonometrik analizler yanlış sonuçlara yönlendireceğinden, bağımlı değişkenin I(0) olduğu durumu da dikkate alan A-ARDL modeli ile ekonometrik analiz süreci gerçekleştirilmiştir.

A-ARDL modeli ile Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerliliğinin test edilmesinin yanı sıra açıklayıcı değişken olarak kullanılan kişi başına enerji tüketimi ve ticari açıklık serileri de modele dahil edilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde ise, Türkiye üzerine çalışma yapan Albayrak ve Gökçe (2015), Bölük ve Mert (2015), De Vita ve ark. (2015), Şeker ve ark. (2015), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Gözgör ve Can (2016), Kılıç ve Akalın (2016), Katircioğlu (2017), Çetin ve Yüksel (2018), Destek (2018), Pata (2018), Özaydın ve Apaydın (2019), Özpolat ve Özsoy (2020), Çağlar (2022), Çoban ve Özkan (2022), Eren ve ark. (2022), Özbek ve Oğul (2022) ve Ojaghlou ve Uğurlu (2023) çalışmaları ile benzerlik göstererek, Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Ayrıca açıklayıcı değişken olarak kullanılan kişi başına enerji tüketiminin ve ticari açıklığın karbon emisyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle incelenen dönem itibarıyla kişi başına enerji tüketiminin ve ticari açıklığın çevre kalitesi üzerinde olumsuz bir etkisi söz konusudur. Kişi başına enerji tüketimindeki artışın eCO₂ salınımlarını artırmasının arkasında, Türkiye özelinde çoğunlukla fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz)

kullanılması yatmaktadır. Fosil yakıtların yanması, atmosfere karbondioksit gibi sera gazlarının salınmasına neden olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında enerji tüketiminin Türkiye özelinde CO₂ emisyonlarını artırma ihtimali yüksek olmakla birlikte analiz sonuçlarımız bu durumu destekler niteliktedir. Diğer taraftan ticari açıklıktaki artışın eCO₂ salınımlarını artırmasının arkasında ise, Türkiye özelinde çoğunlukla kaynak yoğun ithalat ve dışa bağımlılık söz konusudur. Bu açıdan bakıldığında da ticari açıklığın Türkiye özelinde CO₂ emisyonlarını artırması çok olasıdır ve analiz sonuçlarımız bu durumu da desteklemektedir.

Son olarak; Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olması tek başına bir ölçüt olarak kabul edilmemelidir. Unutulmamalıdır ki ÇKE hipotezi ekonomik büyüme sürecinde çevresel sorunların çözümü için umut veren çevre dostu politikaların ve sürdürülebilirlik çabalarının bir potansiyel sunacağını vurgulamaktadır. Bu nedenle, ÇKE ekonomik büyümenin çevre dostu çözümler ile teşvik edilebileceğini ve bunun yanı sıra sürdürülebilir bir geleceğin de mümkün olabileceğini gösterdiği için önem arz etmektedir. Yeşil ekonomiye yönelik dönüşüm; temiz enerji kullanımını teşvik etme ve atık yönetimi gibi politikalar, çevresel kalite ile ekonomik büyüme arasındaki dengeyi sağlamaya yönelik çabalarla başlamaktadır. Ancak, bu politikaların başarıyla uygulanması için çeşitli zorluklarla karşılaşılabilir. Finansman, teknoloji transferi, altyapı eksiklikleri ve toplumun bu dönüşüme uyum sağlama süreci gibi faktörler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı engelleyebilir. Bu bağlamda, politika yapımcıların ve paydaşların işbirliği içinde çalışarak, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen politikaların uygulanabilirliğini artırmaları ve ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasındaki dengeyi korumaları oldukça önemlidir.

Sonuç bu açıdan ele alındığında; çevresel kalitenin artırılması amacıyla çevre dostu teknolojilere yatırım yapmak, kirlilik kontrolü ile beraber düzenlemelerine önem vermek, toplumu çevre konularında bilinçlendirmek ve ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik olgusu üzerine inşa edilmesi gerekliliği kamu otoritelerinin politika yapımcılarına tavsiye edilmektedir.

Extended Summary

The need to control emissions that cause climate change is considered one of the most significant challenges of our time. Among greenhouse gas emissions, carbon dioxide (CO₂) constitutes the largest portion, accounting for approximately 71.6% of total emissions (EDGAR, 2023:4). Therefore, any increase in CO₂ emissions can be interpreted as a harbinger of major disasters (Yurtkuran and Terzi, 2018: 267).

Over time, climate change, global warming, and other environmental disorders have led countries around the world to seek collective solutions, paving the way for countless national and international meetings to take place. Particularly, the Paris Agreement, adopted by the 21st Conference of the Parties on December 12, 2015, set

the primary objective of limiting the global average temperature increase to well below 2 degrees and striving for a target of 1.5 degrees. However, even if member countries fulfill all the obligations outlined in the Paris Agreement, it is projected that the average global temperature increase by the year 2100 will range between 2.9 degrees and 3.4 degrees (UNEP, 2016: 5).

This situation, which predicts an increasing environmental degradation, is of great interest not only to every scientific field but also undoubtedly to the field of economics. When closely examining the literature that considers the environment and the economy together, it can be observed that research topics fall under three main headings: the EKC hypothesis, the pollution haven hypothesis, and stationary analysis (Yilanci et al., 2019: 270). In this context, the title that served as inspiration for this study is Panayotou's (1993) EKC hypothesis. The author examined the relationship between economic growth and environmental pollution, influenced by Kuznets (1955). The Kuznets curve suggests that as income levels increase, environmental pollution initially increases due to the environmental damage caused by economic expansion, then reaches a peak, and eventually declines as modern production tools become widely used through technological advancements. It indicates that this relationship forms an inverted U shape (Yandle et al., 2002: 3).

In order to determine the validity of the EKC hypothesis in Türkiye, the study considered the period from 1970 to 2021. Annual data were used, and the natural logarithm of variables was taken for the analysis. In time series analysis, it is first necessary to examine the unit root properties of variables. Therefore, in this study, ADF and PP unit root tests that do not take structural breaks into account were used first. Subsequently, the Narayan-Popp (2010) unit root test, which accounts for structural breaks, was used to conduct a more comprehensive analysis. The findings indicated that the stationarity level of the dependent variable (eCO₂) varied depending on the unit root test used. While the ADF and Narayan-Popp (2010) M1 unit root tests suggested that the dependent variable is I(1), the PP and Narayan-Popp (2010) M2 unit root tests indicated that it is I(0). In the classical ARDL method, the dependent variable is required to be I(1), but the augmented ARDL method also considers the possibility of the dependent variable being I(0). Therefore, the selected model for this study was the A-ARDL which was introduced by McNown et al. (2018) and Sam et al. (2019) in the literature.

In the A-ARDL model, the first step involved examining the cointegration relationship between the dependent and independent variables. The significance of all lagged values was tested using the bound test statistic (Fbound), also known as the boundary test. The results of the bound test indicated that the null hypothesis is rejected at a 1% significance level [Fbound(23.454) > Fcritical(5.72)]. In the second step, a t-test (tstat) was conducted for the lagged dependent variable. The results demonstrated that the null hypothesis was rejected at a 1% significance level for

the t-test [tstat(|-9.408|) > tcritical(|-4.60|)]. In the third step, the F* bound test statistic, introduced by McNown et al. (2018) and Sam et al. (2019), was utilized. According to the results, the null hypothesis of the F* bound test was also rejected at a 1% significance level [F*(25.183) > Fcritical(6.19)]. Based on the findings from all three test statistics (Fbound, tstat, F*), the null hypothesis (no cointegration relationship) was rejected, and the alternative hypothesis (cointegration relationship) was accepted. This indicates the presence of a full cointegration relationship between eCO₂ and the independent variables.

Based on the presence of a full cointegration relationship between eCO₂ and the independent variables, valuable insights can be obtained regarding the long-term and short-term coefficients. When examining the long-term results, all coefficients were found to be statistically significant at a 5% significance level. In the context of the EKC hypothesis in Türkiye, the study's long-term findings indicate that a 1% increase in economic growth leads to an approximately 6.16% increase in eCO₂ emissions, while a 1% increase in the square of economic growth results in an approximately 0.10% decrease in eCO₂ emissions. Consequently, it can be concluded that the EKC hypothesis holds valid in Türkiye during the examined period. Additionally, when investigating the long-term effects of other explanatory variables, it was discovered that a 1% increase in per capita energy consumption leads to an approximately 0.54% increase in eCO₂ emissions, and a 1% increase in trade openness results in an approximately 0.06% increase in eCO₂ emissions. Regarding the short-term results, the coefficient of ECT(-1) was found to be statistically significant at a 1% significance level with a negative sign (-0.7590). Based on this observation, it can be inferred that around 76% of the deviations in the short term are corrected in the subsequent period. This finding also indicates a swift adjustment process towards equilibrium in the long term.

When analyzing the findings, it becomes evident that the rise in per capita energy consumption is a significant factor contributing to the increase in eCO₂ emissions in Türkiye. This can be attributed to the prevalent use of fossil fuels such as coal, oil, and natural gas. Therefore, it is highly likely that energy consumption is a driving force behind CO₂ emissions in Türkiye, and our analysis results support this conclusion. Additionally, the findings indicate that trade openness is another influential factor in the increase of eCO₂ emissions in Türkiye. This can be attributed to the resource-intensive nature of imports and the country's dependency on external sources. As trade openness expands, it leads to an increase in economic activities, which in turn results in higher CO₂ emissions. Thus, it is highly plausible that trade openness contributes to the rise in CO₂ emissions in Türkiye, and our analysis results support this assertion.

Lastly, it should be noted that the validity of the EKC hypothesis in Türkiye should not be considered as the sole criterion. It should be remembered that the EKC

hypothesis emphasizes the potential of environmentally friendly policies and sustainability efforts to address environmental issues during the economic growth process. Therefore, the EKC is important as it suggests that economic growth can be promoted through eco-friendly solutions, indicating the possibility of a sustainable future. Türkiye's sustainable development goals encompass factors that challenge the validity of the EKC hypothesis. The transformation towards a green economy, initiating policies such as promoting clean energy usage and waste management, represents efforts to strike a balance between environmental quality and economic growth. However, the successful implementation of these policies may encounter various challenges. Factors such as

financing, technology transfer, infrastructure deficiencies, and the society's adaptation to this transformation process can hinder the achievement of sustainable development goals. In this context, it is crucial for policymakers and stakeholders to collaborate and enhance the feasibility of policies supporting environmental sustainability. Striking a balance between economic growth and environmental quality requires joint efforts to overcome challenges such as financial constraints, technology transfer barriers, and societal adaptation processes.

Katkı Oranları ve Çıkar Çatışması / Contribution Rates and Conflicts of Interest

| | | | |
|---------------------------------|---|--------------------------------|---|
| Etik Beyan | Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. | Ethical Statement | It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited |
| Yazar Katkıları | Çalışmanın Tasarlanması: OD (%30), KU (%30), DÖ (%40) Veri Toplanması: OD (%70), KU (%30) Veri Analizi: OD (%60), KU (%20), DÖ (%20) Makalenin Yazımı: OD (%40), KU (%30), DÖ (%30) Makale Gönderimi ve Revizyonu: OD (%15), KU (%15), DÖ (%70) | Author Contributions | Research Design: OD (%30), KU (%30), DÖ (%40) Data Collection: OD (%70), KU (%30) Data Analysis: OD (%60), KU (%20), DÖ (%20) Writing the Article: OD (%40), KU (%30), DÖ (%30) Article Submission and Revision: OD (%15), KU (%15), DÖ (%70) |
| Etik Bildirim | iibfdergi@cumhuriyet.edu.tr | Complaints | iibfdergi@cumhuriyet.edu.tr |
| Çıkar Çatışması | Çıkar çatışması beyan edilmemiştir. | Conflicts of Interest | The author(s) has no conflict of interest to declare. |
| Finansman | Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. | Grant Support | The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research. |
| Telif Hakkı & Lisans | Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır. | Copyright & License | Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. |

Kaynakça

- Ahmad, A., Zhao, Y., Shahbaz, M., Bano, S., Zhang, Z., Wang, S., ve Liu, Y. (2016). Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: An Aggregate and Disaggregate Analysis of The Indian Economy. *Energy Policy*, 96, 131–143.
- Albayrak, E. N., ve Gökçe, A. (2015). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 279-301.
- Balibey, M. (2015). Relationships Among CO2 Emissions, Economic Growth and Foreign Direct Investment and The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(4), 1042-1049.
- Başar, S., ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP). "2016 Raporu", "<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30022/EGR10.pdf?sequence=1&isAlloWed=y>". Erişim Tarihi: 02 Haziran 2023.
- Bölük, G., ve Mert, M. (2015). The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587-595.
- Cetin, M., Ecevit, E., ve Yucel, A. G. (2018). The Impact of Economic Growth, Energy Consumption, Trade Openness, and Financial Development on Carbon Emissions: Empirical Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 36589-36603.
- Ceylan, R., ve Karaağaç, G. E. (2020). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Test Edilmesi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Testi ile Hata Düzeltme Modelinden Kanıtlar. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*, 7(2), 75-85.
- Çağlar, A. E. (2022). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Araştırılmasında Çevresel Patentlerin Rolü: Genişletilmiş ARDL ile Kanıtlar. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(4).
- Çetin, M., ve Yüksel, Ö. (2018). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketiminin Karbon Emisyonu Üzerindeki Etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 169-186.
- Çoban, M. N., ve Özkan, O. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi: Türkiye'de Küreselleşme ve Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerindeki Etkisinin Yeni Dinamik ARDL Simülasyon Modeli ile İncelenmesi. *Akademik Hassasiyetler*, 9(19), 207-228.
- De Vita, G., Katircioglu, S., Altinay, L., Fethi, S., ve Mercan, M. (2015). Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in a Tourism Development Context. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 16652-16663.
- Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye için İncelenmesi: STIRPAT Modelinden Bulgular. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 268-283.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Emissions Database for Global Atmospheric Research-EDGAR (2023). "2023 Jrc Science For Policy Report: Ghg Emissions Of All World Countries" https://edgar.jrc.ec.europa.eu/booklet/GHG_emissions_of_all_world_countries_booklet_2023report.pdf Erişim Tarihi: 04 Ekim 2023
- Erdoğan, İ., Türköz, K., ve Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44), 113-123.
- Gill, A. R., Hassan, S., ve Haseeb, M. (2019). Moderating Role Of Financial Development in Environmental Kuznets: A Case Study of Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 34468-34478.
- Gozgor, G., ve Can, M. (2016). Export Product Diversification and the Environmental Kuznets Curve: Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 21594-21603.
- Gökmenoğlu, K., ve Taspınar, N. (2016). The Relationship Between CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth and FDI: The Case of Turkey. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 25(5), 706-723.
- Grossman G.M. ve Krueger A.B. (1991). Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement. Working Paper No.3914. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Hasanov, F. J., Mikayilov, J. I., Mukhtarov, S., ve Suleymanov, E. (2019). Does CO2 Emissions–Economic Growth Relationship Reveal EKC in Developing Countries? Evidence From Kazakhstan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(29), 30229–30241.
- International Energy Agency- IEA (2022). "Total energy supply (TES) by source, Republic of Türkiye 1990-2021" <https://www.iea.org/data-and-statistics> Erişim Tarihi: 09 Aralık 2023.
- Isik, C., Ongan, S., ve Özdemir, D. (2019). The Economic Growth/Development and Environmental Degradation: Evidence from the US State-Level EKC Hypothesis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 30772-30781.
- Iskandar, A. (2019). Economic Growth and CO2 Emissions In Indonesia: Investigating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis Existence. *Jurnal BPPK*, 20.
- Iwata, H., Okada, K., ve Samreth, S. (2010). Empirical Study on The Environmental Kuznets Curve for CO2 in France: The Role of Nuclear Energy. *Energy Policy*, 38(8), 4057–4063.
- Jalil, A., ve Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167–5172.
- Kalaycı, C., ve Hayaloğlu, P. (2019). The Impact of Economic Globalization On CO2 Emissions.

- International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 356-360.
- Katircioğlu, S. (2017). Investigating the Role of Oil Prices in The Conventional EKC Model: Evidence from Turkey. *Asian Economic and Financial Review*, 7(5), 498.
- Katircioğlu, S., ve Katircioğlu, S. (2018). Testing The Role of Urban Development in The Conventional Environmental Kuznets Curve: Evidence From Turkey. *Applied Economics Letters*, 25(11), 741-746.
- Kaygısız Durgun, A. (2018). Çevresel Kuznets Hipotezi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(32), 186-204.
- Kılıç, R., ve Akalin, G. (2016). Türkiye'de Çevre ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 49-60.
- Koçak, E. (2014). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Lise, W. (2006). Decomposition of CO2 Emissions Over 1980–2003 in Turkey. *Energy Policy*, 34(14), 1841-1852.
- Mcnown, R., Sam, C. Y., ve Goh, S. K. (2018). Bootstrapping The Autoregressive Distributed Lag Test for Cointegration. *Applied Economics*, 50(13), 1509–1521.
- Memduh Eren, B., Katircioğlu, S., ve Gokmenoglu, K. K. (2022). The Moderating Role of Informal Economy on Financial Development Induced Ekc Hypothesis in Turkey. *Energy & Environment*, 33(6), 1203-1226.
- Mikayilov, J. I., Galeotti, M., ve Hasanov, F. J. (2018). The Impact of Economic Growth on CO2 Emissions in Azerbaijan. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1558–1572.
- Mrabet, Z., ve Alsamara, M. (2017). Testing The Kuznets Curve Hypothesis for Qatar: A Comparison Between Carbon Dioxide and Ecological Footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1366-1375.
- Narayan, P. K. (2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence From Cointegration Tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979–1990.
- Narayan, P. K., ve Popp, S. (2010). A New Unit Root Test with Two Structural Breaks in Level And Slope at Unknown Time. *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425–1438.
- Ojaghlou, M., ve Uğurlu, E. (2023). Urbanization and Climate Change: Environmental Kuznets Curve (Ekc) And Stirpat Analysis for Turkey. *Economics & Sociology*, 16(1), 244-255.
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K., ve Taspınar, N. (2017). Testing the EKC Hypothesis by Considering Trade Openness, Urbanization, and Financial Development: The Case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 16690-16701.
- Ozturk, I., ve Acaravci, A. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Özaydın, Ö., ve Apaydın, C. (2019). Yapısal Kırılmalar Altında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *In Tekirdağ XI. IBANESS Congress Series* (pp. 667-677).
- Özbek, S ve Oğul, B. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 14(26), 35-46.
- Özden, C., ve Beşe, E. (2021). Environmental Kuznets Curve (EKC) in Australia: Evidence From Nonlinear ARDL Model with A Structural Break. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(3).
- Özpolat, A., ve Özsoy, F. N. (2021). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Çevresel Bozulmayı Azaltıyor Mu? Türkiye Örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(24), 49-60.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests And Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *Working Paper*. WEP 2-22/WP. 238.
- Pata, U. K. (2018). Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO2 Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770–779.
- Pata, U. K., Dam, M. M., ve Kaya, F. (2023). How Effective Are Renewable Energy, Tourism, Trade Openness, and Foreign Direct Investment on CO2 Emissions? An EKC Analysis for ASEAN Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 14821-14837.
- Pata, U. K., ve Çağlar, A. E. (2021). Investigating The EKC Hypothesis with Renewable Energy Consumption, Human Capital, Globalization and Trade Openness for China: Evidence from Augmented ARDL Approach with a Structural Break. *Energy*, 216, 119220.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., ve Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Rifkin, J. (2011). *Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiye Ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor?.* Çev. Sıral, P. ve Başekim, M. İletişim Yayınları.
- Saboori, B., Sulaiman, J., ve Mohd, S. (2016). Environmental Kuznets Curve and Energy Consumption in Malaysia: A Cointegration Approach. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, And Policy*, 11(9), 861–867.
- Sam, C. Y., Mcnown, R., ve Goh, S. K. (2019). An Augmented Autoregressive Distributed Lag Bounds Test for Cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130–141.
- Sarkodie, S. A., ve Öztürk, I. (2020). Investigating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Kenya: A Multivariate Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109481.
- Schwert G. (1989). Tests for Unit Roots: a Monte Carlo Investigation. *Journal of Business & Economic Statistics*, 7(2), 5-17.
- Seker, F., Ertugrul, H. M., ve Cetin, M. (2015). The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality: A Bounds Testing and Causality Analysis for Turkey. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.

- Shahbaz, M., Lean, H. H., ve Shabbir, M. S. (2012). Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947-2953.
- Shikwambana, L., Mhangara, P., ve Kganyago, M. (2021). Assessing The Relationship Between Economic Growth and Emissions Levels in South Africa Between 1994 and 2019. *Sustainability*, 13(5), 2645.
- Yandle, B., Vijayaraghavan, M., ve Bhattarai, M. (2002). The Environmental Kuznets Curve. A Primer, *PERC Research Study*, 2(1), 1-38.
- Yang, Z., ve Zhao, Y. (2014). Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in India: Evidence From Directed Acyclic Graphs. *Economic Modelling*, 38, 533-540.
- Yilanci, V., Gorus, M. S., ve Aydin, M. (2019). Are Shocks to Ecological Footprint in OECD Countries Permanent or Temporary?. *Journal of Cleaner Production*, 212, 270-301.
- Yurtkuran, S., ve Terzi, H. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisinin Ampirik Olarak Analizi: Meksika Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (20), 267-284.
- Zivot, E., ve Andrews, D.W.K. (1992). Further Evidence on The Great Crash, The Oil Price Shock and The Unit Root Hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10, 251-270.