

Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Sanayi Üretim Endeksi ve Ticari Açıklığın CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi

The Impact of Foreign Direct Investments, Industrial Production Index, and Trade Openness on CO2 Emissions in Turkey

Veli Burak Güler, vburakguler.09@gmail.com, [ORCID](#) , [ROR](#)

Doktora Öğrencisi, Adnan Menderes Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Aydın, Türkiye

Ali Petek, apetek@adu.edu.tr, [ORCID](#) , [ROR](#)

Doç. Dr, Adnan Menderes Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, Aydın, Türkiye

Makale Bilgisi / Article Information

Atıf (Citation): Güler, B.V. & Petek, A. (2025). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Sanayi Üretim Endeksi ve Ticari Açıklığın CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi. *İktisadi ve İdari Yaklaşımlar Dergisi*, 7(1), 48-61. <https://doi.org/10.47138/jeaa.1664381>

Geliş Tarihi (Submission Date)	24.03.2025
Kabul Tarihi (Acceptance Date)	24.04.2025
Yayın Tarihi (Publication Date)	30.06.2025
Makale Türü (Article Type)	Araştırma Makalesi (Research Article)
Değerlendirme (Peer-Review)	Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem (Double Anonymized / At Least Two External)
Etik Beyan (Ethical Statement)	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. (It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited).
Benzerlik Taraması (Plagiarism Checks)	Evet (Yes) – Ithenticate/Turnitin.
Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest)	Bu çalışmada çıkar çatışması yoktur. (There is no conflict of interest in this study).
Yazar Katkı Oranı (Author Contribution Rate)	Yazarların çalışmaya katkıları eşit orandadır. (Authors contributed equally to the study)
Etik Beyan Adresi (Complaints)	iibfdergisi@sirnak.edu.tr
Finansman (Grant Support)	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. (The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research).
Telif Hakkı ve Lisans(Copyright & License)	Dergimizde yayımlanan çalışmaların telif hakları dergimizde olup, CC-BY-NC-ND lisansı ile açık erişim olarak yayımlanmaktadır. (The copyrights of the works published in our journal belong to our journal, and they are published as open access under the CC-BY-NC-ND license.)

Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Sanayi Üretim Endeksi ve Ticari Açıklığın CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi

ÖZET

Bu çalışmada 1980-2023 tarihleri arasında Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi üretim endeksi ve ticari açıklığın CO2 emisyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespiti için ARDL sınır testi, nedensellik ilişkisinin tespiti için Toda-Yamamoto nedensellik testinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi üretim endeksi ve ticari açıklığın CO2 emisyonunu uzun dönemde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre CO2 emisyonu ile hem doğrudan yabancı yatırımlar arasında hem de ticari açıklık arasında çift taraflı bir nedensellik ilişkisi mevcut iken sanayi üretim endeksi ile CO2 emisyonu arasında bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonu üzerindeki pozitif etkinliği ile ilgili örneklem dönemi içinde Türkiye’de kirlilik sığnağı hipotezinin geçerliliği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler:

CO2 Emisyonu, ARDL Sınır Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi, Çevre Politikası, Kamu Maliyesi

The Impact of Foreign Direct Investments, Industrial Production Index, and Trade Openness on CO2 Emissions in Turkey

ABSTRACT

In this study, the effects of foreign direct investments, industrial production index, and trade openness on CO2 emissions in Turkey between 1980 and 2023 are investigated. To determine the long-term relationship among the variables, the ARDL bounds test is employed, while the Toda-Yamamoto causality test is used to explore causality relationships. The results indicate that foreign direct investments, industrial production index, and trade openness increase CO2 emissions in the long run. Furthermore, the Toda-Yamamoto causality test results show a bidirectional causality between CO2 emissions and both foreign direct investments and trade openness, while no causality relationship is found between the industrial production index and CO2 emissions. Based on the findings, the study suggests that the pollution haven hypothesis holds validity for Turkey during the sample period, as foreign direct investments have a positive impact on CO2 emissions.

Keywords:

Carbon Emission, ARDL Bound Test, Toda-Yamamoto Causality Test, Environmental Policy, Public Finance

Giriş

Dünyada artan küreselleşme çabalarının sonucunda 1970'li yıllarda uluslararası ticarete çok önemli bir sıçrama gerçekleşmiştir. Dünyada ticaret gelirinin toplam gelire oranı 1960'lı yıllarda 17,51 iken 2016 yılında 42,33 seviyesine; Türkiye'de ise 1960'lı yıllarda 5,64 iken 2016 yılında 39,50 seviyesine yükselmiştir (Şahin vd., 2019, s.105). Bu gelişmeler ışığında artan küreselleşme ve uluslararası ticaret o dönemin ekonomik görüşü olan neo-liberal dönüşümün etkilerini göstermektedir. Özellikle 1970'li yıllar ile telekomünikasyon teknolojilerinin gelişmesi bankacılık sektörünün gelişimini hızlandırmış ve sonuç olarak uluslararası ticaret ciddi bir hacme ulaşmıştır. Uluslararası ticaretin artan hacmi çevresel tahribatın artmasına neden olmuştur. Bu bağlamda artan endüstriyel üretimin sebep olduğu çevre kirliliği ve çevresel sorunlar çevre ekonomisinin başlıca çalışma alanlarından biri haline gelmiştir. Uluslararası kamuoyunda artan çevre bilincinin ve hükümetlerin çevre düzenlemeleri üzerindeki artan rijit fonksiyonları özellikle gelişmiş ülke ekonomilerinden gelişmekte veya az gelişmiş ülke ekonomilerine doğru yapılan doğrudan yabancı yatırımların çevresel tahribat üzerindeki etkilerini tartışmalı bir konumda değerlendirilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda doğrudan yabancı yatırımlar literatürde CO2 emisyonunun belirleyici değişkenlerinden biri olarak sıkça çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu bağlamda doğrudan yabancı yatırımlar ile CO2 emisyonu arasında iki farklı sonuç üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bunlar kirlilik cenneti hipotezi ile kirlilik hale hipotezi olarak tanımlanmaktadır. Kirlilik cenneti hipotezi ile kastedilen artan doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonunu artırdığı varsayımını tanımlamaktadır. Doğrudan yabancı yatırım artışlarının neden olduğu kirlilik cenneti hipotezi gelişmekte veya az gelişmiş ülkeler için önemli bir sermaye girdisidir. Bu sermaye girişleri üretim, istihdam, büyüme gibi makroekonomik dinamiklerin gelişmesini sağlarken öte yandan enerji kullanımı, çevresel tahribatı ve en önemlisi iklim değişikliğinin temel sorunu CO2 emisyonunu artırması gibi olumsuz sonuçlara da neden olmaktadır. Kirlilik hale hipotezinde ise, doğrudan yabancı yatırımların vasıtasıyla CO2 emisyonunu azalttığı varsayımını tanımlamaktadır (Kurt vd., 2019, s.215).

Ekonomik gelişmişlik seviyesi yüksek olan AB ve Kuzey Avrupa ülkelerinde, çevre ve iklim değişikliği konularında toplumsal bilinç artmakta ve devletler sıkı çevre düzenlemeleri uygulamaktadır. Bu durum, kirlilikçi özelliği yüksek endüstrilerde üretimin azaltılması, verimliliğin artırılması ya da bu tür endüstrilerin, çevre düzenlemelerinin daha gevşek olduğu gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelere transfer edilmesi gibi sonuçlar doğurmaktadır.

Gelişmekte ve az gelişmiş ülke ekonomilerinin yeterli sermaye birikimine ve teknolojik altyapıya sahip olmamaları nedeniyle ekonomik olarak gelişmeyi ve üretim seviyelerini artırmak için ülkelere gelebilecek olan doğrudan yabancı yatırımlara daha esnek çevre düzenleme politikaları ile diğer ülkelerle rekabette öne geçmeyi hedeflemektedirler.

Sanayi üretim endeksi ekonomik üretim süreçleri içinde CO2 emisyonu bakımından önemli bir yere sahiptir. Bir ekonomide toplam çıktı düzeyi birincil sektörler (tarım, ormancılık, balıkçılık), ikincil sektörler (imalat, madencilik, endüstriyel) ve üçüncül sektör olan (hizmetler) gibi sektörlerin toplamına eşittir. Toplam çıktıyı oluşturan tüm sektörler birbirlerinden farklı CO2 salınımı yapmaktadırlar. Özellikle ikincil sektörün en kayda değer üretim çeşidi olan endüstriyel üretim CO2 emisyonunun temel belirleyicilerindendir. Endüstriyel üretim, ekonomilerin en önemli bileşenlerinden biridir. Özellikle fosil yakıt ve enerji tüketiminin en yüksek olduğu alanlar arasında yer almaktadır. Bu özelliklerinden dolayı çevresel tahribata neden olan CO2 emisyonunun başlıca kaynaklarından biridir. Sıkı çevre düzenlemelerine sahip ülkelerin aksine daha fazla çevreyi kirlilikçi özelliği bulunan endüstriyel üretim gelişmekte ve az gelişmiş ülke ekonomilerinde önemli bir üretim sahası ve istihdam alanıdır. Jebli vd. (2019, s.402) çalışmasında 102 ülkeyi gelir düzeylerine göre sınıflandırmış ve elde ettiği bulgulara göre alt ve orta gelir grubunda yer alan ülkelerde GSYİH içinde endüstriyel üretimin payının artmasının CO2 emisyonunu artırdığını, yüksek gelirli ülkelerde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Endüstriyel üretim ile karbon emisyonu arasındaki güçlü ilişki, üretim yapılarını şekillendiren dış ticaret dinamiklerinin çevresel etkilerini irdelemeyi gerekli kılmakta; bu bağlamda ticari açıklık, söz konusu ilişkinin yönünü ve düzeyini anlamada önemli bir belirleyici olarak öne çıkmaktadır. Son dönemlerde akademik yazında sıkça kullanılan değişkenlerden biri de ticari açıklık değişkenidir. Küreselleşmenin hızlanması ve ticaret engellerinin ortadan kalkması sonrası ekonomilerin önemli dinamiklerinden biri olan ticari açıklık, ekonomik büyüme üzerinde yadsınamaz bir etkiye sahiptir. Ticari açıklığın artması, enerji kullanımının artması ve taşımacılık gibi doğrudan CO2 emisyonuna bağlı çevresel tahribatla ilişkilendirilmektedir. Bu bağlamdan hareketle ticari açıklığın çevresel bozulmayı etkileyen değişkenler arasında yer alması, üzerinde durulması gereken önemli faktörlerden biridir (Çoban ve Özkan, 2022, s.482).

Literatürde ticari açıklık, hem çevresel bozulma hem de çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri nedeniyle tartışmalı bir konu olmuştur. Örneğin, Zhou vd. (2025, s.16) çalışmalarına göre ticari açıklığın, gelişmekte olan ülkelerde CO2 emisyonunu azaltıcı bir etkisi varken, Ghazouani ve Maktouf (2023, s.226) ise petrol ihraç eden ülkelerde ticari açıklığın CO2 emisyonunu artırıcı etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu tür farklı bulgular, ticari açıklığın çevresel etkilerinin, ülke ekonomilerinin yapısal özelliklerine ve ticaret yapılan sektörlerle bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye özelinde CO2 emisyonlarının belirleyicilerini incelerken, sanayi üretim endeksinin çevresel etkilerinin modellenmesi önemli bir yer tutmaktadır. Sanayi üretim endeksi, ekonomik büyüme ve üretim süreçlerinin önemli bir göstergesi olarak, özellikle endüstriyel üretimin çevresel etkilerinin analiz edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, 1980–2023 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, analiz sürecinde ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi gibi ekonometrik yöntemlerden yararlanılmıştır. Sanayi üretim endeksinin Türkiye'deki CO2 emisyonları üzerindeki etkisi detaylı bir şekilde ele alınmakta ve endüstriyel üretimle çevresel tahribat arasındaki ilişkiyi daha net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, ticari serbestleşme ve doğrudan yabancı yatırımların etkileri de bu çerçevede dikkate alınarak, kirlilik sığınağı ve kirlilik halo hipotezleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışmada ilk olarak literatürde yer alan çalışmalar incelenmiş, ardından analizde kullanılan değişkenlere ve ekonometrik yöntemlere yer verilmiştir. Sonuç kısmında ulaşılan bulgular değerlendirilerek literatüre sağlayacağı katkı tartışılmıştır.

1. Teorik ve Ampirik Literatür

CO2 emisyonlarıyla ilgili yapılan birçok çalışmada, çevresel ve ekonomik faktörler arasındaki ilişkiler ekonometrik analizlerle incelenmiştir. Bu analizlerde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, ticari açıklık gibi değişkenler, CO2 emisyonları üzerindeki etkileri araştıran temel faktörler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, sanayi üretimi de çevresel etkilerin değerlendirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Çalışmalar, bu değişkenler ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi anlamak amacıyla farklı dönemler ve bölgeler üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Kiviyiro ve Arminen (2014), 1971-2009 döneminde Sahraaltı Afrika ülkelerinde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve karbon emisyonları arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi aracılığıyla incelemişlerdir. Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Kenya ve Zimbabve için doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonlarını artırdığı tespit edilmiş ve bu bulgu, söz konusu ülkelerde kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, tüm ülkeler özelinde ekonomik büyümeden karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi belirlenmiştir.

Atay-Polat (2015), Türkiye'de 1980-2013 yıllarını kapsayan çalışmasında karbon emisyonu, elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Gregory-Hansen eşbütünleşme testi ile analiz etmiştir. Elde edilen bulgular, gayri safi milli hâsıla ve elektrik tüketiminin CO2emisyonlarını artırdığını göstermiştir. Buna karşılık, doğrudan yabancı yatırımların emisyonlar üzerindeki etkisi negatif olsa da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, dolayısıyla kirlilik cenneti hipotezinin Türkiye için geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Şeker vd. (2015), Türkiye'de 1974-2010 dönemine ait verileri kullanarak doğrudan yabancı yatırımlar, gayri safi yurt içi hasıla, enerji tüketimi ve CO2emisyonları arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi ve Hatemi-J eşbütünleşme testi yardımıyla değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda, tüm değişkenlerin uzun vadede karbon emisyonlarını artırıcı etkiler yarattığı belirlenmiş; ayrıca, Granger nedensellik testi bulguları, doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Elmarzougui vd. (2016), büyüme, ticaret açıklığı ve doğrudan yabancı yatırımların CO2emisyonları üzerindeki etkilerini bölgesel düzeyde incelemişlerdir. Panel ARDL yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada, doğrudan yabancı yatırımların Afrika, Orta Doğu ve Kuzey Afrika, eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB), Doğu Avrupa ve Güney Amerika'da CO2 emisyonlarını artırıcı etkiler yarattığı; Asya'da ise olumlu etkiler meydana getirdiği tespit edilmiştir. Ticaret açıklığının ise OECD ülkelerinde CO2 emisyonlarını azalttığı, Güney Amerika'da ise artırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, yerel yatırımların çoğu bölgede CO2emisyonlarını artırdığı bulunmuştur.

Kılıçarslan ve Dumrul (2017), Türkiye'de 1974-2013 yılları arasındaki dönemde doğrudan yabancı yatırımlar ve CO2emisyonları arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli (VECM) ile incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, doğrudan yabancı yatırımların uzun vadede karbon emisyonlarını artırdığını ve kirlilik cenneti hipotezinin Türkiye açısından geçerli olduğunu ortaya koymuştur.

Farhani ve Solarin (2017), ABD'de 1973-2014 dönemine ait verilerle enerji tüketimi, ticari açıklık, ekonomik büyüme, finansal gelişme, sermaye birikimi ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki ilişkiyi Bayer-Hanck ve ARDL sınır testleri ile analiz etmiştir. Çalışma sonucunda, sermaye ve ticari açıklığın enerji tüketimini artırıcı etkiler yarattığı, buna karşın finansal gelişme ve büyümenin enerji tüketimini azalttığı belirlenmiştir.

Gür (2019), Türkiye'de 1990-2017 dönemine ilişkin verilerle doğrudan yabancı yatırımlar ve CO2emisyonları arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkilerini Maki eşbütünleşme testi yardımıyla incelemiş ve kirlilik cenneti hipotezini değerlendirmiştir. Sonuçlar, uzun vadede zayıf pozitif, kısa vadede ise daha güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ve hipotezin Türkiye için geçerli olduğunu göstermiştir.

Kurt ve diğerleri (2019), Türkiye'de 1974-2014 yılları arasında kişi başına milli gelir, enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini ARDL sınır testi ile analiz etmiştir. Elde edilen bulgular, kişi başına milli gelirdeki artışın emisyonları azalttığını, buna karşın enerji tüketimi ile doğrudan yabancı yatırımların artmasının emisyonları yükselttiğini ortaya koymuştur.

Hanif vd. (2019), Asya kıtasında yer alan 15 gelişmekte olan ülke için 1990-2013 yılları arasındaki dönemde ekonomik büyüme, fosil yakıt kullanımı ve doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonları üzerindeki etkilerini Panel ARDL modeliyle incelemişlerdir. Bulgular, ekonomik büyüme ve kömür tüketiminin CO2emisyonlarını artırdığını ve doğrudan yabancı yatırımların kirlilik sığnağı hipotezini desteklediğini ortaya koymuştur.

Benli (2020), Türkiye'de 1974-2014 dönemine ait verilerle enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve CO2emisyonları arasındaki nedensellik ilişkilerini analiz etmiştir. Sonuçlar, karbon emisyonlarının enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımlardan dolayı olarak etkilendiğini ve enerji tüketiminin doğrudan bir çevresel belirleyici olduğunu ortaya koymuştur.

Yorucu ve Ertaç Varoğlu (2020), 1977-2017 döneminde 23 ada ülkesi üzerinde gerçekleştirdikleri analizde CO2 emisyonu, ekonomik büyüme ve sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, sanayi üretimi ile emisyonlar arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu ve sanayileşmenin çevre üzerindeki etkisinin belirgin olduğunu göstermiştir.

Öztürk ve Saygın (2020), Türkiye'de 1974-2016 dönemini kapsayan çalışmalarında reel gelir, ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırımlar ve karbon emisyonları arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi ile incelemişlerdir. Bulgular, tüm değişkenlerin uzun dönemde CO2emisyonlarını artırdığını ve Türkiye açısından kirlilik cenneti hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur.

Essandoh vd.(2020), 1991-2014 yılları arasında 52 ülkede uluslararası ticaret ve doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. PMG-ARDL yöntemi ile yapılan analizde, gelişmiş ülkelerde ticaretin uzun vadede emisyonları azalttığı, gelişmekte olan ülkelere ise doğrudan yabancı yatırımların emisyonları artırdığı tespit edilmiştir. Bu durum, ticaret ve yatırım hareketlerinin gelişmiş ülkelere kaymasına neden olmakta, gelişmiş ülkelerin emisyonlarını azaltırken çevresel yükün gelişmekte olan ülkelere aktarılmasına yol açmaktadır.

Karedla vd. (2021), Hindistan'da 1971-2016 döneminde ekonomik büyüme, ticari açıklık ve imalat sanayinin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini ARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Bulgular, ekonomik büyüme ve imalat sanayinin emisyonları artırdığını; buna karşılık ticari açıklığın emisyonları azalttığını göstermiş.

Gyamfivd. (2021), 1995-2016 yılları arasında Akdeniz ülkelerinde doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma, ekonomik büyüme, finansal gelişme, yenilenebilir enerji kullanımı ve fosil yakıt tüketimi gibi faktörleri göz önünde bulundurmıştır. Pooled Mean Group (PMG) ARDL yöntemi, Augmented Mean Group (AMG) tahmincisi ve Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi kullanılarak yapılan analizler, doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonlarını azalttığını ve yenilenebilir enerji ile finansal gelişmenin emisyonları düşürdüğünü, fosil yakıt tüketiminin ise artırıcı bir etki yarattığını göstermektedir.

Kılavuz ve Doğan (2021), Türkiye'de 1961-2018 yılları arasında gelir, sanayi üretimi ve ticaret açıklığı ile CO2 emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarında, kısa ve uzun dönem ilişkilerini belirlemek amacıyla ARDL modeli kullanılmıştır. Bulgular, gelir ile CO2 emisyonları arasında uzun dönemde ters U şeklinde bir ilişki olduğunu ve sanayi üretimi ile ticaret açıklığının uzun dönemde CO2 emisyonları üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Yurtkuran (2021), Türkiye'de 1971-2018 dönemini ele aldığı çalışmasında doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme ve karbon emisyonları arasındaki ilişkileri Fourier ADL yöntemiyle analiz etmiştir. Sonuçlar, doğrudan yabancı yatırımlar ile finansal gelişmenin emisyonları artırdığını ve kirlilik sığnağı hipotezini desteklediğini göstermiştir.

Yılmaz ve Karabiber (2022), Türkiye'de 1974-2019 dönemine ilişkin verilerle gayri safi yurtiçi hasıla, ihracat ve doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliği üzerindeki etkilerini ARDL sınır testi ile incelemişlerdir. Çalışma, ihracat artışlarının CO2 emisyonlarını yükselttiğini ve ihracat ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Firoj vd. (2022), Bangladeş'te 1986-2018 yılları arasında CO2 emisyonları ile doğrudan yabancı yatırımlar, finansal gelişme, ticari açıklık, gayrisafi sabit sermaye oluşumu, enerji tüketimi ve kentleşme arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi

ile incelemişlerdir. Sonuçlar, kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olmadığını; ancak kentleşme, sabit sermaye oluşumu ve ticari açıklığın emisyonları artırdığını ortaya koymuştur.

Mehmoodvd. (2022), Pakistan’da 1980-2020 döneminde doğrudan yabancı yatırımlar, kişi başına gelir, ulaştırma harcamaları, enerji kaynaklarının tükenmesi, ihracat ve sanayi üretimi arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmada, enerji kaynaklarının tükenmesi, doğrudan yabancı yatırımlar ve sanayi üretiminin CO2 emisyonlarını azaltıcı etkiler yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ghazouani ve Maktouf (2023), 1971-2014 yılları arasında petrol ihraç eden ülkelerde ekonomik büyüme, ticari açıklık ve doğal kaynakların karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, ticari serbestleşme ve doğal kaynak kullanımının CO2 emisyonları üzerinde negatif etkiler yarattığını ve ticari açıklık ile emisyonlar arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu göstermiştir.

Nwani vd.(2023), 1995-2017 döneminde Afrika ülkelerinde ikincil ve üçüncül sektör faaliyetleri ile bilgi ve iletişim teknolojileri ve ekonomik özgürlük arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. Çalışmada, sanayi üretiminin bölgesel düzeyde CO2 emisyonlarını artırdığı ve üretim kapasitesi yüksek ülkelerde emisyon artışlarının daha güçlü şekilde gözlemlendiği ifade edilmiştir.

Hossain vd. (2023), 1991-2019 yılları arasında 32 Asya ekonomisinde doğrudan yabancı yatırımlar ve ticari açıklığın çevresel kalite üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, Ordinary Least Squares (OLS), Fixed Effects Models (FEM) ve Difference-Generalized Method of Moments (D-GMM) gibi panel veri ekonometrik yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlar, doğrudan yabancı yatırımların çevre dostu teknolojiler ve bilgi transferi yoluyla karbon emisyonlarını azaltma potansiyeline sahip olduğunu; ancak ticaret açıklığının çevresel bozulmaya yol açarak emisyonları artırdığını ortaya koymaktadır.

Mebrek vd. (2024), Ortadoğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesinde ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırımlar ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Panel ARDL regresyon yöntemi kullanılarak yapılan analizde, ticaret açıklığının uzun dönemde CO2 emisyonlarını azalttığı, ancak doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonlarını artırıcı etkiler yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Zhou vd.(2025), çalışmalarında 2003-2020 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerde kişi başı milli gelir, enerji tüketimi ve ticari açıklığın CO2 emisyonu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada panel eşbütünleşme testlerinden ve Dimirescu-Hurlin panel nedensellik testlerinden yararlanılmışlardır. Ulaşılan sonuçlar değerlendirildiğinde uzun dönemde ticari açıklık ve ekonomik büyüme, CO2 emisyonunu azaltırken enerji tüketimi ise artırmaktadır. Ayrıca nedensellik testi sonuçlarında ise ticari açıklık ile CO2 emisyonu arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

2. Ekonometrik Analiz

Bu çalışmada Türkiye’ye ait yıllık veriler kullanılarak doğrudan yabancı yatırım, sanayi üretim endeksinin ve ticari açıklığın CO2 emisyonu üzerindeki etkisi 1980-2023 dönemi için araştırılmıştır. İlgili değişkenlerden ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımlar dünya bankası veri modülünden, CO2 emisyonu Global CO2 Atlas veri sisteminden sanayi üretim endeksi ise OECD veri sisteminden elde edilmiştir. Çeşitli kaynaklardan elde edilen değişkenlere ait zaman serileri arasındaki uzun dönem ilişkinin tespiti için ARDL sınır testinden; nedensellik ilişkisi için de Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinden faydalanılmıştır. Çalışmada ilgili değişkenler ve hipotezlerin sınanmasında kullanılacak olan denklem (1)no’lu eşitlikte belirtilmiştir.

$$CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln FDI + \beta_2 \ln IND + \beta_3 \ln Trade + u_t(1)$$

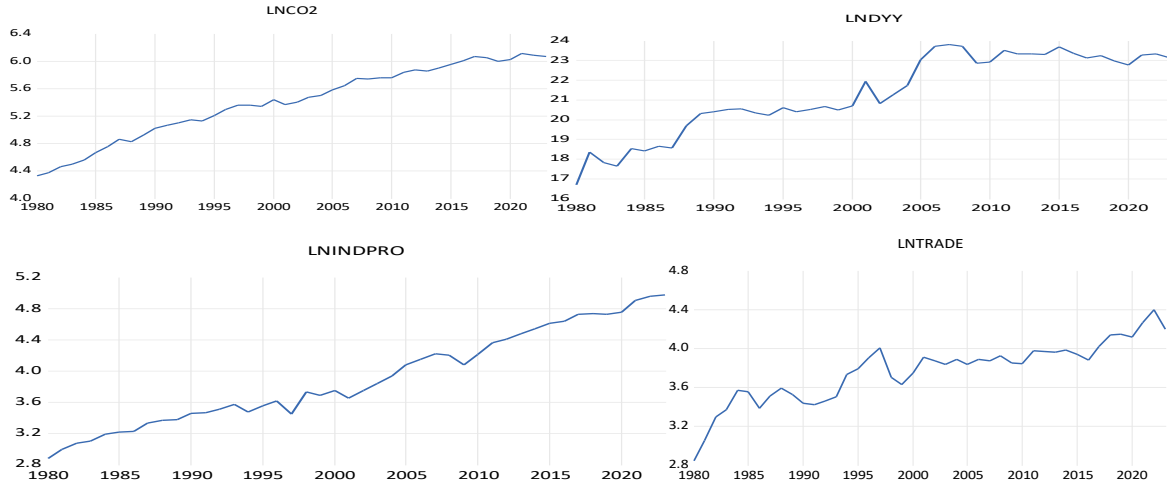
Çalışmada kullanılan değişkenler ve veri seti kaynaklarına ait bilgiler Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1.Değişkenler ve kaynakları

Değişkenler	Açıklaması	Dönüşümü	Kaynak
LnCO2	CO2 emisyonu(metrik ton)	Logaritmik	Global CO2 atlas
LnFDI	Doğrudan yabancı yatırımlar (\$)	Logaritmik	World bank
LnIND	Sanayi Üretim Endeksi	Logaritmik	OECD
LnTrade	Ticari açıklık	Logaritmik	World bank

Çalışmada kullanılan değişkenlerin logaritmik dönüşümleri yapıldıktan sonra durağanlık seviyelerinin test edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple öncelikli olarak değişkenlere ait serilere ADF ve Phillips Perron birim kök testleri uygulanmıştır.

Birim kök sınamalarına geçmeden önce çalışmada kullanılan değişkenlerin logaritmik dönüşümleri sonrası değişimlerine Grafik 1’de yer verilmiştir.



Grafik1.Çalışmada kullanılan değişkenlere ait serilerin zaman içindeki değişimi (logaritmik)

Değişkenlere ait serilerin logaritmik dönüşümleri yapılarak zaman içinde gerçekleşen değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen grafiklere göre değişkenlere ait serilerde yukarı yönlü bir artış trendi tespit edilmiştir. Değişkenlere ait serilerin trend ve mevsimsel etkilerinden arındırmak için durağanlaştırılması gerekmektedir.

2.1. Serilerin Durağanlık Analizleri

Zaman serisi analizlerinde kurulan modelin geçerliliğinin en önemli aşaması durağanlık analizidir. Çünkü durağan yapıya sahip olmayan seriler sahip oldukları trend ve mevsimsel etkilerin varlığı nedeniyle geçmişte gerçekleşmiş bir şokun etkisini sürekli olabilecek kadar hafızasında saklamaktadır (Göktaş vd.,2018,s.1). Bu yüzden serilerin üzerindeki geçici şokların etkisini bertaraf etmek için serilerin durağanlaştırılması gerekmektedir. Bu sebeple değişkenler arasında anlamlı ilişkilerin varlığının ortaya konması için değişkenlerin durağanlık koşullarını sağlaması gerekmektedir (Sarıkovanlık vd.,2019,s.19). Çalışmada ilgili serilerin birim kök sınamaları literatürde sıkça kullanılan ADF ve PP birim kök testleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Dickey ve Fuller (1979,1981) tarafından geliştirilen ADF birim kök testi Dickey ve Fuller (DF) birim kök testinin gelişmiş bir versiyondur. ADF testi, DF birim kök testinden farklı olarak bağımlı değişken gecikme değerlerinin bağımsız değişken gecikme değerleri olarak modele eklenmesini ve hata terimlerindeki otokorelasyon varlığını ortadan kaldırmasını ifade edilmesidir (Göktaş vd., 2018, s.22). Çalışmada serilerin birim kök sınamasında kullanılan bir diğer yöntem ise Phillips-Perron (PP) (1988) testidir. PP birim kök testi ADF birim testinden farklı olarak hata terimlerindeki otokorelasyondan kurtulmak için denkleme gecikmeli değerlerin dahil edilmesi yerine DF birim kök denklemini tahmin ederek t istatistik değerlerini yeniden düzenlemiştir (Uğurlu, 2009, s.12). Durağanlık sınamasında kullanılan her iki testin sonuçlarının yorumlanması aynı şekilde yapılır. Hesaplanan test istatistiği, tablo değerinden küçük çıkarsa H_0 hipotezi reddedilerek serinin durağan yapıda olduğu, tersi durumda ise H_0 hipotezi reddedilemez ve serilerin birim kök içerdiği anlaşılmaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait serilerin durağanlık sınamalarına ait sonuçlar Tablo 2’de belirtilmektedir.

Tablo 2. ADF ve PP testi bulguları

Değişkenler	ADF test istatistiği			PP test istatistiği		
	Düzyey	Birinci fark	Açıklama	Düzyey	Birinci fark	Açıklama
LnCO2	-2,66400	-6,28430	I(1)*	-5,8793	-6,2834	I(0)*
LnFDİ	-2,2867	-7,8510	I(1)*	-2,4503	-7,9779	I(1)*
LnIND	0,1443	-8,8850	I(1)*	-0,0743	-10,3571	I(1)*
LnTrade	-2,9051	-6,0739	I(1)*	-2,9028	-6,1699	I(1)*

Not: * %1 anlam düzeyinde değişkenlere ait seriler test edilmiştir.

CO2 emisyonu, doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi üretim endeksi ve ticari açıklık değişkenlerinin serilerine ait durağanlık sınamaları sonuçlarına göre ADF testinde tüm değişkenler düzey değerlerinde, PP birim kök testinde ise CO2 emisyonu hariç tüm değişkenler düzey değerlerinde birim kök içermektedir. Değişkenlere ait serilerin Birinci dereceden fark değerleri alındığında tüm değişkenler birim kökten arındırılarak durağan bir yapıya sahip hale gelmektedir. Bu

aşamadan sonra çalışmada kullanılan değişkenlere ait seriler arasındaki ilişkiler eşbütünleşme ve nedensellik analizleri kullanılarak araştırılmıştır.

2.2. ARDL Sınır Testi Modeli

Ekonometrik analizlerde kurulan modelde uzun dönemli ilişkinin tespiti amacıyla eşbütünleşme testlerinden yararlanılmaktadır. Ekonometri yazınında kullanılmakta olan Engle-Granger (1987) ve Johansen ve Juselius (1990) gibi geleneksel eşbütünleşme testleri bazı kısıtlara sahiptir. Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi bu ön koşulları ortadan kaldırmaktadır. Sağlam ve Uğurlu (2013, s.75). ARDL sınır testinde Engle-Granger testi ve Johansen Juselius testlerinden farklı olarak değişkenlerin aynı dereceden durağan olması gerekmemektedir. Ayrıca ARDL sınır testi bahsedilen eşbütünleşme testlerinde karşılaşılan küçük örneklem sorununu Kısıtsız Hata Düzeltme Modeli'nin (UECM) tahminini temel alarak aşmaktadır. Kısıtsız hata düzeltme modelinin bir diğer önemli özelliği de değişkenlere ait serilerin hem uzun hem de kısa dönem dinamikleri hakkındaki bilgileri içermesidir (Eyüpoğlu ve Eyüpoğlu, 2018, s.15).

ARDL sınır testinin uygulaması 3 aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada kısıtsız hata düzeltme modelinin kurulması ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin mevcudiyeti araştırılmaktadır. Kurulan ekonometrik modelde eşbütünleşme ilişkisinin kanıtlanması durumunda ikinci ve üçüncü aşamada kurulan modelde yer alan değişkenler arasında sırasıyla uzun dönem ve kısa dönem katsayılarının tahmini yapılmaktadır.

ARDL sınır testinde ilk olarak kısıtsız hata düzeltme modeli çalışmada kullanılan değişkenler modele dahil edilerek (2)no'lu eşitlikte belirtilmiştir.

$$\Delta \ln CO_2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} \Delta \ln FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{3i} \Delta \ln IND_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{4i} \Delta \ln Trade_{t-i} + \beta_{1i} \Delta \ln CO_{2t-1} + \beta_{2i} \Delta \ln FDI_{t-1} + \beta_{3i} \Delta \ln IND_{t-1} + \beta_{4i} \Delta \ln Trade_{t-1} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Kurulan modele ait eşitlikte α sabit terimi, Δ birinci dereceden farkları, ε sembolü ise hata terimlerini temsil etmektedir.

ARDL sınır testinde sonraki aşamada değişen varyans, otokorelasyon normallik ve model kurmada hata olup olmadığını test eden Ramsey Reset testi sonuçlarının yer aldığı modele ait tanısal test istatistikleri Tablo 3'te belirtilmektedir.

Tablo 3. ARDL sınır testi tanısal istatistikler

R ²	0,995
Düzeltilmiş R ²	0,993
Otokorelasyon (Breusch-Godfrey LM Test)	0,3264(0,7245)
Değişen varyans (Breusch-Pagan-Godfrey)	0,0927(0,5347)
Normallik Testi (Jarque-Bera)	1,4745 (0,693)
Ramsey reset testi	0,8692(0,392)

Tablo 3'e göre modelde değişen varyans ve otokorelasyon sorunu olmadığı görülmektedir. Ramsey Reset testi sonucuna göre de modelin olasılık değeri 0.10'dan büyük çıktığından modelde kurma hatası olmadığı sonucu görülmektedir. Ayrıca model normal dağılıma sahiptir ve modelin açıklama gücü yüksektir. Tanısal istatistikler yardımıyla modelin doğru kurulup kurulmadığını kontrol edilmiş ve modelin tahmin için güçlü bir yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır. Ardından modelde yer alan değişkenlerin arasında eşbütünleşme ilişkinin belirlenmesi için Wald testinden (f-istatistik değeri) ya da bir başka ifade ile sınır testinden yararlanılmıştır. ARDL sınır testi sonucunda elde edilen f-istatistik değeri Pesaran vd. (2001) çalışmalarında tablolastırılan kritik değerler ile karşılaştırılmaktadır. Elde edilen f-istatistik değeri üst sınır kritik değerden büyükse uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilirken; hesaplanan f-istatistik değeri alt sınır kritik değerden küçük ise uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilemez. Çalışmada kullanılan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4. ARDL modeli sınır testi sonuçları

ARDL (3.1.1.4) model F-istatistiği: 6,875606 (k=2)		
Kritik değerler	Sınır testi kritik değeri (n=1000)	
	I(0)	I(1)
%1	3.65	4.66
%5	2.79	3.67
%10	2.37	3.2

ARDL sınır testi için değişkenlerin gecikme katsayılarına göre uygun model (3,1,1,4) modelidir. Elde edilen sınır testi sonucunda 6.875606 f-istatistik değeri %1 anlamlılık seviyesinde üst sınır kritik değerden büyük olduğu için çalışmada

kurulan ARDL modelinde yer alan değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi varlığı tespit edilmiştir. Ardından kurulan modelde değişkenlere ait uzun dönem katsayıları tahmin etmek için (3) no'lueşitlik oluşturulmuştur.

$$\Delta \ln CO_2 = \alpha_0 \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} \Delta \ln FDI_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_{3i} \Delta \ln IND_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{4i} \Delta \ln Trade_{t-i} + \varepsilon_i \quad (3)$$

Uzun dönem katsayıları tahmininden sonra değişkenler arasındaki kısa dönem katsayılarının tahmini uzun dönem denkleminde hata düzeltme teriminin eklenmesiyle aşağıdaki gibi (4)no'lu eşitlikte elde edilmektedir.

$$\Delta \ln CO_2 = \alpha_0 \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{2i} \Delta \ln FDI_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_{3i} \Delta \ln IND_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_{4i} \Delta \ln Trade_{t-i} + \beta_5 ECM_{t-1} + \varepsilon_i \quad (4)$$

(4)no'lu denklem setinde bulunan ECM_{t-1} hata düzeltme terimini temsil etmektedir. Hata düzeltme terimi, denklemde oluşan kalıntıların gecikmeli değeridir. Hata düzeltme katsayısı kısa dönemde gerçekleşen bir dengesizliğin hangi oranda uzun dönemde telafi edilebileceğini tanımlamaktadır. Hata düzeltme terimi katsayısının negatif değerde olması modelin anlamlılığı bakımından önemli bir unsurdur ve istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Bu katsayı ne kadar büyük olursa dengeden sapmalar uzun dönemde o kadar telafi edilir.

Tablo 5'te modelde yer alan değişkenlere ait tahmin edilen uzun dönem katsayıları yer almaktadır.

Tablo 5. Uzun dönem katsayıları

Değişkenler	Katsayılar	Standard Hata	t-istatistiği	Olasılık Değeri
LnFDİ	0,1220087	0,028557	4,275153	0,0002*
LnIND	0,189521	0,099550	1,903772	0,0676***
LnTrade	0,424387	0,222627	1,906270	0,0673***
Sabit	0,606589	0,543744	1,115578	0,2744

Not: * %1 anlam düzeyinde değişkenlere ait seriler test edilmiştir.

ARDL modelinden elde edilen uzun dönem tahmin sonuçları, Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımların, sanayi üretiminin ve ticaret açıklığının CO2 emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre, doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik bir artış, CO2 emisyonlarını yaklaşık %0,122 oranında artırmaktadır. Bu bulgu, çevresel standartların daha düşük olduğu sektörlerde yabancı sermayenin yoğunlaştığına ve dolayısıyla kirlilik sığınağı hipotezinin Türkiye bağlamında geçerli olabileceğine işaret etmektedir. Benzer şekilde, sanayi üretim endeksindeki %1'lik bir artış, CO2 emisyonlarını %0,1895 oranında artırmaktadır. Bu durum, üretim faaliyetlerinin enerji talebini yükselttiğini ve Türkiye'nin fosil yakıt temelli enerji yapısı nedeniyle çevresel baskıların arttığını göstermektedir. Ayrıca, ticaret açıklığındaki %1'lik bir artışın CO2 emisyonlarını %0,4243 oranında yükselttiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, dış ticaret hacmindeki genişlemenin üretim kapasitesini artırarak emisyonları da beraberinde getirdiğini ve Türkiye'nin ticaret yapısında emisyon yoğun sektörlerin ağırlıklı olmasının bu etkiyi güçlendirdiğini göstermektedir. Çalışmada sonraki aşamada ARDL eşbütünlük testinin kısa dönem katsayı tahminleri yer almaktadır.

Tablo 6'daise modelin kısa dönem katsayı tahminleri ve parametre hata düzeltme modeli katsayısı yer almaktadır.

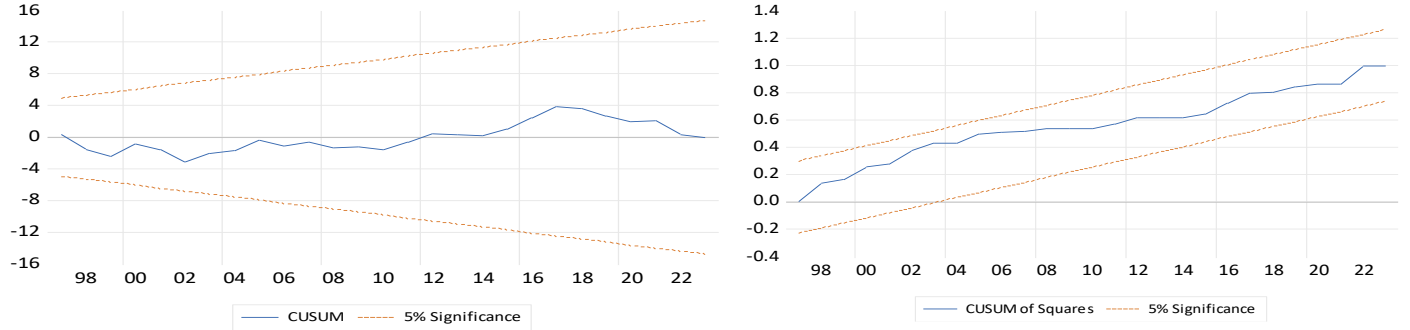
Tablo 6. ARDL model kısa dönem tahminler

Değişkenler	Katsayılar	Standard Hata	t-istatistiği	Olasılık Değeri
D(LnCO2(-1))	0,145818	0,114265	-1,276136	0,2128
D(LnCO2(-2))	0,306949	0,118142	-2,598143	0,0150**
D(LnFDİ)	0,001216	0,012481	0,097415	0,9231
D(LnIND)	0,169793	0,065803	2,580328	0,0156**
D(LnTrade)	0,058884	0,053545	1,099720	0,2812
D(LnTrade(1))	-0,089375	0,056217	-1,589824	0,1235
D(LnTrade(2))	-0,128718	0,056733	-2,268838	0,0315**
D(LnTrade(3))	0,123234	0,053233	2,314788	0,0285**
Cointeq(-1)*	-0,350730	0,055826	-6,282601	0,0000*

Not: * %1 anlam düzeyinde değişkenlere ait seriler test edilmiştir.

Çalışmada, ticari açıklık, sanayi üretimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkiler, ARDL kısa dönem sonuçlarıyla incelenmiştir. Sonuçlar, ticaret açıklığının kısa dönemde CO2 emisyonlarına etkisi olduğunu ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Ancak, ticaret açıklığının geçmiş dönemdeki etkisi CO2 emisyonlarını artırıcı yönde anlamlı bulunmuştur. Sanayi üretimi ise CO2 emisyonlarını artıran pozitif ve anlamlı bir etkiye

sahiptir. DYY'nin CO2 emisyonları üzerindeki etkisi ise anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca elde edilen hata düzeltme modeli (ECM), kısa dönemdeki denge sapmalarının uzun dönemdeki dengeye dönüş süresini belirlemektedir. Modeldeki hata düzeltme terimi negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu, kısa dönemdeki dengesizliklerin zamanla düzeleceğini ve sistemin uzun dönemdeki dengeye geri döneceğini gösterir. Hata düzeltme katsayısı olan 0,35, kısa dönem sapmalarının her yıl %35 oranında düzeldiğini ifade eder. Bu durumda, dengeye dönüş süresi yaklaşık 2,85 yıl olarak hesaplanmaktadır ($1 / 0,35 = 2,85$ yıl). Bu, sistemin kısa dönemdeki sapmalarını yaklaşık 3 yıl içinde dengeye getireceğini ortaya koymaktadır.



Grafik 2. CUSUM ve CUSUMQTestleri

Grafik 2’de yer alan CUSUM ve CUSUM Kare testleri, bir modelin parametrelerinin ve hata terimlerinin zaman içinde sabit olup olmadığını inceleyen önemli araçlardır. Bu testlerin grafikleri, modelde yer alan hata terimlerinin parametrelerinin örneklem dönemi boyunca istikrarlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Testler, birkaç küçük kırılmanın uzun vadede etkisini yitirdiğini ve modelin yeniden istikrara kavuştuğunu ortaya koymaktadır. ARDL testinin model sağlamlığının ardından sonraki aşamada Toda-Yamamoto nedensellik analizine geçilmiştir.

2.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Değişkenler arasında ilişkinin yönünü tespiti için Toda-Yamamoto nedensellik testinden faydalanılmıştır. Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik testinde Granger (1969) gibi geleneksel nedensellik analizlerinden farklı olarak değişkenlerin aynı dereceden durağanlık seviyesine sahip olması gerekmez. Toda-Yamamoto nedensellik testinde analize başlamadan önce birim kök ve eşbütünleşme gibi ön hazırlık testlerine gerek yoktur(Tayyar,2018,s.101)

Toda-Yamamoto nedensellik analizi yapılırken öncelikle VAR modelinin kurulması sonrasında uygun gecikme uzunluğunun (k) elde edilmesi gerekir. Daha sonraki aşamada ise analize dâhil edilen değişkenlere ait serilerin en yüksek bütünsel derecesi (dmax) belirlenir. Elde edilen uygun gecikme uzunluğu (k) ve en yüksek durağanlık seviyesi (dmax) toplanarak (dmax+k) uygun VAR modeli kurulur (Tayyar,2018,s.102).

Kurulacak VAR (dmax+k) modeline ilişkin denklem modeli 5 ve 6 no’lu eşitliklerde aşağıda belirtilmiştir.

$$Y_t = \delta_1 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \alpha_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+dmax} \beta_{1j} Y_{t-j} + \varepsilon_{t1} \quad (5)$$

$$Y_t = \delta_2 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \alpha_{2i} X_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+dmax} \beta_{2j} Y_{t-j} + \varepsilon_{t2} \quad (6)$$

Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanabilmesi için öncelikli olarak VAR modelinin kurulması ve gecikme katsayısının tespiti gerekir. Tablo 7’de modele ait gecikme uzunlukları gösterilmektedir.

Tablo7.Çeşitli bilgi kriterleri açısından VAR modeline ait gecikme uzunlukları

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-12.34879	NA	2.61e-05	0.797502	0.964680	0.858379
1	143.2264	273.2053*	2.90e-08*	-6.011046*	-5.175157*	-5.706661*
2	158.0114	23.07900	3.15e-08	-5.951777	-4.447177	-5.403884
3	171.6863	18.67791	3.75e-06	-5.838357	-3.665046	-5.046957

Kurulan VAR modeline uygun gecikme uzunluğu ilgili bilgi kriterleri dikkate alındığında 1 olarak bulunmuştur. Değişkenlerin en yüksek durağanlık seviyesi de 1 olarak bulunmuştur. Toda-Yamamoto nedensellik testinin son aşaması olarak uygun gecikme uzunluğu (k) ve en yüksek durağanlık derecesi (dmax) toplanarak VAR (2) modeli tahmin edilir. Oluşturulan VAR (2) modeline H_0 hipotezleri WALD testi kullanarak test edilmiş ve ilgili sonuçlar Tablo 8’de belirtilmiştir.

Tablo 8.Toda-Yamamoto testi sonucu

Temel Hipotez	Gecikme Uzunluğu (K(1)+dmax(1)=2)	(Kikare) istatistiği	P değeri	Hipotez
Nedenselliğin Yönü				
LnFDİ $\nrightarrow$ LnCo2	2	7,2099	0,027	H ₀ Red**
LnIND $\nrightarrow$ LnCo2	2	2,6687	0,263	H ₀ Kabul
LnTrade $\nrightarrow$ LnCo2	2	5,6769	0,058	H ₀ Red***
LnCo2 $\nrightarrow$ LnFDİ	2	5,2941	0,070	H ₀ Red***
LnCo2 $\nrightarrow$ LnIND	2	0,2335	0,889	H ₀ Kabul
LnCo2 $\nrightarrow$ LnTrade	2	12,14	0,002	H ₀ Red*

Not: Tabloda yer alan (*) sembolü H₀hipotezinin %1 (**) sembolü %5, (***) sembolü %10 seviyesinde anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

Uygulanan Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre, doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu bulgu, doğrudan yabancı sermaye girişlerinin kısa vadede çevresel bozulmaya katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, dışa açıklık düzeyi ile CO2 emisyonları arasında %10 anlamlılık düzeyinde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ancak, sanayi üretiminin CO2 emisyonları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Nedensellik yönünün tersine incelendiği durumda, CO2 emisyonlarının doğrudan yabancı yatırımları %10 düzeyinde etkilediği görülmüştür. Bu durum, çevresel faktörlerin yatırım kararlarını etkileyebilecek bir unsur olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, CO2 emisyonlarının sanayi üretimi üzerinde herhangi bir nedensel etkisi bulunmamaktadır. Öte yandan, CO2 emisyonlarının dış ticaret açıklığı üzerinde %1 düzeyinde güçlü ve anlamlı bir nedensellik ilişkisine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu da çevresel kalitenin dış ticaretin gelişimi ya da yönü üzerinde belirleyici bir rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç

Sanayi Devrimi sonrasında yaşanan üretim yöntemlerinde ve bireylerin tüketim davranışlarındaki değişimler ile süregelen zaman boyunca hem teknolojik yenilikler hem de küreselleşmenin artan boyutu insanoğlunun doğaya verdiği zararı artırmaktadır. Özellikle artan CO2 emisyonlarının, çevresel sorunları ve iklim değişikliğini tetiklemesi sonrası olumsuz etkileri giderek artmaktadır. Artan çevresel sorunlar sürdürülebilir olmaktan çıkmış insanoğlunun dünyadaki geleceğinin tehdit etmeye başlamıştır. Küreselleşmenin önemli boyutlarından biri de doğrudan yabancı yatırımlar vasıtasıyla gelişmiş ülke ekonomilerinden az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere olan büyük sermaye transferleridir. Küresel iklim değişikliğinin artan etkileriyle birlikte iklim değişikliği ve çevresel tahribat gözle görülür ölçüde artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde küresel iklim değişikliğinin yarattığı olumsuz etkilerin olası sonuçları hem toplumsal bilincin artması hem de hükümetler tarafından yasalar ve düzenlemeler yoluyla engellenmeye çalışılmaktadır. Özellikle çevreyi kirlitici özelliği yüksek endüstrilerin, doğrudan yabancı yatırımlar vasıtasıyla az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere transferi gerçekleşmektedir. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerin ekonomik dinamikleri açısından önemli yer teşkil eden doğrudan yabancı yatırımların üretim, istihdam, teknoloji transferi gibi açılardan olumlu yönleri olmakla birlikte enerji kullanımını ve CO2 emisyonunu artırması, çevresel tahribat gibi olumsuz sonuçlara da neden olmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımların, CO2 emisyonları üzerindeki etkisi üzerine iki farklı hipotez bulunmaktadır. Bunlar kirlilik cenneti ve kirlilik hale hipotezleridir. Kirlilik cenneti hipotezlerinde ülkeye giren doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonunu artırdığı, kirlilik hale hipotezinde ise doğrudan yabancı yatırımlardaki artışların CO2 emisyonunu azalttığı varsayılmaktadır. CO2 emisyonu artışının bir diğer önemli bileşeni ise sanayi üretimidir. Bir ekonomide toplam çıktıyı oluşturan sektörler birbirinden farklı CO2 emisyonuna neden olmaktadır. Ekonomik dinamikler ülkeden ülkeye değişse de Jebli vd. (2020), çalışmasından hareketle Türkiye gibi ülkelerde sanayi üretimdeki artışlar CO2 emisyonunu pozitif etkilemektedir. Bu durumun arka planında yüksek enerji tüketimi, fosil yakıt tüketimi, çarpık sanayileşme gibi faktörler yer almaktadır. Son olarak bu çalışmada kullanılan ticari açıklık bir başka ifade ile ticari serbestleşme küreselleşmenin en önemli sacayaklarından bir tanesidir. Küreselleşmenin hızlanması, ticaret engellerinin kalkması sonrası ekonomilerin en önemli dinamiklerinden biri haline gelmiştir. Ticari serbestleşmenin artması enerji yoğun üretim alanlarının varlığı sebebiyle artan tüketimi, bu üretilen malların taşınması gibi birbiriyle ilintili birçok etkisiyle CO2 emisyonunu artırmakta ve çevresel tahribata neden olmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye için 1980-2023 yılları arasındaki süreçte doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi üretim endeksi, ticari açıklık ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Özellikle doğrudan yabancı yatırımlar değişkeni ile kirlilik sığnağı ve kirlilik hale hipotezlerinden hangisinin Türkiye için geçerli olduğu test edilmiştir. Ayrıca çalışmada

sanayi üretiminde yaşanan değişimlerin ve ticari serbestleşmenin CO2 emisyonu üzerindeki etkileri de tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın analiz kısmında ilk olarak değişkenlere ait serilerin birim kök içerip içermediğini test etmek için ADF ve PP birim kök testleri kullanılmıştır. Durağanlık testlerinden sonraki aşamada ise ARDL sınır testi, değişkenler arası nedensellik ilişkisini araştırmak için Toda-Yamamoto testinden yararlanılmıştır.

ARDL sınır testi sonuçları, modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. Uzun dönem katsayılarına göre, doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1’lik bir artışın, CO2 emisyonlarını %0,122 oranında artırdığı belirlenmiştir. Bu bulgu, Türkiye örneğinde kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olabileceğini göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar, Öztürk ve Saygın (2020), Yurtkuran (2020), Şeker vd. (2015), Gür (2019), Kılıçarslan ve Dumrul (2017), Kiviyro ve Arminen (2014), Elmarzougui vd. (2016), Hanif vd. (2019), Essandoh vd. (2020), Mebrek vd. (2024) ve Kurt vd. (2019) gibi çalışmalarla uyum göstermektedir. Bununla birlikte, Atay-Polat (2015), Gyamfi vd. (2021), Hossain vd. (2023) ve Yilmazer ile Karabiber (2022) tarafından elde edilen bulgularla farklılık göstermektedir.

Sanayi üretim endeksinde gözlenen %1’lik artış, CO2 emisyonlarını %0,189 oranında yükseltmektedir. Bu sonuç, Nwani vd. (2023), Karedla vd. (2021) ve Yorucu ile Ertaç-Varoğlu (2020) gibi çalışmalarla örtüşmekte; ancak Mehmood vd. (2022) tarafından ulaşılan bulgularla çelişmektedir.

Ayrıca, ticaret açıklığında meydana gelen %1 oranındaki artışın, CO2 emisyonlarını %0,424 düzeyinde artırdığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, ticaretin çevresel etkiler üzerinde belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar, Öztürk ve Saygın (2020), Elmarzougui vd. (2016) ve Hossain vd. (2023) çalışmalarıyla tutarlı olup; Essandoh vd. (2020), Karedla vd. (2021), Mebrek vd. (2024) ve Ghazouani ile Maktouf (2023) çalışmalarından farklılık göstermektedir.

Toda-Yamamoto nedensellik analizi sonuçlarına göre CO2emisyonu ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında çift taraflı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ulaşılan bu sonuç Öztürk ve Saygın (2020), Şeker vd.’nin (2015) çalışmaları ile benzer iken Yilmazer ve Karabiber (2022), Kiviyro ve Arminen (2014) ve Farhani ve Solarin’e(2017) ait sonuçlar ile örtüşmemektedir. Ticari açıklık ile CO2 emisyonu arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcut olup Zhou, Guan ve He (2025) ve Yorucu Ertaç-Varoğlu (2020) çalışması ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde Türkiye’de sanayi üretiminde daha fazla yeşil sektörlere ve yeşil teknolojilere yönelik desteklerin artması ve kirli endüstrilerin negatif dışsallıklarının sıkı çevresel düzenlemeler ile denetim altına alınması gerektiği ifade edilebilir. Ayrıca enerji verimliliğinin sağlanması, yenilenebilir enerji üretimini teşvik gibi çevre odaklı bir büyüme stratejisi olan sürdürülebilir büyüme modeli kullanarak hem ekonomik gelişim sağlanmalı hem de çevreye duyarlı üretim ve tüketim süreçlerini tercih eden politikalar yürütülmelidir. Çevresel vergilerin ve AB gibi birliklerde uygulanan katı çevresel düzenlemelerin yapılması, kamu odaklı bireysel farkındalığın artırılmasına yönelik çalışmalarla emisyonunun azaltılması söz konusu olabilir.

Ayrıca bu çalışmadan hareketle, gelecekte yapılacak araştırmalarda sanayi üretim endeksi ve ticari açıklık değişkenleri gruplar bazında detaylı incelenerek, hangi sektörlerde kirlilik yoğun üretim yapıldığının tespit edilmesi; düzenlemeler ve teşvikler açısından önemli bir çalışma konusu olabilir.

Etik Kurul Bilgileri Beyanı (Ethical Committee Information Declaration)

Tarafımızca yapılan bu bilimsel araştırmada etik kurul kararı gerektirecek herhangi bir faaliyet/çalışma bulunmamaktadır. *(In this scientific research conducted by us, there is no activity/study that would require an ethical committee decision).*

Kaynakça

- Benli, M. (2020). Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, karbon emisyonu ve iktisadi büyüme: Veriye dayalı bir analiz. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 35–59.
- Betül, G. (2019). Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit emisyonu ilişkisi: Türkiye için kirlilik cenneti hipotezinin değerlendirilmesi. *EurasianEconometrics, Statistics&EmpiricalEconomicsJournal*, 1–13.
- Çoban, M. N., & Özkan, O. (2022). Türkiye’de enerji tüketimi, ticari açıklık, CO2 emisyonları ve kirlilik sığınağı hipotezi: Yeni dinamik ARDL simülasyonlarından kanıtlar. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 480–507.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427–431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057–1072.
- Elmarzougui, E., Larue, B., & Tamini, L. D. (2016). Trade openness, domestic and foreign investments, and the environment. *Modern Economy*, 7(5), 591–601.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- Essandoh, O. K., Islam, M., & Kakinaka, M. (2020). Linking international trade and foreign direct investment to CO2 emissions: Any differences between developed and developing countries? *Science of the Total Environment*, 712, 136437. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136437>
- Eyüboğlu, S., & Eyüboğlu, K. (2018). Borsa İstanbul sektör endeksleri ile döviz kurları arasındaki ilişkilerin incelenmesi: ARDL modeli. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 8–28.
- Farhani, S., & Solarin, S. A. (2017). Financial development and energy demand in the United States: New evidence from combined cointegration and asymmetry causality tests. *Energy*, 134, 1029–1037.
- 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>
- Ghazouani, T., & Maktouf, S. (2024). Impact of natural resources, trade openness, and economic growth on CO2 emissions in oil-exporting countries: A panel autoregressive distributed lag analysis. *Natural Resources Forum*, 48(1), 211–231. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12318>
- Göktaş, P., Pekmezci, A., & Bozkurt, K. (2018). Ekonometrik serilerde uzun dönem eşbütünleşme ve kısa dönem nedensellik ilişkileri. *Ankara: Gazi Kitabevi*.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438.
- Hanif, I., Raza, S. M. F., Gago-de-Santos, P., & Abbas, Q. (2019). Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO2 emissions in emerging Asian economies: Some empirical evidence. *Energy*, 171, 493–501.
- Hossain, R., Roy, C. K., & Akter, R. (2023). Dynamic effects of economic growth, foreign direct investment and trade openness on environmental quality: Evidence from Asian economies. *Croatian Economic Survey*, 25(1), 79–114. <https://doi.org/10.15179/ces.25.1.380>
- Jebli, M. B., Farhani, S., & Guesmi, K. (2020). Renewable energy, CO2 emissions and value added: Empirical evidence from countries with different income levels. *Structural Change and Economic Dynamics*, 53, 402–410.
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—With application to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169–210.
- Karedla, Y., Mishra, R., & Patel, N. (2021). The impact of economic growth, trade openness and manufacturing on CO2 emissions in India: An autoregressive distributed lag (ARDL) bounds test approach. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 26(52), 227–248. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-05-2021-0057>

- Kılıçarslan, Z., & Dumrul, Y. (2017). Foreign direct investments and CO2 emissions relationship: The case of Turkey. *Business and Economics Research Journal*, 8(4), 647–660.
- 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.
- Kurt, Ü., Kılıç, C., & Özekicioğlu, H. (2019). Doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonu üzerindeki etkisi: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22(1), 213–224. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.487139>
- Mebrek, N., Louail, B., & Riache, S. (2025). Do trade openness and foreign direct investment affect CO2 emissions in the MENA region? New evidence from a panel ARDL regression. *Energy Economics and Environmental Studies*, 10(2), 123–137. <https://doi.org/10.1234/energyeco.2025.123456>
- Mehmood, A., Azam, A., & Mahr, M. A. (2022). Impact of industrial production and FDI on CO2 emissions in Pakistan. *Pakistan Journal of Economic Studies (PJES)*, 5(1), 257–272.
- Nwani, C., Bekun, F. V., Agboola, P. O., Omoke, P. C., & Effiong, E. L. (2023). Industrial output, services and carbon emissions: The role of information and communication technologies and economic freedom in Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 25(4), 3299–3322. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02183-z>
- Öztürk, S., & Saygın, S. (2020). Türkiye’de 1974–2016 döneminde yapısal kırılma altında kişi başına reel gelir, doğrudan yabancı yatırımlar, ticari açıklık ve karbon emisyonları arasındaki ilişki. *Sosyoekonomi*, 28(44), 69–90.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bound testing approach to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346.
- Polat, M. A. (2015). Türkiye’de yabancı sermaye yatırımları ile CO2 emisyonu arasındaki ilişkinin yapısal kırılmalı testler ile analizi. *Journal of International Social Research*, 8(41).
- Sağlam, M., & Uğurlu, E. (2013). Kamu açıkları, parasal büyüme ve enflasyon ilişkisi: Türkiye örneği (1983–2008). *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 576, 71.
- Sarıkovanlık, V., Koy, A., Akkaya, M., Yıldırım, H. H., & Kantar, L. (2019). Finans biliminde ekonometri uygulamaları. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Şeker, F., Ertuğrul, H. M., & Çetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: A bound testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347–356.
- Şahin, G., Gökdemir, L., & Ayyıldız, F. V. (2019). Türkiye örneğinde kirlilik sığnağı ve kirlenme hâle hipotezleri üzerine ampirik bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33, 104–140.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1–2), 225–250.
- Uğurlu, E. (2009). Durağanlık ve birim kök sınamaları. *Ders Notları*, 1, 1–17.
- Yorucu, V., & Ertuç Varoğlu, D. (2020). Empirical investigation of relationships between energy consumption, industrial production, CO2 emissions, and economic growth: The case of small island states. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 14228–14236. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07838-w>
- Yurtkuran, S. (2020). Türkiye’de kirlilik sığnağı hipotezi geçerli mi? Fourier eşbütünleşme ve nedensellik yöntemlerinden kanıtlar. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(24), 61–77.
- Zhou, R., Guan, S., & He, B. (2025). The impact of trade openness on carbon emissions: Empirical evidence from emerging countries. *Energies*, 18(3), 697.