

TÜRKİYE'DE KİRLİLİK SİĞİNAĞI HİPOTEZİ Mİ, YOKSA KİRLİLİK HALE HİPOTEZİ Mİ GEÇERLİDİR?: GENİŞLETİLMİŞ SINIR TESTİ (A-ARDL) YAKLAŞIMI

IS THE POLLUTION HAVEN HYPOTHESIS OR THE POLLUTION HALO HYPOTHESIS VALID IN TÜRKİYE?: AN AUGMENTED BOUNDS TEST (A-ARDL) APPROACH

Oğuzhan DEMİR

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
İktisat Bölümü
Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler
Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı
oguzhand.demir@gop.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6320-5562

Dilek ÖZDEMİR

Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari
Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü
pdilek@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0002-8048-7730

Sevda YAPRAKLI

Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve
İdari Bilimler Fakültesi, İktisat
Bölümü
sevda1@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0002-1902-899X

ÖZ

ABSTRACT

Geliş Tarihi:

17.07.2024

Kabul Tarihi:

28.03.2025

Yayın Tarihi:

27.06.2025

Anahtar Kelimeler

Kirlilik Sığınağı
Hipotezi,
Doğrudan Yabancı
Yatırımlar,
Kirlilik Hale
Hipotezi,
A-ARDL Sınır Testi

Keywords

Pollution Haven
Hypothesis,
Foreign Direct
Investments,
Pollution Halo
Hypothesis,
A-ARDL Bound
Test

Bu çalışma, Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımların (DYY) çevre kirliliği üzerindeki etkisini Kirlilik Sığınağı Hipotezi (KSH) ve Kirlilik Hale Hipotezi (KHH) kapsamında analiz etmektedir. 1975-2022 dönemine ait karbon emisyonları, kişi başına enerji tüketimi, DYY girişleri, ticari açıklık, gayrisafi sabit sermaye oluşumu ve ekonomik büyüme değişkenleri kullanılarak Genişletilmiş Sınır Testi (A-ARDL) yöntemi uygulanmıştır. Bulgular, DYY’nin kısa ve uzun dönemde CO₂ emisyonlarını artırdığını ve KSH’nin Türkiye için geçerli olduğunu göstermektedir. Özellikle enerji yoğun ve karbon salınımı yüksek sektörlerle yönelen DYY’ler, çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Bu sonuçlar, DYY politikalarının çevre dostu teknolojilere ve yenilenebilir enerji yatırımlarına yönlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, enerji verimliliğini artıran yapısal dönüşüm politikalarının uygulanması, karbon emisyonlarını azaltma noktasında kritik bir rol oynayacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda sektörel ve bölgesel düzeyde analizlerin derinleştirilmesi, DYY’lerin çevresel etkilerini daha kapsamlı bir şekilde ortaya koyacaktır.

This study investigates the impact of Foreign Direct Investment (FDI) on environmental pollution in Türkiye, with reference to the Pollution Haven Hypothesis (PHH) and the Pollution Halo Effect (PHE). Employing the Augmented Autoregressive Distributed Lag (A-ARDL) approach, the analysis covers the period 1975–2022 using a set of variables including carbon emissions, per capita energy consumption, FDI inflows, trade openness, gross fixed capital formation, and economic growth. Empirical findings indicate that FDI contributes to an increase in CO₂ emissions in both the short and long term, thereby providing strong evidence in support of the PHH in the case of Türkiye. In particular, FDI inflows targeting energy-intensive and carbon-intensive sectors appear to undermine environmental sustainability. These results underscore the necessity of redirecting FDI toward environmentally sustainable technologies and renewable energy investments. Moreover, the implementation of structural transformation policies aimed at improving energy efficiency is expected to play a pivotal role in mitigating carbon emissions. Future research would benefit from more disaggregated, sector-specific and regionally focused analyses to capture the heterogeneous environmental effects of FDI more comprehensively.

DOI: <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1517522>

Atıf/Cite as: Demir, O., Özdemir, D. & Yapraklı, S. (2025). Türkiye’de kirlilik sığınağı hipotezi mi, yoksa kirlilik hale hipotezi mi geçerlidir?: Genişletilmiş sınır testi (A-ARDL) yaklaşımı. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 15(2), 807-824.

Giriş

Ülke sınırları dışında hiçbir sınırlamaya tabi olmadan üretim yapılması olarak ifade edilen üretim küreselleşmesi/serbestleşmesi, 1950'li yıllardan bu yana tüm dünya ülkelerinin önem verdiği temel konular arasında yer almaktadır. Üretim küreselleşmesi hareketlerinin lokomotifi Doğrudan Yabancı Yatırım (DYY)'lardır (Aytemiz, 2009: 189-190). DYY'ler, yüksek teknolojinin Gelişmiş Ülke (GÜ)'lerden Gelişmekte Olan Ülke (GOÜ)'lere transferini ve yeni teknolojilerin kullanımı için gerekli olan bilgiyi sağlayarak; etkin kaynak tahsisi, artan faktör verimliliği, pozitif ölçek ekonomileri ve enerji tüketiminde artış gibi etkiler kanalıyla ekonomik büyüme ve kalkınma üzerinde etkili olabilmektedirler (Mishkin, 2009: 166-168; Wen vd., 2021: 2). Özellikle ekonomik etkilerinin dikkate alındığı DYY'lerin; nedenleri, türleri, sonuçları, itici-çekici faktörler, avantaj ve dezavantajları gibi çok sayıda faktör hem akademisyenlerin hem de politika yapımcıların temel araştırma alanları arasında yer almaktadır.

1980'li ve 1990'lı yıllardan itibaren yoğunlaşan finansal ve ticari küreselleşme (uluslararası mal, hizmet ve sermaye akımlarının ülkeler arasında sınırsız hareketliliği), bilgi iletişim teknolojilerindeki ilerleme ve diğer ülkelerdeki ucuz üretim faktörlerini (toprak, işgücü, sermaye gibi) kullanmak için üretimin aşamalandırılması gibi imkânlar doğrultusunda özellikle Çok Uluslu Şirket (ÇUŞ)'ler tarafından gerçekleştirilen DYY'lerde artış olmuştur. Merkezi bir noktası olan ve bu ana merkeze bağlı olarak farklı ülkelerde üretim yapan şubeler ve bağlı birimler, aynı anda birden fazla ülkede üretim gerçekleştirebilmektedirler. Bu nedenle gelişmiş ya da az gelişmiş çoğu ülke ÇUŞ'lerin yatırımlarını ülkelerine çekebilmek için teşvik edici politikalar uygulamaktadırlar (Seyidoğlu, 2009: 216, 622-623).

Bununla birlikte, ceteris paribus, DYY'ler sayesinde dünyada gerçekleşen ekonomik refah artışlarından tüm dünya ülkeleri eşit olarak yararlanamamıştır. Bunda ekonomik açıdan yurt içi firmaların ÇUŞ'lerle rekabet edememesi/haksız rekabet avantajı, teknoloji bağımlılığı yaratması, ulusal zenginliklerin başka ülkelere aktarılması, döviz giderlerinin artması gibi çok sayıda olumsuz gelişmenin etkisi olmuştur (Grossman ve Helpman, 2015: 101; Aissaoui ve Fabian, 2021: 5). Buna göre sadece ekonomik boyutta bile DYY'lerin her zaman avantajlı olmadığı dezavantajlarının da bulunduğu, teorik ve politik boyutta bu durumun dikkate alınması gerektiği kabul görmüştür.

DYY'lerin dezavantajları kapsamında ön plana çıkan temel unsurlardan biri DYY'lerin ekolojik sisteme geri dönülemez zararlar vermesidir. Ekolojik iktisatçıların görüşleri ile şekillenen bu konu 2000'li yıllardan itibaren literatürde yer edinmeye başlamıştır. Ekolojik iktisatçılar, ekonominin aşırı doğal kaynak tüketimi ve ortaya çıkan çevresel sorunlar nedeniyle, sonlu olan ekosistemin sınırlarına yaklaştığını savunmaktadırlar. Ekosistem, üretim ve tüketimi sürdürülebilir kılmak adına iktisadi faaliyetlerin gereksinim duyduğu ham madde ve diğer girdileri temin ederek işlev göstermektedir. Ancak bu süreç ekosistem üzerinde tahrip edici etkilere neden olabilmektedir. Başka bir deyişle, ekonomik faaliyetler için ekosistemden kaynak çekilirken (doğal kaynakların tükenmesi), ekosisteme kirlilik eklenmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde geri dönüştürülemeyen atıklar, ekosistem üzerinde tahribata yol açmakta ve sonuç olarak ekonomik refah ve performans olumsuz bir şekilde etkilenmektedir (Yapraklı, 2013: 66-67).

Ülkelerin karşılaştıkları iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi sorunların artmaya başladığı 2000'li yıllardan itibaren DYY ile artan üretim ve bunu destekleyen ticari ve finansal küreselleşmenin ortaya çıkardığı üretim ve refah artışının çevre üzerindeki etkileri tüm dünya ülkelerinin aktif tedbirler uygulamak zorunda oldukları bir konu haline gelmiştir. Bu kapsamda ceteris paribus, DYY'lerin çevre üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalar yapılmaya başlamıştır. DYY'lere dayalı olanlar da dahil, üretim sonucunda ortaya çıkan karbondioksit (CO₂)'in çevre üzerindeki etkileri literatürde en çok araştırılan konulardan biri hâline gelmiştir. Çünkü CO₂'nin çevreyi kirlletici sera gazları içerisindeki payı 3/4'tür (Martínez-Zarzoso ve Maruotti, 2011: 1344). CO₂ salınımlarında meydana gelen her artış büyük çevresel felaketlerin gerçekleşebileceğine işaret etmektedir (Yurtkuran ve Terzi, 2018: 267).

Bu çalışma ile dışa açık bir ülke olan Türkiye'de DYY girişlerinin çevre üzerindeki etkileri "Kirlilik Sığınağı Hipotezi" ve "Kirlilik Hale Hipotezi" şeklindeki birbirine zıt iki hipotez üzerinden test edilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın temel katkıları birkaç boyutta öne çıkmaktadır. İlk olarak, uzun bir zaman dilimini kapsayan 1975-2022 dönemi incelenmekte ve A-ARDL yöntemi kullanılarak daha güvenilir bulgulara ulaşılmaktadır. İkinci olarak, çalışmada karbon emisyonları, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve sermaye oluşumu gibi değişkenler bir arada değerlendirilmektedir. Üçüncü olarak, literatürdeki boşluklardan biri olan Türkiye

özelindeki DYY-çevre ilişkisi, güncel bir metodolojiyle ele alınarak politika yapıcılara somut öneriler sunulmaktadır.

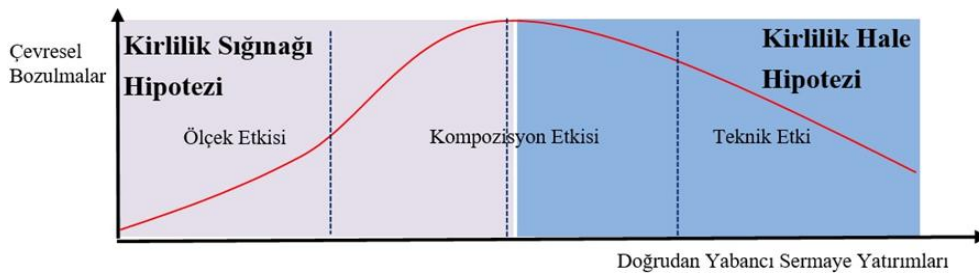
Çalışmanın motivasyonu, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme hedefleri doğrultusunda DYY çekmeye yönelik politikalar uygularken çevresel sürdürülebilirliği nasıl sağlayabilecekleri sorusuna yanıt aramaktır. Bu doğrultuda, DYY'lerin çevresel etkilerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi, politika yapıcıların net faydası yüksek yatırımlara yönelmelerini sağlamaktadır. Ayrıca çalışmanın bulguları, Türkiye'nin çevresel zararları azaltarak yeşil büyüme hedeflerine ulaşmasını destekleyecek yapısal dönüşüm politikalarının önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde DYY ve çevre kirliliği arasındaki ilişki detaylı bir şekilde ele alınarak kavramsal bir çerçeve sunulmaktadır. İkinci bölümde KSH ve KHH'nin teorik altyapısı ve bu kapsamda geliştirilen mekanizmalar açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde literatür taraması yapılarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilen çalışmaların bulguları karşılaştırılmaktadır. Dördüncü bölümde ekonometrik yöntem, veri seti ve analiz bulguları sunulmaktadır. Son bölümde ise sonuçlar tartışılarak politika önerileri geliştirilmektedir. Bu kapsamlı yapı, çalışmanın hem teorik hem de uygulamalı yönüyle literatüre ve politika yapıcılara katkı sunmayı hedeflemektedir.

Teorik Çerçeve

DYY ile çevresel bozulma arasındaki ilişki temel olarak iki hipotez aracılığıyla açıklanmaktadır. Bu hipotezlerden ilki "Kirlilik Sığınağı Hipotezi (KSH)", diğeri ise "Kirlilik Hale Hipotezi (KHH)"dir (Kiviyro ve Arminen, 2014: 596; Zhang ve Zhou, 2016: 944). Acharyya'ya göre KSH'de az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler DYY'lerden daha fazla pay alabilmek için çevresel unsurlara yönelik esnek politikalar izlemektedirler. Bu esnek politikalar, GÜ'lerde varlığını sürdüren şirketlere daha düşük bir üretim maliyeti ile üretim yapma imkânı sunmaktadır. Her durumda kâr maksimizasyonunu amaçlayan şirketler, yatırımlarını maliyet avantajı elde edebilecekleri o ülkelere yönlendirmektedirler. Bu durumda DYY'lerde meydana gelen artış, kirlilik yaratan sektörlerin varlığını ve o ülkelerdeki kirlilik seviyesini artırmaktadır. Dolayısıyla bu hipoteze göre DYY'lerdeki artış, çevre kirliliğini de artırmaktadır (Acharyya, 2009: 45-46). Diğer taraftan Hoffman vd.'ne göre KHH'de DYY girişlerindeki ve dolayısıyla yurtiçi üretim miktarındaki artış çevresel duyarlılığı geliştirebilmektedir. Buna göre evrensel çevre standartlarını benimseyen ÇUŞ'ler, yatırım yaptıkları ülke/lerdeki ulusal firmaları da etkileyerek çevreye duyarlı yeşil üretim teknolojisi kullanma oranının yükselmesine katkıda bulunacaklardır. Dolayısıyla bu hipoteze göre DYY'lerdeki artış, çevre kirliliğini de azaltacaktır (Hoffman vd., 2005: 311).

KSH ve KHH'lerine ilişkin açıklamalar ölçek, kompozisyon ve teknik etki üzerinden yapılmaktadır. Ölçek etkisinde, artan DYY ve dolayısıyla yurt içi üretim artışı, daha fazla doğal kaynak tüketimine ve atık miktarında artışa yol açmaktadır. Kompozisyon etkisine göre DYY girişlerindeki artışlar yurt içi endüstrilerdeki temel dinamikleri etkileyebilmekte, kirlilik yaratan üretim sektörlerinden kirlilik üretmeyen hizmet sektörüne doğru kayış yaşandıkça kirlilik azalmaktadır. Teknik etki ise çevre dostu teknolojilerin transferlerin kolaylaşması sayesinde yatırım alan ülkenin çevre kalitesinin artacağını göstermektedir (Acheampong vd., 2019: 437). Üç etkiye ilişkin bilgiler Grafik 1'de gösterilmektedir.



Grafik 1. DYY'lerin Çevre Üzerindeki Etkileri

Kaynak: (Yurtkuran, 2020: 63).

DYY girişinde artış yaşanan ülkede hangi hipotezin geçerli olduğu ölçek, kompozisyon ve teknik etkiye göre belirlenebilmektedir. Yatırım alan ülkede ölçek ve kompozisyon etkisinin artan trend düzeyi teknik etkiden daha

baskın ise KSH; kompozisyon etkisinin azalan trend düzeyi ile teknik etki daha baskın ise KHH geçerli olmaktadır (Yurtkuran, 2020: 62).

Literatür

DYY'lerin çevre üzerindeki etkileri, çevresel sorunların ekolojik sisteme geri dönülemez zararlar vermeye başlaması ve özellikle ekolojik iktisatçıların görüşleri sayesinde, 2000'li yıllardan itibaren ekonometrik analizlere konu olmaya başlamıştır. Konuya ilişkin çalışmalardan elde edilen bulgular, Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı-UNCTAD (2023) raporu doğrultusunda GÜ ve GOÜ sıralamasına ve araştırmaya konu olan Türkiye'ye göre sınıflandırılarak değerlendirilmiştir. Söz konusu çalışmalara ilişkin özet bilgiler şu şekildedir.

Rezza (2013), Chung (2014), Shahbaz, Nasir ve Roubaud (2018), Balsalobre-Lorente vd. (2021), Buluş ve Koç (2021), Balsalobre-Lorente vd. (2022), Chiriluş ve Costea (2023), Hernandez Soto (2023) ve Javed vd. (2023) gibi belli başlı araştırmacılar tarafından çalışmalarda KSH'nin geçerliliği GÜ bazında incelenmiş ve hipotezin geçerli olduğu yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Diğer taraftan Kirkpatrick ve Shimamoto (2008), Kubicova (2014), Hille vd. (2019), Neves vd. (2020) ve Chien vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalarda ise GÜ'lerde KHH'nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalarda genel olarak GÜ'lere yönelik DYY'lerin üretim sürecinde daha etkili ve verimli enerji kaynakları kullanmaya teşvik edildikleri yasal standartların çevre kirliliği üzerindeki olumsuz etkileri azalttığı yönündedir.

GOÜ bazında [Ajide ve Adeniyi (2010), Lau vd. (2014), Bakhsh vd. (2017), Sun vd. (2017), Mui-Yin vd. (2018), Rana ve Sharma (2019), Ur Rahman vd. (2019), Mensah vd. (2021), Akram vd. (2022), Hamid vd. (2022) ve Firoj vd. (2023)] yapılan çalışmalarda KSH'nin geçerli olduğu, Tang ve Tan (2015) ve Yılancı vd. (2023) tarafından yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalarda ise KHH'nin geçerli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen bulgulara göre fosil yakıt kullanımına dayalı üretim yapan firmaların özellikle çevre standartlarının olmadığı GOÜ'lere yönelmesi, DYY'lerin çevre üzerindeki olumsuz etkisini artırmaktadır.

Türkiye üzerinde yapılan bu çalışma kapsamında GOÜ grubunda yer alan Türkiye özelinde farklı ekonometrik yöntemlerle yapılan temel çalışmalardan bazıları [Mutafoğlu (2012), Balıbey (2015), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Kılıçarslan ve Dumrul (2017), Koçak ve Şarkgüneşi (2018), Işıksal vd. (2019), Terzi ve Pata (2020) ve Çil (2023)] KSH'nin; Öztürk ve Öz (2016), Destek ve Okumuş (2019), Mert ve Çağlar (2020) ve Bulut (2021) gibi araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ise KHH'nin geçerli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Söz konusu çalışmalarda da genel olarak DYY'lerin üretim yapıları, sektörel farklılık, ülke ekonomisinin dış yatırım çekme isteği/gerekliği ve uygulamalı çalışmalarda farklı yöntemlerin kullanılması gibi nedenlerle bulguların farklılaştığı gözlenmiştir.

Yukarıda incelenen çalışmalara ilişkin özet bilgiler ülke grubu, yazarlar, yöntem, çalışma dönemi, ülke ve KSH geçerliliğine dair bilgileri içerecek şekilde Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. KSH'nin Geçerliliğine İlişkin Temel Çalışmalar

Gelişmiş Ülkelere Ait Literatür Taraması				
Yazar(lar), Yıl	Yöntem	Çalışma Dönemi	Ülke	KSH Geçerliliği
Kirkpatrick ve Shimamoto (2008)	Logit Model	1992-1997	Japonya	X
Rezza (2013)	Regresyon Analizi	1999-2005	Norveç	✓
Chung (2014)	Sabit Etkiler Modeli	2000-2007	Güney Kore	✓
Kubicova (2014)	Granger Nedensellik, VAR Modeli	1993-2011	Slovakya	X
Shahbaz vd. (2018)	Bootstrap ARDL	1955-2016	Fransa	✓
Hille vd. (2019)	Panel Regresyon	2000-2011	Güney Kore	X

Neves vd. (2020)	Panel ARDL	1995-2017	EU-17	X
Balsalobre-Lorente vd. (2021)	Panel FMOLS, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Testi	1990-2015	EU-5	✓
Buluş ve Koç (2021)	ARDL	1970-2018	Güney Kore	✓
Balsalobre-Lorente vd. (2022)	Panel DOLS, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Testi	1990-2019	PIIGS Ülkeleri	✓
Chien vd. (2023)	Panel OLS, Panel FMOLS	2001-2015	G-7 Ülkeleri	X
Chiriluş ve Costea (2023)	Granger Nedensellik	2007-2021	Romanya	✓
Hernandez Soto (2023)	ARDL	1961-2018	İspanya	✓
Javed vd. (2023)	ARDL ve NARDL	1970-2018	İtalya	✓
Gelişmekte Olan Ülkelere Ait Literatür Taraması				
Ajide ve Adeniyi (2010)	ARDL	1970-2006	Nijerya	✓
Mutafoğlu (2012)	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testi	1987Q1-2009Q4	Türkiye	✓
Lau vd. (2014)	ARDL, Granger Nedensellik Testi	1970-2008	Malezya	✓
Balıbey (2015)	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testi	1974-2011	Türkiye	✓
Tang ve Tan (2015)	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testi	1976-2009	Vietnam	X
Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016)	ARDL, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	1974-2010	Türkiye	✓
Öztürk ve Öz (2016)	DOLS Tahmincisi, Granger Nedensellik	1974-2011	Türkiye	X
Bakhsh vd. (2017)	3 Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi	1980-2014	Pakistan	✓
Kılıçarslan ve Dumrul (2017)	Johansen Eşbütünleşme Testi, VECM Modeli	1974-2013	Türkiye	✓
Sun vd. (2017)	ARDL	1980-2012	Çin	✓
Koçak ve Şarkgüneşi (2018)	DOLS, Maki Eşbütünleşme, Hacker ve Hatemi-J Nedensellik Testi	1974-2013	Türkiye	✓
Mui-Yin vd. (2018)	ARDL	1997-2014	Malezya	✓
Rana ve Sharma (2019)	Değiştirilmiş Wald Testi ve Genişletilmiş Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	1982-2013	Hindistan	✓
Destek ve Okumuş (2019)	CCE Tahmincisi	1982-2013	Türkiye	X
Işıksal vd. (2019)	ARDL, Hatemi-J Eşbütünleşme Testi	1980-2014	Türkiye	✓
Ur Rahman vd. (2019)	NARDL	1975-2016	Pakistan	✓
Mert ve Çağlar (2020)	Saklı EşBütünleşme Testleri	1974-2018	Türkiye	X
Terzi ve Pata (2020)	Toda-Yamamoto/Granger Nedensellik Testi	1974-2011	Türkiye	✓

Bulut (2021)	ARDL Sınır Testi, DOLS Tahmincisi	1970-2016	Türkiye	X
Mensah vd. (2021)	ARDL	1976-2017	Gana	✓
Akram vd. (2022)	QARDL	1982Q1-2018Q4	Çin	✓
Hamid vd. (2022)	ARDL ve NARDL	1980-2019	Umman	✓
Firoj vd. (2023)	ARDL	1986-2018	Bangladeş	✓
Çil (2023)	Fourier Eşbütünleşme/Nedensellik Testi	1970-2020	Türkiye	✓
Yılcı vd. (2023)	ARDL	1976-2018	Endonezya	X

“**Not:** Tabloda yer alan “**VAR:** Vector Autoregression”, “**ARDL:** Autoregressive Distributed Lag”, “**CCE:** Common Correlated Effect”, “**FMOLS:** Fully Modified Ordinary Least Squares”, “**DOLS:** Dynamic Ordinary Least Squares”, “**OLS:** Ordinary Least Squares”, “**NARDL:** Nonlinear Autoregressive Distributed Lag”, “**QARDL:** Quantile Autoregressive Distributed Lag”, “**EU:** Avrupa Birliği”ni, “**PIIGS:** Portekiz, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve İspanya ülkelerini, “**G-7:** En gelişmiş yedi ekonomiyi”, “**VECM:** “Vector Error Correction Modeli” ifade etmektedir. Ayrıca, tablo içerisinde yer alan “✓” işareti KSH’nin geçerliliğini ifade ederken, “X” işareti KHH’nin geçerliliğini belirtmektedir.”

Tablo 1’e göre konuya ilişkin temel çalışmalardan elde edilen genel sonuç, DYY girişlerinin çevresel bozulma üzerinde etkili olduğu yönündedir. Ancak etkinin yönü ve büyüklüğü, yani KSH’nin geçerli olup olmadığı konusunda net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Zaman serisi ve panel veri analizlerine dayalı olarak yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda KSH’nin geçerliliğinin; ülkelerin gelişmişlik düzeylerine, üretim yapılarına, teknoloji transferine/kopyalamaya, çevre bilinci düzeyine, kullanılan yöntem, veri seti ve örnekleme göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Bu çalışma, araştırma dönemi, veri seti ve yöntem açısından literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca çalışmada yapılan kapsamlı ekonometrik uygulamaların ve bulguların politika yapıcılara ve gelecekteki akademik çalışmalara yol göstermesi beklenmektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, DYY’lerin çevresel etkileri konusunda literatürde net bir görüş birliğinin olmadığı görülmektedir. Türkiye özelinde mevcut çalışmalar, kullanılan yöntem, veri seti ve analiz dönemlerindeki farklılıklar nedeniyle tutarsız sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, uzun dönemli güncel veriler kullanılarak A-ARDL yöntemi ile yapılan bu çalışma, Türkiye’de KSH ve KHH arasındaki ilişkiyi daha kapsamlı ve güvenilir bir şekilde analiz ederek literatürdeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Ekonometrik Analizler

Bu çalışmada DYY girişlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi KSH ve KHH bağlamında Türkiye için test edilmiştir. Ekonometrik analizlerde kullanılan veri seti, yöntem ve tahmin sonuçları çalışmanın bu bölümden sonra alt başlıklar halinde sunulmuştur.

Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada 1975-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye için KSH’nin mi yoksa KHH’nin mi geçerli olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Verilerin logaritmik olarak kullanılması, değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin incelenmesini kolaylaştırmakta ve değişkenler arasındaki değişim oranlarının yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, logaritmik dönüşüm, değişkenlerin birim farklılıklarını ortadan kaldırarak verilerin varyansını stabilize etmekte ve analiz sonuçlarının daha güvenilir hâle gelmesini sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmada kullanılan tüm değişkenler logaritmik forma dönüştürülerek analiz edilmiş olup, kullanılan veriler ve bu verilerin elde edildiği veri tabanları Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Analizlerde Kullanılan Değişkenlerin Tanımları ve Derlendiği Kaynaklar

Değişken	Açıklama	Kaynak	Referans
lnCO ₂	“Enerji Tüketiminden Kaynaklı Karbon Emisyonları (Milyon Ton)”	BP	Haryanto vd. (2022)
lnFDI	“Doğrudan Yabancı Yatırım Girişleri (% GDP)”	WDI	Sun vd. (2017)
lnENR	“Kişi Başına Düşen Birincil Enerji Tüketimi (Gigajoule)”	BP	Keh vd. (2023)

lnRGDP	“Reel GDP: 2015 Sabit Fiyatlarıyla (milyon\$)”	WDI	Shahbaz vd. (2019)
lnGFC	“Gayrisafi Sabit Sermaye Oluşumu (% GDP)”	WDI	Firoj vd. (2023)
lnTRADE	“Ticari Açıklık (% GDP)”	WDI	Firoj vd. (2023)

“Not: “BP ve WDI” ifadeleri sırasıyla “BP Statistical Review of World Energy” ve “World Development Indicators” veri tabanlarını temsil etmektedir.”

DYY’nin çevre üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla çalışmada kullanılan temel fonksiyon için Tablo 2’de verilen benzer değişkenleri kullanan referanslar baz alınmıştır. Söz konusu fonksiyon şu şekildedir;

$$CO_2 = f(FDI, ENR, RGDP, GFC, TRADE) \quad (1)$$

Burada CO_2 ; enerji tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonlarını, FDI; doğrudan yabancı yatırımlarını, ENR; kişi başına enerji tüketimini, RGDP; ekonomik büyümeyi, GFC; gayrisafi sabit sermaye oluşumunu, TRADE; ticari açıklığı temsil etmektedir. (1) nolu fonksiyondan hareketle oluşturulan ve tahminlerde kullanılan model aşağıda verilmiştir.

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln FDI_t + \beta_2 \ln ENR_t + \beta_3 \ln RGDP_t + \beta_4 \ln GFC_t + \beta_5 \ln TRADE_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

(2) numaralı modelde, β_0 sabit terimi, t zamanı ve ε ise hata terimini göstermektedir. Yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada modele dahil edilen değişkenlerin doğal logaritması alınarak, “ln” ile gösterilmiştir.

Çalışmada regresyon tahminlerine geçilmeden önce sahte bulgulardan kaçınmak adına değişkenlerin birim kök özellikleri incelenmiştir. Bu bağlamda, geleneksel olarak kabul edilen Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Ancak zaman serilerinin sıklıkla rassal şoklardan etkilendiği göz önünde bulundurularak, durağanlık gösterse bile birim kök içerebileceği unutulmamalıdır (Narayan ve Popp, 2010; Zivot ve Andrews, 1992). Bu sebeple yapısal kırılmanın göz önünde bulundurulduğu Lee-Strazicich (2013) birim kök testi de çalışmaya dahil edilmiştir.

Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL yaklaşımı, açıklayıcı değişkenlerin farklı durağanlık seviyelerine izin vermesi nedeniyle birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Pesaran vd. (2001) eşbütünleşmenin varlığını doğrulamak için $F_{bütün}$ ve $t_{bağımlı}$ testlerini önermektedirler. Ancak ARDL yönteminde bağımlı değişkenin I(1) düzeyinde durağan olması ve bağımsız değişkenlerde zayıf dışsallığın varlığı gibi bazı katı varsayımlar bulunmaktadır. Bu katı varsayımların dikkate alınmaması durumunda sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Sam vd. (2019) tarafından literatüre kazandırılan A-ARDL yönteminde ise ifade edilen bu katı varsayımların bertaraf edilmesi için McNown vd. (2018) ile Sam vd. (2019) gecikmeli bağımsız değişkenler için yeni bir F testi geliştirmiştir. Geliştirilen bu yeni F testi ile bağımlı değişkenin seviyede durağan olduğu durumlarda da ARDL modelini kullanmak mümkün hâle gelmiştir. Böylece klasik ARDL modelinde Pesaran vd.(2001)’nin testlerine ek olarak $F_{bağımsız}$ testi de kullanılmaya başlanmıştır. Buna göre üç test istatistiğinin ($F_{bütün}$, $t_{bağımlı}$, $F_{bağımsız}$) üst sınır kritik değerlerden büyük olması, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir (Sam vd. 2019). Bu çalışmada yapılan birim kök testi sonuçlarından hareketle bağımlı değişkenin I(0) olduğu durumu da dikkate alan A-ARDL yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan ARDL modeli (3) nolu denklem yardımıyla gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} \Delta \ln CO_{2t} = & a_0 + \theta_1 \ln CO_{2t-1} + \theta_2 \ln FDI_{t-1} + \theta_3 \ln ENR_{t-1} + \theta_4 \ln RGDP_{t-1} + \theta_5 \ln GFC_{t-1} + \theta_6 \ln TRADE_{t-1} \\ & + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{2i} \Delta \ln FDI_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln ENR_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{4i} \Delta \ln RGDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{5i} \Delta \ln GFC_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^p \beta_{6i} \Delta \ln TRADE_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3)$$

Denklem (3)’te yer alan a_0 sabit terimi, $\theta_1, \dots, \theta_6$ uzun dönem katsayılarını, $\beta_1, \dots, \beta_6$ kısa dönem katsayılarını, p optimal gecikme uzunluğunu, Δ fark işlemcisini son olarak ε_t hata terimini tanımlamaktadır. Analizlerde Eviews 12 paket programı kullanılmıştır.

Tahmin Sonuçları

DYY'lerin çevre üzerindeki etkisini tahmin etmeye yönelik regresyon analizlerinde kullanılan değişkenlere ait birim kök testi sonuçları Tablo 3 ve 4'te verilmiştir. Çalışmada 1975-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye için KSH'nin mi yoksa KHH'nin mi geçerli olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 3. Geleneksel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF				PP			
	Düzy		1.Fark		Düzy		1.Fark	
	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend
lnCO ₂	-1.4242	-2.5289	-7.6953 *	-7.7706 *	-2.0996	-2.5048	-7.8894 *	-8.2481 *
	(0.5625)	(0.3135)	(0.0000)	(0.0000)	(0.2458)	(0.3246)	(0.0000)	(0.0000)
	{0}	{0}	{0}	{0}	{7}	{1}	{4}	{5}
lnENR	-1.1053	-2.9135	-7.8646 *	-7.8032 *	-1.4175	-2.91357	-8.1115 *	-8.0563 *
	(0.7062)	(0.1677)	(0.0000)	(0.0000)	(0.5658)	(0.1677)	(0.0000)	(0.0000)
	{0}	{0}	{0}	{0}	{8}	{0}	{5}	{5}
lnFDI	-1.7702	-4.4097 *	-11.5716 *	-	-1.4767	-4.6878 *	-14.1114 *	-
	(0.3903)	(0.0052)	(0.0000)	-	(0.5365)	(0.0024)	(0.0000)	-
	{0}	{0}	{0}	-	{4}	{3}	{8}	-
lnRGDP	0.5697	-2.5174	-6.8744	-7.0014	0.9418	-2.6054	-6.8842	-7.1485
	(0.9874)	(0.3188)	(0.0000)	(0.0000)	(0.9953)	(0.2799)	(0.0000)	(0.0000)
	{0}	{0}	{0}	{0}	{5}	{2}	{3}	{4}
lnGFC	-1.6585	-2.6493	-6.2423 *	-6.1633 *	-1.7383	-2.6493	-6.2272 *	-6.1392 *
	(0.4453)	(0.2616)	(0.0000)	(0.0000)	(0.4058)	(0.2616)	(0.0000)	(0.0000)
	{0}	{0}	{0}	{0}	{2}	{0}	{4}	{4}
lnTRADE	-1.2997	-2.8090	-5.1612 *	-5.1428 *	-1.1328	-2.4157	-5.8684 *	-5.8301 *
	(0.6221)	(0.2015)	(0.0001)	(0.0007)	(0.6951)	(0.3671)	(0.0000)	(0.0001)
	{0}	{1}	{1}	{1}	{6}	{3}	{8}	{8}

Tablo 4. Yapısal Kırılmayı Dikkate Alan Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Lee-Strazicich (2013)					
	Model A			Model C		
	Düzy	1. Fark	Kritik Değer	Düzy	1. Fark	Kritik Değer
lnCO ₂	-3.3196 ***			-4.7698 **		% 1= -4.800
	[1988]	-		[1993]	-	% 5= -4.232
	{0}			{4}		% 10=-3.941
lnENR	-4.0545 **		% 1 = -4.084	-5.4045 *		% 1= -4.800
	[1986]	-		[1993]	-	% 5= -4.232
	{2}		% 5 = -3.487	{5}		% 10=-3.941
lnFDI	-3.8554 **			-4.7605 **		% 1= -4.906
	[2000]	-	% 10 -3.185	[2001]	-	% 5= -4.345
	{7}			{7}		% 10=-4.067
lnRGDP	-4.7395 *			-5.6288 *		% 1= -4.892
	[2010]	-		[1998]	-	% 5= -4.326

	{3}		{3}	% 10=-4.044
	-3.5843 **		-4.2196 **	% 1= -4.633
lnGFC	[2000]	-	[1988]	% 5= -4.067
	{1}		{7}	% 10=-3.789
	-2.9584	-4.0824 **	-6.1493 *	% 1= -4.862
lnTRADE	[1986]	[1985]	[1996]	% 5= -4.297
	{1}	{0}	{7}	% 10=-4.013

“**Not:** Tablo 4 ve 5’te “()” işaretinin içerisindeki değerler olasılık değerleri, “{ }” işaretinin içerisinde ise optimal gecikme uzunlukları göstermektedir. Optimal gecikme uzunlukları belirlenmesinde ise Schwert’in (1989) formülü dikkate alınmıştır. Buna göre, optimal gecikme uzunluğu $9.98 \cong 10$ olarak belirlenmiş, çalışmada ise maksimum 8 gecikme alınmıştır.

Not 2: Tablo içerisinde yer alan bir diğer “*, **, ***” işaretleri ise sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.”

Tablo 3’teki geleneksel birim kök testlerinin (ADF ve PP) sonuçlarına göre bağımlı değişkenin I(1), Tablo 4’teki tek kırılmalı Lee-Strazicich (2013) birim kök testine göre ise bağımlı değişkenin I(0) olduğu görülmektedir. Bu durumun dikkate alınmaması yanlış bulgulara yol açabileceği için çalışmada A-ARDL modeline göre tahminler yapılmıştır. (3) numaralı A-ARDL modeline ilişkin eşbütünleşme sonuçları Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. A-ARDL Eşbütünleşme Sonuçları

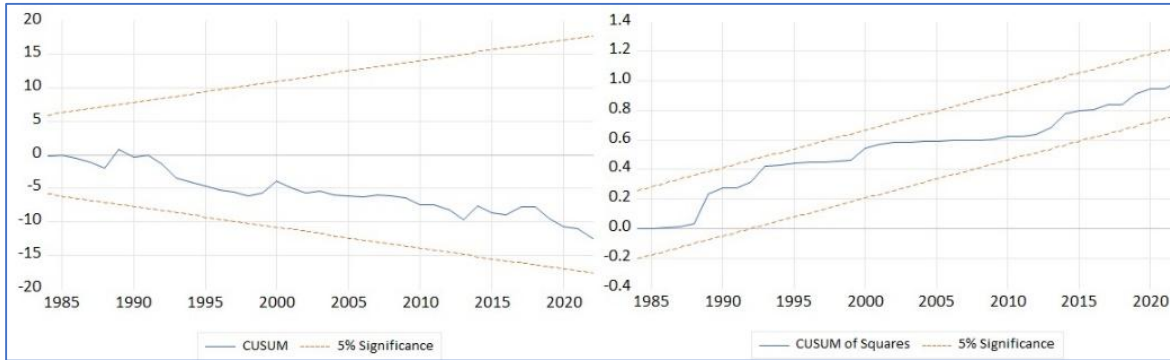
Model	Tahmin Edilen Model	Testler	Referans ve Kritik Değerler		
Model: Denklem (3)	(1,1,0,0,0)		Narayan (2005)		
Hipotezler		F _{bütün} = 15.469*	% 10	% 5	% 1
H ₀ : Eşbütünleşme ilişkisi yoktur.			3.60	4.21	5.58
H ₁ : Eşbütünleşme ilişki vardır.			Pesaran vd. (2001)		
		t _{bağımlı} = -8.757*	% 10	% 5	% 1
			-3.86	-4.19	-4.79
			Sam vd. (2019)		
		F _{bağımsız} = 17.460*	% 10	% 5	% 1
			3.57	4.25	5.81
Spesifikasyon Testleri	F-istatistik	Olasılık			
Ramsey - RESET Testi	3.0157	0.0612			
Normallik, Jarque-Bera	1.2870	0.5254			
Otokorelasyon, LM	1.6097	0.2136			
Değişen Varyans, White	1.2183	0.3641			
CUSUM	Stabil				
CUSUMQ	Stabil				

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

Tablo 5’te görüleceği üzere her üç test istatistiğine ($F_{bütün}$, $t_{bağımlı}$, $F_{bağımsız}$) göre “Eşbütünleşme ilişkisi yoktur” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilmiştir. Buna göre CO₂ ile bağımsız değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 5’te verilen tahmin sonuçlarının güvenilirliğine ilişkin gerçekleştirilen spesifikasyon testlerinden; Ramsey RESET Testi modeldeki matematiksel kalıbın doğru seçildiğini, Jarque-Bera Testi modeldeki serilerin normal

dağıldığını, LM testi modelde otokorelasyon sorunu olmadığını, White Testi ise modelde değişen varyans sorunu olmadığını göstermektedir. Son olarak CUSUM ve CUSUMQ testleri gerçekleştirilmiş ve model katsayılarının incelenen dönem itibarıyla istikrarlı olduğunu gösteren sonuçlar Grafik 2’de verilmiştir.



Grafik 2. CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri

Tablo 5’te CO₂ ile bağımsız değişkenler arasında varlığı saptanan eşbütünleşme ilişkisinden hareketle uzun ve kısa dönem katsayı tahminleri yapılmıştır. Tahmin sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları: A-ARDL Modeli

Bağımlı Değişken: lnCO ₂ Açıklayıcı Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	Olasılık Değeri
<i>Uzun Dönem</i>			
lnFDI	0.0365	0.0112	0.0024*
lnENR	1.1452	0.1359	0.0000*
lnRGDP	0.1226	0.0724	0.0983***
lnGFC	-0.1689	0.0525	0.0026*
lnTRADE	0.0584	0.0251	0.0255**
<i>Kısa Dönem</i>			
ΔlnFDI	0.0132	0.1684	0.0499**
C	-1.6822	0.0065	0.0000*
ECT(-1)	-0.8001	0.0781	0.0000*
R²		0.7273	
Düzeltilmiş R²		0.7149	
F-istatistik		58.6818	
DW		2.2819	

“Not: Olasılık değerlerinin arkasında yer alan “*, **, ***” ifadeleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.”

Tablo 6’da yer alan uzun dönem sonuçları incelendiğinde, bütün katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Türkiye özelinde KSH’nin geçerliliğini test etmeye yönelik model tahmininin uzun dönem sonuçları, DYY girişlerinde meydana gelen % 1’lik artışın CO₂ emisyonlarını yaklaşık % 0.04 arttırdığını göstermektedir. Dolayısıyla uzun dönem itibarıyla Türkiye’de KSH’nin geçerli olduğu ifade edilebilir. Bu sonuç Türkiye üzerine çalışma yapan Mutafoğlu (2012), Balıbey (2015), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Kılıçarslan ve Dumrul (2017), Koçak ve Şarkgüneşi (2018), Işıksal vd. (2019), Terzi ve Pata (2020) ve Çil (2023)’in çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Öztürk ve Öz (2016), Destek ve Okumuş (2019), Mert ve Çağlar (2020) ve Bulut (2021) çalışmaların sonuçlarından farklılaşmaktadır. Bunda veri dönemi, seti ve yöntem farklılıklarının etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Diğer açıklayıcı değişkenlerin uzun dönem etkileri incelendiğinde; kişi başına enerji tüketiminde, reel gayrisafi yurtiçi hasıladada ve ticari açıklıkta meydana gelen % 1'lik artışın CO₂ emisyonlarını sırasıyla yaklaşık % 1.15, % 0.12 ve % 0.06 oranlarında arttırdığı; gayrisafi sabit sermaye oluşumunda meydana gelen % 1'lik artışın ise CO₂ emisyonlarını yaklaşık % 0.17 azalttığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar enerji tüketimi açısından Xu vd. (2016), Katırcıoğlu ve Katırcıoğlu (2018) ve Pata (2018); ekonomik büyüme açısından Sun vd. (2017), Nepal vd. (2021), Khan ve Safdar (2022); ticari açıklık açısından Halıcıoğlu (2009), Shahzad vd. (2017), Usman vd. (2023) ve gayrisafi sabit sermaye açısından Yanchun (2010), Anwar ve Elfaki (2021) ve Marques ve Caetano (2022) çalışmaları ile paralellik arz etmektedir.

Tablo 6'da yer alan bulgular incelendiğinde Türkiye özelinde DYY ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişkinin KSH'yi desteklediğini göstermektedir. DYY'lerin kısa dönemde %0.01, uzun dönemde ise %0.04 oranında CO₂ emisyonlarını artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, Türkiye'de DYY'lerin büyük ölçüde enerji-yoğun sanayi ve imalat sektörlerine yöneldiğini ve fosil yakıtlar gibi karbon yoğun enerji kaynaklarının kullanıldığını ortaya koymaktadır. Türkiye'nin ekonomik yapısında sanayileşme ve ticari faaliyetlerin öne çıkması, karbon salınımlarını artıran temel mekanizmalardan biri olmaktadır. Bu durum, aynı zamanda çevresel standartların göreceli olarak daha esnek olması nedeniyle Türkiye'nin, DYY'ler açısından maliyet avantajı sunan bir ülke konumuna geldiğini de göstermektedir.

Analiz bulgularında, kişi başına enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarını %1.15 oranında artırdığı görülmektedir. Bu sonuç, DYY'lerin Türkiye'de enerji talebini artırarak çevresel baskıyı yükselttiğini göstermektedir. Özellikle, DYY'lerin büyük bir kısmının yenilikçi ve çevre dostu üretim teknolojileri yerine geleneksel enerji yoğun teknolojilere dayalı yatırımlar üzerinden gerçekleşmesi, bu artışı açıklayan önemli bir faktör olmaktadır. Ticari açıklığın %0.058 ve ekonomik büyümenin %0.12 oranında CO₂ emisyonlarını artırması, DYY'lerin ihracata dayalı üretim faaliyetlerini desteklemesiyle ilişkilidir. Türkiye'de ihracat performansı, sanayileşme ve dış ticaret odaklı büyüme stratejisi çerçevesinde şekillenirken, bu büyümenin çevresel maliyetleri dikkate alınmadığında karbon salınımı üzerinde önemli bir baskı oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Buna karşılık, gayrisafi sabit sermaye oluşumundaki artışın CO₂ emisyonlarını %0.17 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, yatırımların kalite ve teknoloji odaklı olduğunda çevresel fayda sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak mevcut durumda Türkiye'ye gelen DYY'lerin büyük bir kısmının, karbon salınımını azaltacak yenilikçi teknolojileri içermemesi, bu olumlu etkinin sınırlı kalmasına yol açmaktadır. Elde edilen tüm bulgular, Türkiye'de DYY ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin, ekonomik yapının sanayi ve enerji-yoğun sektörler üzerinden şekillenmesiyle doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir. DYY'lerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için, yatırımların çevre dostu üretim teknolojilerini teşvik edecek şekilde yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin DYY politikalarını sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yeniden tasarlaması önem arz etmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Gelişmekte olan ülkeler için önemli bir ekonomik büyüme aracı olan DYY'nin çevre üzerindeki etkisi, literatürde uzun süredir tartışılmakta ve ülkeden ülkeye farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Türkiye gibi dışa açık ve yatırım çekmeye odaklı ekonomilerde bu ilişkinin incelenmesi, ekonomik kalkınma ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki dengenin sağlanması bakımından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda gerçekleştirilen analizler, Türkiye ekonomisi özelinde doğrudan yabancı yatırımların çevresel etkilerini; ilişkinin yönü ve büyüklüğü bakımından anlamlı ve tutarlı biçimde ortaya koymaktadır.

Elde edilen ampirik bulgular, Türkiye'de DYY ile karbon emisyonları arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. DYY girişlerinin kısa dönemde %0.01, uzun dönemde ise %0.04 oranında CO₂ emisyonlarını artırdığı tespit edilmiştir. Bu durum, Türkiye'de DYY'lerin ağırlıklı olarak enerji yoğun ve karbon salınımı yüksek sektörlerle yöneldiğine işaret etmektedir. Özellikle sanayileşme odaklı üretim faaliyetleri ve fosil yakıt kullanımına dayalı enerji yapısı, bu ilişkinin temel mekanizmasını oluşturmaktadır. Bulgular, enerji tüketimindeki artışın emisyonlar üzerindeki etkisinin oldukça belirgin olduğunu (%1.15) ortaya koymakta ve Türkiye'nin enerji politikalarının çevresel sürdürülebilirlik bağlamında yeniden ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Ticari açıklığın (%0.06) ve ekonomik büyümenin (%0.12) emisyonları artırıcı etkisi ise dışa açık büyüme stratejilerinin çevresel maliyetlerini gözler önüne sermektedir. Öte yandan, gayrisafi sabit sermaye oluşumundaki artışın

emisyonları %0.17 oranında azaltıcı etkisi, yatırımların teknoloji ve verimlilik odaklı olduğunda çevresel fayda sağlayabileceğini göstermektedir.

Bu sonuçlar ışığında, Türkiye'nin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini ekonomik büyüme stratejileri ile uyumlu hale getirebilmesi için bazı politika önerileri sunulmaktadır. İlk olarak, DYY'lerin çevre dostu ve yenilikçi teknolojilere yönlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda kritik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi, enerji etkinliğini artırarak karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Yenilenebilir enerjiye yönelik vergi indirimleri, hibe programları ve yeşil finansman mekanizmalarının oluşturulması, bu dönüşüm sürecinde önemli adımlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, sanayi politikalarında çevresel standartların sıkılaştırılması ve yeşil üretim süreçlerinin desteklenmesi, çevreye zarar veren geleneksel sanayi faaliyetlerinin dönüştürülmesine olanak tanıyacaktır. Kamu-özel sektör iş birliğiyle çevresel altyapının geliştirilmesi ve sanayi üretiminin düşük karbonlu teknolojilere dayalı olarak yeniden yapılandırılması, çevresel baskıların azaltılması açısından kritik bir adım teşkil etmektedir. Bununla birlikte, DYY'lerin sektörel ve bölgesel düzeyde çevresel etkilerinin detaylı bir şekilde incelenmesi, yerel farklılıkların ve sektör bazlı çevresel dinamiklerin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayacaktır. Örneğin, enerji, madencilik ve ağır sanayi gibi karbon yoğun sektörlerdeki DYY'lerin çevresel etkilerinin, hizmet sektörü gibi düşük karbon salınımına sahip alanlardaki yatırımlarla karşılaştırılması, politika yapımcıların daha spesifik ve hedef odaklı çözümler geliştirmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, teknoloji transferi ve yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel performansa olan katkılarının ölçülmesi, daha kapsamlı ve stratejik politika tasarımlarının oluşturulmasına zemin hazırlayacaktır. Çevresel vergi reformları ve karbon fiyatlandırma mekanizmaları gibi piyasa temelli yaklaşımların benimsenmesi, DYY'lerin çevre dostu teknolojilere geçişini hızlandırabilecek etkili araçlar arasında yer almaktadır. Bu tür ekonomik enstrümanlar, karbon emisyonlarını azaltmayı hedefleyerek çevresel maliyetlerin içselleştirilmesini sağlar ve yatırımcıları daha sürdürülebilir üretim modellerine yönlendirir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar açısından, DYY'lerin sektörel ve bölgesel düzeyde çevresel etkilerinin detaylı olarak incelenmesi faydalı olacaktır. Özellikle teknoloji transferinin ve yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel performansa katkısının ölçülmesi, daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, farklı ekonometrik yöntemler ve daha geniş veri setleri kullanılarak DYY-çevre kirliliği ilişkisi, gelişmekte olan diğer ülkelerle karşılaştırmalı olarak ele alınabilir. Bu tür çalışmalar, politika yapımcılar için daha spesifik ve somut öneriler sunma potansiyeline sahiptir.

Sonuç olarak, bu çalışma, Türkiye'de DYY'lerin karbon emisyonları üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koyarak, Kirlilik Sığınağı Hipotezi'nin geçerli olduğunu göstermektedir. Bulgular, ekonomik büyümeyle çevresel sürdürülebilirlik arasındaki dengenin sağlanabilmesi için DYY politikalarının çevre odaklı ve uzun vadeli kalkınma hedefleri doğrultusunda yeniden tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, çevre dostu yatırımların desteklenmesi ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin entegrasyonu, Türkiye'nin çevresel performansını iyileştirme ve uzun vadeli kalkınma hedeflerine ulaşma yolunda kritik bir rol oynayacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar(lar) olarak, bu makalenin araştırma, yazarlık ve/veya yayın süreci ile ilgili herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Mali Destek

Yazar(lar) olarak, bu makalenin araştırılması, yazılması ve/veya yayınlanması için herhangi bir mali destek almadığımızı beyan ederiz.

Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada etik dışı bir husus bulunmadığını, araştırma ve yayın etiğine özenle uyulduğunu beyan ederiz.

Yazar Katkı Oranı

Çalışma, araştırmacılar arasında eşit bir işbirliği ile yürütülmüş ve raporlanmıştır.

Etik Kurul İzni

“Türkiye’de Kirlilik Sığınağı Hipotezi Mi, Yoksa Kirlilik Hale Hipotezi Mi Geçerlidir?: Genişletilmiş Sınır Testi (A-ARDL) Yaklaşımı” başlıklı çalışma kapsamında herhangi bir anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney ya da başka görüşme teknikleri kullanarak katılımcılardan veri toplamadığımı, insan ve hayvanlar üzerinde deney vb. yapmadığımı, kişisel verilerin korunması kanununu ihlal etmediğimi, sorumlu yazar olarak bu belgenin doldurulması noktasında diğer yazarları haberdar ettiğimi bildirir; Bu çalışmanın etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalardan olduğunu sorumlu yazar olarak beyan ederim.

Kaynakça

- Acharyya, J. (2009). FDI, growth and the environment: Evidence from India on CO2 emission during the last two decades, *Journal of Economic Development*, 34(1), 43-58. <https://jed.cau.ac.kr/archives/34-1/34-1-3.pdf>
- Acheampong, A.O., Adams, A. & Boateng, E. (2019). Do globalization and renewable energy contribute to carbon emissions mitigation in sub-saharan Africa?, *Science of the Total Environment*, 677, 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.353>
- Aissaoui, R. & Fabian, F. (2021). Globalization, economic development, and corruption: A cross-lagged contingency perspective, *Journal of International Business Policy*, 1-28. <https://doi.org/10.1057/s42214-020-00091-5>
- Ajide, K. B. & Adeniyi, O. (2010). FDI and the environment in developing economies: Evidence from Nigeria, *Environmental Research Journal*, 4(4), 291-297. <https://doi.org/10.3923/erj.2010.291.297>
- Akram, R., Fareed, Z., Xiaoli, G., Zulfiqar, B. & Shahzad, F. (2022). Investigating the existence of asymmetric environmental kuznets curve and pollution haven hypothesis in China: Fresh evidence from QARDL and quantile granger causality, *Environmental Science and Pollution Research*, 29(33), 50454-50470. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18785-z>
- Anwar, N. & Elfaki, K. E. (2021). Examining the relationship between energy consumption, economic growth and environmental degradation in Indonesia: Do capital and trade openness matter?, *International Journal of Renewable Energy Development*, 10(4), 769-778. <https://doi.org/10.14710/ijred.2021.37822>
- Aytemiz, S. (2009). Küreselleşme koşullarında dünya ekonomisinde doğrudan yabancı yatırımlara genel bir bakış, *Toplum ve Demokrasi Dergisi*, 3(6), 189-202. <https://dergipark.org.tr/en/pub/toplumdd/issue/22722/242507>
- Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N. & Shahbaz, M. (2017). Economic growth, CO2 emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan: New evidences from 3SLS, *Journal of Environmental Management*, 196, 627-632. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.029>
- Balıbey, 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. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijecep/issue/31915/351034>
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Leitão, N. C. & Murshed, M. (2021). The carbon dioxide neutralizing effect of energy innovation on international tourism in EU-5 countries under the prism of the EKC hypothesis, *Journal of Environmental Management*, 298, 113513. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113513>
- Balsalobre-Lorente, D., Ibáñez-Luzón, L., Usman, M. & Shahbaz, M. (2022). The environmental kuznets curve, based on the economic complexity, and the pollution haven hypothesis in PIIGS countries, *Renewable Energy*, 185, 1441-1455. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.059>
- Buluş, G. C. & Koç, S. (2021). The effects of FDI and government expenditures on environmental pollution in Korea: The pollution haven hypothesis revisited, *Environmental Science and Pollution Research*, 28(28), 38238-38253. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13462-z>

- Bulut, U. (2021). Environmental sustainability in Turkey: An environmental kuznets curve estimation for ecological footprint, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(3), 227-237. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1793425>
- Chien, F., Hsu, C. C., Zhang, Y. & Sadiq, M. (2023). Sustainable assessment and analysis of energy consumption impact on carbon emission in G7 economies: Mediating role of foreign direct investment, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 57, 103111. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103111>
- Chiriluş, A. & Costea, A. (2023). The effect of FDI on environmental degradation in Romania: Testing the pollution haven hypothesis, *Sustainability*, 15(13), 10733. <https://doi.org/10.3390/su151310733>
- Chung, S. (2014). Environmental regulation and foreign direct investment: Evidence from South Korea, *Journal of Development Economics*, 108, 222-236. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2014.01.003>
- 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), 913-929. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1100797>
- Çil, N. (2023). Re-examination of pollution haven hypothesis for Turkey with fourier approach, *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 10024-10036. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22800-8>
- Destek, M. A., & Okumuş, I. (2019). Does pollution haven hypothesis hold in newly industrialized countries? Evidence from ecological footprint, *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23689-23695. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05614-z>
- Firoj, M., Sultana, N., Khanom, S., Rashid, M. H. U. & Sultana, A. (2023). Pollution haven hypothesis and the environmental kuznets curve of Bangladesh: An empirical investigation, *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 7(1), 197-227. <https://doi.org/10.1007/s41685-022-00258-3>
- Gökmenoğlu, K., & Taşpınar, 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. <https://doi.org/10.1080/09638199.2015.1119876>
- Grossman, G. M. & Helpman, E. (2015). Globalization and growth, *American Economic Review*, 105(5), 100-104. <https://doi.org/10.1257/aer.p20151068>
- Halıcıoğlu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey", *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.012>
- Hamid, I., Alam, M. S., Murshed, M., Jena, P. K., Sha, N. & Alam, M. N. (2021). The roles of foreign direct investments, economic growth, and capital investments in decarbonizing the economy of Oman, *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17246-3>
- Haryanto, R. D., Rahmawati, Y., Altamirano, O. G. R., Ahsani, S. F., Hudang, A. K., & Haryanto, T. (2022). An empirical investigation between FDI, tourism, and trade on CO2 emission in Asia: Testing environmental Kuznet curve and pollution haven hypothesis, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(4), 385-393. <https://doi.org/10.32479/ijeep.13242>
- Hernandez Soto, G. (2023). Assessing the FDI- load capacity factor relationship in Spain: An ARDL approach, *Preprints 2023*, 2023061080. <https://doi.org/10.20944/preprints202306.1080.v1>
- Hille, E., Shahbaz, M. & Moosa, I. (2019). The impact of FDI on regional air pollution in the Republic of Korea: A way ahead to achieve the green growth strategy?, *Energy Economics*, 81, 308-326. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.004>
- Hoffmann, R., Lee, C. G., Ramasamy, B. & Yeung, M. (2005). FDI and pollution: A granger causality test using panel data, *Journal of International Development*, 17(3), 311-317. <https://doi.org/10.1002/jid.1196>
- Işıksal, A. Z., Samour, A. & Reşatoğlu, N. G. (2019). Testing the impact of real interest rate, income, and energy consumption on Turkey's CO2 emissions, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20219-20231. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04987-5>
- Javed, A., Fuinhas, J. A. & Rapposelli, A. (2023). Asymmetric nexus between green technology innovations, economic policy uncertainty, and environmental sustainability: Evidence from Italy, *Energies*, 16(8), 3557. <https://doi.org/10.3390/en16083557>

- Katircioğlu, S. & Katircioğlu, S. (2018). Testing the role of fiscal policy in the environmental degradation: The case of Turkey, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 5616-5630. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0906-1>
- Keh, C. G., Tan, Y. T., Tang, S. E., Sim, J. J., & Lee, C. Y. (2023). Evaluating the role of forested area, agricultural land, energy consumption and foreign direct investment on CO2 emissions in Indonesia. *Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management*, 8(32), 72-87. <http://dx.doi.org/10.35631/JTHEM.832006>
- Khan, A. & Safdar, S. (2022). Symmetric and asymmetric analysis of trade and environment in Pakistan, *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22669-7>
- Kılıçarslan, Z. & Dumrul, Y. (2017). Foreign direct investments and CO2 emissions relationship: The case of Turkey, *Business & Economics Research Journal*, 8(4), 647-660. <http://dx.doi.org/10.20409/berj.2017.73>
- Kirkpatrick, C. & Shimamoto, K. (2008). The effect of environmental regulation on the locational choice of Japanese foreign direct investment, *Applied Economics*, 40(11), 1399-1409. <https://doi.org/10.1080/00036840600794330>
- Kiviyiro, P. & Arminen, H. (2014). Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: causality analysis for sub-saharan Africa, *Energy*, 74, 595-606. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.07.025>
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2018). The impact of foreign direct investment on CO2 emissions in Turkey: New evidence from cointegration and bootstrap causality analysis, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 790-804. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0468-2>
- Kubicová, J. (2014). Testing greenhouse gasses in Slovakia for environmental kuznets curve and pollution haven hypothesis, *Journal of International Studies*, 7(2), 161-177. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2014/7-2/14>
- Lau, L. S., Choong, C. K. & Eng, Y. K. (2014). Investigation of the environmental kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: Do foreign direct investment and trade matter?, *Energy Policy*, 68, 490-497. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>
- Lee, J. & Strazichich, M. C. (2013). Minimum LM unit root test with one structural break, *Economics Bulletin*, 33(4), 2483-2492. <https://ideas.repec.org/a/ebl/ecbull/cb-13-00296.html>
- Marques, A. C. & Caetano, R. V. (2022). Do greater amounts of FDI cause higher pollution levels? Evidence from OECD countries, *Journal of Policy Modeling*, 44(1), 147-162. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2021.10.004>
- Martínez-Zarzoso, I. & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO2 emissions: Evidence from developing countries, *Ecological Economics*, 70(7), 1344-1353. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.02.009>
- Mcnown, R., Sam, C. Y. & Goh, S. K. (2018). Bootstrapping the autoregressive distributed lag test for cointegration, *Applied Economics*, 50(13), 1509–1521. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1366643>
- Mensah, C. N., Dauda, L., Boamah, K. B. & Salman, M. (2021). One district one factory policy of Ghana, a transition to a low-carbon habitable economy?, *Environment, Development and Sustainability*, 23, 703-721. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00604-5>
- Mert, M. & Çağlar, A. E. (2020). Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: A new perspective, *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933-32943. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09469-7>
- Mishkin, F. S. (2009). Globalization and financial development, *Journal of Development Economics*, 89(2), 164-169. <https://doi.org/10.1016/j.jdevco.2007.11.004>
- Mui-Yin, C., Chin-Hong, P., Teo, C. L. & Joseph, J. (2018). The determinants of CO2 emissions in Malaysia: A new aspect, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(1), 190-194. <http://hdl.handle.net/11159/1932>

- Mutafoglu T.H. (2012). Foreign direct investment, pollution, and economic growth evidence from Turkey, *Journal of Developing Societies*, 28(3), 281–297. <https://doi.org/10.1177/0169796X1245378>
- Narayan, P. K. & 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. <https://doi.org/10.1080/02664760903039883>
- Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests, *Applied Economics*, 37(17), 1979–1990. <https://doi.org/10.1080/00036840500278103>
- Nepal, R., Paija, N., Tyagi, B. & Harvie, C. (2021). Energy security, economic growth and environmental sustainability in India: Does FDI and trade openness play a role?, *Journal of Environmental Management*, 281, 111886. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111886>
- Neves, S. A., Marques, A. C. & Patrício, M. (2020). Determinants of CO2 emissions in European Union countries: Does environmental regulation reduce environmental pollution?, *Economic Analysis and Policy*, 68, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.09.005>
- Öztürk, Z. & Öz, D. (2016). The relationship between energy consumption, income, foreign direct investment, and CO2 emissions: The case of Turkey, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 269–288. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ckuiibfd/issue/32908/365624>
- Pata U.K. (2018). The influence of coal and noncarbohydrate energy consumption on CO2 emissions: Revisiting the environmental kuznets curve hypothesis for Turkey, *Energy*, 160, 1115–1123. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.095>
- 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. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Rana, R. & Sharma, M. (2019). Dynamic causality testing for EKC hypothesis, pollution haven hypothesis and international trade in India, *The Journal of International Trade & Economic Development*, 28(3), 348–364. <https://doi.org/10.1080/09638199.2018.1542451>
- Rezza, A. A. (2013). FDI and pollution havens: Evidence from the Norwegian manufacturing sector, *Ecological Economics*, 90, 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.03.014>
- Sam, C. Y., Mcnown, R. & Goh, S. K. (2019). An augmented autoregressive distributed lag bounds test for cointegration, *Economic Modelling*, 80, 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.001>
- Schwert, G. W. (1989). Tests for unit roots: A monte carlo investigation, *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), 5–17. <https://doi.org/10.1198/073500102753410354>
- Seyidoğlu, H. (2009). *Uluslararası İktisat: Teori, Politika ve Uygulama*, İstanbul: Güzem Can Yayınları.
- Shahbaz, M., Balsalobre-Lorente, D., & Sinha, A. (2019). Foreign direct Investment–CO2 emissions nexus in Middle East and North African countries: Importance of biomass energy consumption, *Journal of Cleaner Production*, 217, 603–614. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.282>
- Shahbaz, M., Nasir, M. A. & Roubaud, D. (2018). Environmental degradation in France: The effects of FDI, financial development, and energy innovations, *Energy Economics*, 74, 843–857. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.020>
- Shahzad, S. J. H., Kumar, R. R., Zakaria, M. & Hurr, M. (2017). Carbon emission, energy consumption, trade openness and financial development in Pakistan: A revisit, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.042>
- Sun, C., Zhang, F. & Xu, M. (2017). Investigation of pollution haven hypothesis for China: An ARDL approach with breakpoint unit root tests. *Journal of Cleaner Production*, 161, 153–164. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.119>
- Tang C.F. & Tan Bw (2015). The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam, *Energy*, 79, 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.11.033>
- Terzi, H. & Pata, U.K. (2020). Is the pollution haven hypothesis (phh) valid for Turkey?, *Panoeconomicus*, 67(1). <https://doi.org/10.2298/pan161229016t>

- Ur Rahman, Z., Chongbo, W. & Ahmad, M. (2019). An (a) symmetric analysis of the pollution haven hypothesis in the context of Pakistan: A non-linear approach, *Carbon Management*, 10(3), 227-239. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1577179>
- Usman, M., Kousar, R., Makhdom, M. S. A., Yaseen, M. R. & Nadeem, A. M. (2022). Do financial development, economic growth, energy consumption, and trade openness contribute to increase carbon emission in Pakistan? An insight based on ARDL bound testing approach, *Environment, Development and Sustainability*, 1-30. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02062-z>
- Wen, J., Mughal, B., Zhao, J., Shabbir, M.S., Niedbala, G., Jain, V. & Anwar, A. (2021). Does globalization matter for environmental degradation? Nexus among energy consumption, economic growth, and carbon dioxide emission, *Energy Policy*, 153, 112230. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112230>
- Xu, J., Zhou, M. & Li, H. (2016). ARDL-based research on the nexus among FDI, environmental regulation, and energy consumption in Shanghai (China), *Natural Hazards*, 84(1), 551-564. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2441-7>
- Yanchun, Y. (2010). *FDI and China's carbon dioxide emissions: 1978–2008*, In Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management, 289-293. http://www4.pucsp.br/itim/ingles/downloads/papers_2010/part_3/FDI%20and%20China_s%20Carbon%20Dioxide%20Emissions%201978_2008.pdf
- Yapraklı, S. (2013). *Enerjiye Dayalı Büyüme: Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar*, 1. Baskı, İstanbul, Beta Yayınevi.
- Yılancı, V., Çütücü, I., Çayır, B. & Sağlam, M. S. (2023). Pollution haven or pollution halo in the fishing footprint: Evidence from Indonesia, *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114626. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114626>
- Yurtkuran, S. & Terzi, H. (2018). Çevresel kuznets eğrisinin ampirik olarak analizi: Meksika örneği, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 20, 267-284. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.350401>
- Yurtkuran, S. (2020). Türkiye’de kirlilik sığınağı hipotezi geçerli mi? Fourier eşbütünleşme ve nedensellik yöntemlerinden kanıtlar, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(24), 61-77. <https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.873130>
- Zhang, C. & Zhou, X. (2016). Does foreign direct investment lead to lower CO2 emissions? Evidence from a regional analysis in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 943-951. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.226>
- Zivot, E. & 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. <https://doi.org/10.1198/073500102753410372>

EXTENDED SUMMARY

Foreign Direct Investment (FDI) has emerged as the locomotive of the globalization of production. FDI can significantly contribute to economic growth and development through more efficient resource allocation, increased factor productivity, positive economies of scale, and heightened energy consumption, primarily by facilitating the transfer of advanced technologies from developed to developing countries and providing the know-how required for their effective utilization. Given the large number of developing countries relative to developed ones, how FDI is utilized becomes particularly critical from an environmental standpoint. In this context, the primary objective of the present study is to examine the environmental impacts of FDI in Türkiye.

Environmental pollution has become an increasingly pressing issue in recent years. As this concern has gained prominence, academic analyses—especially for developing countries, which tend to receive a larger share of global FDI—have become more focused. A review of studies conducted for Türkiye reveals a certain degree of inconsistency regarding the validity of the Pollution Haven Hypothesis (PHH) and the Pollution Halo Effect (PHE). While several studies such as those by Mutafoğlu (2012), Balibey (2015), Gokmenoglu and Taspinar (2016), Kilicarslan and Dumrul (2017), Kocak and Sarkgunesi (2018), Isiksal et al. (2019), Terzi and Pata (2020), and Cil (2023) provide empirical support for the PHH in Türkiye, other studies including Ozturk and Oz (2016), Destek and Okumus (2019), Bulut (2021), and Mert and Caglar (2020) find no evidence in favor of the hypothesis. As is widely acknowledged in the econometrics literature, the validity of these hypotheses is highly sensitive to the selection of variables and the econometric techniques employed. In this study, the Augmented Autoregressive Distributed Lag (A-ARDL) approach is used to evaluate both the PHH and PHE within the context of Türkiye, offering a more current and methodologically robust contribution to the existing body of research. The study aims to determine whether the PHH or PHE is applicable in Türkiye by utilizing annual data spanning the period 1975–2022. CO₂ emissions and per capita energy consumption data were retrieved from BP's World Energy Statistical Review, while other macroeconomic indicators were obtained from the World Development Indicators (WDI) database. The core empirical model is specified as follows:

$$CO_2 = f(FDI, ENR, RGDP, GFC, TRADE) \quad (1)$$

Here, CO₂ represents carbon emissions from energy consumption, FDI denotes foreign direct investment, ENR refers to per capita energy use, RGDP represents economic growth, GFC indicates gross fixed capital formation, and TRADE captures trade openness. Based on the above functional form, the log-linear model estimated in the study is expressed as:

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln FDI_t + \beta_2 \ln ENR_t + \beta_3 \ln RGDP_t + \beta_4 \ln GFC_t + \beta_5 \ln TRADE_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

In equation (2), β_0 represents the intercept term, t represents time, and ε represents the error term. In the study, which uses annual data, the natural logarithm of the included variables is taken and denoted by 'ln.'

Unlike the classical ARDL model, which requires the dependent variable to be integrated of order one [I(1)], the A-ARDL method accommodates cases where the dependent variable is either I(0) or I(1), offering greater flexibility. Since the unit root tests identified mixed orders of integration, the A-ARDL method was deemed appropriate. All estimations were carried out using the EViews 12 software package.

According to the results of the empirical analysis, *ceteris paribus*, it is evident that in the absence of sufficient environmental regulation and natural resource buffering capacity, FDI has contributed to an increase in CO₂ emissions in Türkiye over the 1975–2022 period. These findings provide empirical support for the PHH while offering no evidence for the PHE. The results suggest that while FDI may generate economic gains, such benefits may be limited if environmental costs are not properly internalized. This reinforces the necessity of implementing policies that encourage environmentally responsible investment practices. From a policy perspective, it is recommended that Türkiye enhance incentives for FDI that yields net environmental and economic benefits. In particular, public-private partnerships should be fostered to reduce ecological degradation and enhance biodiversity. Priority should be given to attracting FDI from multinational enterprises operating in light industries and environmentally low-impact service sectors, rather than those dependent on fossil fuels for heavy industrial production. Achieving this requires a comprehensive structural transformation strategy that aligns economic, social, and energy policies. The adoption of cleaner production technologies and the gradual elimination of outdated, pollution-intensive systems will be crucial in this transition.