

## Türkiye'de Doğrudan Yabancı Yatırım ve Ekonomik Büyümenin Karbon Emisyonları Üzerindeki Etkisi: ARDL Yaklaşımı

The Impact of Foreign Direct Investment and Economic Growth on Carbon Emissions in Turkey: An ARDL Approach

Cumhur ŞAHİN <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bozüyük MYO, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Bilecik, Türkiye.  
[cumhur.sahin@bilecik.edu.tr](mailto:cumhur.sahin@bilecik.edu.tr)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZET

#### Anahtar Kelimeler:

Doğrudan Yabancı Yatırım  
Ekonomik Büyüme  
Karbon Emisyonu

**Amaç** – Son yıllarda, iklim değişikliği ve küresel ısınma, uluslararası toplumun karşı karşıya olduğu en ciddi sorunlardan biri haline gelmiştir. Bu araştırmanın amacı, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme gibi önemli olduğu düşünülen iki makro ekonomik değişkenin karbon emisyonu üzerinde bir etkisi olup olmadığının belirlenmesidir.

**Yöntem** – Zaman serisi analizinin ön koşulu, serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır. Seriler arasında farklı entegrasyon derecelerinin standart eşbütünlük testlerinin uygulanmasını engellemiştir. Bu nedenle, analiz için Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Modeli (ARDL) yaklaşımı benimsenmiştir.

Gönderilme Tarihi 18 Kasım 2025  
Revizyon Tarihi 7 Haziran 2026  
Kabul Tarihi 15 Haziran 2026

**Bulgular** – Yapılan analizler neticesinde uzun dönemde ekonomik büyümenin (GSYH), çevresel kirliliği (Karbon Emisyonu) artırdığını göstermektedir. Yine uzun dönemde Doğrudan Yabancı Yatırımların, Karbon Emisyonlarını düşürücü yönde etkilediği tespit edilmiştir.

**Makale Kategorisi:**  
Araştırma Makalesi

**Tartışma** – Doğrudan yabancı yatırımlar yoluyla inovasyon ve teknoloji transferini teşvik etmek karbon emisyonlarını azaltabilir. Türkiye; sürdürülebilir sanayileşmeyi sağlamak için, yeşil teknolojiler konusunda uzmanlaşmış yerel firmalar ve yabancı yatırımcılar arasındaki ortaklıkları teşvik ederek, doğrudan yabancı yatırımlardan yararlanabilir.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Keywords:

Foreign Direct Investment  
Economic Growth  
Carbon Emission

**Purpose** – In recent years, climate change and global warming have become some of the most serious problems facing the international community. The purpose of this research is to determine whether two macroeconomic variables considered important in Turkey-foreign direct investment and economic growth-have an impact on carbon emissions.

**Design/methodology/approach** – A prerequisite for time series analysis is determining the degree of stationarity of the series. For his purpose, Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test was applied. The different degrees of integration among the series precluded the application of standard cointegration tests. Therefore, the Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL) approach was adopted for the analysis.

Received 18 November 2025  
Revised 7 June 2026  
Accepted 15 June 2026

**Results** – Analysis shows that long-term economic growth (GDP) increases environmental pollution (carbon emissions). It has also been determined that long-term Foreign Direct Investments have a positive impact on reducing carbon emissions.

**Article Classification:**  
Research Article

**Discussion** – Promoting innovation and technology transfer through foreign direct investment can reduce carbon emissions. Turkey can benefit from foreign direct investment by encouraging partnerships between local firms specializing in green technologies and foreign investors to achieve sustainable industrialization.

**ETİK ONAY:** Bu çalışmada ikincil veriler kullanılmış olup etik kurul onayı gerektirmemektedir.

#### Önerilen Atf/ Suggested Citation

Şahin, C. (2026). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırım ve Ekonomik Büyümenin Karbon Emisyonları Üzerindeki Etkisi: ARDL Yaklaşımı. İşletme Araştırmaları Dergisi, 18 (2), 1689-1703.

## 1. Giriş

Son yıllarda, iklim değişikliği ve küresel ısınma, uluslararası toplumun karşı karşıya olduğu en ciddi sorunlardan biri haline gelmiştir. İnsanların iklim sistemi üzerindeki etkisi açıktır ve son zamanlarda insan kaynaklı sera gazı emisyonları, özellikle karbon emisyonları, tarihin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Çevresel bozulma ile ilgili en önemli iki değişken ekonomik büyüme ve enerji tüketimidir. Her ne kadar bunlar çevre kirliliğinde belirleyici faktörler haline gelmiş olsalar da çalışmaların çoğu analizlerini yalnızca çevre kirliliği, özellikle de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilişkili olan CO2 emisyonları ile sınırlamaktadır.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme tek başına CO2 emisyonlarını açıklamayabilir. Bu nedenle, karbon emisyonlarıyla ilişkili diğer değişkenlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar giderek daha önemli hale gelmesine rağmen, bu konuda çok az ayrıntı tartışılmıştır. Nitekim, gelişmekte olan ülkelerdeki doğrudan yabancı yatırım akışının artması, bunun çevresel sonuçları olup olmadığı konusunda önemli bir soruyu gündeme getirmektedir (Zeng ve Eastin, 2012). Bu nedenle, doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonları üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar gereklidir.

Geleneksel görüş, gelişmekte olan ülkelerdeki gevşek çevre standartları nedeniyle, doğrudan yabancı yatırımların (FDI) genel olarak CO2 emisyonlarını artırabileceğini öne sürebilir (Pao ve Tsai, 2011). Yabancı yatırımı çekmek için, gelişmekte olan ülkeler gevşek veya uygulanmayan düzenlemeler yoluyla çevre sorunlarını görmezden gelme eğilimindedir.

Bu çalışmada Türkiye özelinde doğrudan yabancı yatırımlar (FDI), karbon emisyonu ve milli gelir arasındaki ilişki 1990-2023 dönemi itibarıyla araştırılmaktadır. Bu çalışmanın araştırma boşluğu, son dönemde bu iki değişken arasında Türkiye’de yapılan araştırma sayısının son derece sınırlı olmasıdır. Üstelik Türkiye’de yapılan çalışmalar nispeten eski tarihli olup, bu çalışma çok daha güncel verilere sahiptir. Dolayısıyla bu çalışmanın hem son döneme dair bu iki değişken arasındaki ilişkiyi ele alan güncel bir çalışma olacağı hem de ulusal literatürdeki boşluğu bir nebze de olsa dolduracağı düşünülmektedir. 1990-2023 periyodunun seçilmesinin nedeni, 1990 yılı öncesindeki döneme ilişkin verilere ulaşamamasıdır.

## 2. Literatür Taraması

Özellikle 1990’lı yıllarla birlikte ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki bağlantı üzerine kapsamlı araştırmaların sayısında artış gözlenmektedir. Bu ilişki ilk olarak Simon Kuznets’in 1955 yılında yayınlanan son tezinde ortaya konmuştur. Bu iki değişken arasındaki ters U şeklindeki ilişkide, gelir eşitsizliğinin gelir artışıyla birlikte nasıl arttığını, belirli bir eşikte sabit kaldığını ve ardından düştüğünü gösterdi. Çevre ekonomistleri, gelir düzeyindeki artış ile çevresel bozulma arasında bir bağlantı olduğunu öne sürmüşlerdir. Örneğin, Grossman ve Kruger 1991, çevre kirliliği ile karbondioksit, kükürt dioksit ve ekonomik büyüme yoğunluğu arasındaki bağlantıyı incelemişlerdir. Bulguları, kişi başına gelir belirli bir düzeye ulaştığında kirletici maddelerin arttığı ve ardından yüksek gelirli nüfuslarda kirletici maddelerin azalmasıyla tutarlıdır.

Bazı akademisyenler, “kirlilik cenneti” veya “kirlilik sığınağı” olarak da bilinen Kirlilik Cenneti Hipotezi’ne (PHH) dayanarak, doğrudan yabancı yatırımların gelişmekte olan ev sahibi ülkeler üzerinde olumsuz etkileri olduğunu savunmaktadır. Bu teori, Walter ve Ugelow (1979) tarafından geliştirilmiş ve Baumol ve Oates (1988) tarafından, doğrudan yabancı yatırımların kirlilik yoğun endüstrileri ev sahibi ülkeye aktarıp aktarmadığını ve dolayısıyla yerel karbon emisyonlarında artışa yol açıp açmadığını incelemek üzere geliştirilmiştir. Kirlilik cenneti hipotezi (PHH), ev sahibi ülkelerdeki zayıf çevre düzenlemeleri nedeniyle, yüksek kirlilik ve tüketim seviyelerine sahip bazı endüstrilerin, doğrudan yabancı yatırımlar ve ticaret yoluyla diğer ülkelerden transfer edileceğini ve bu durumun kirletici emisyonlarda önemli bir artışa neden olacağını savunmaktadır (Savona ve Ciarli, 2019 ile Stef ve Jabeur 2020). Mevcut çalışmaların çoğu, doğrudan yabancı yatırım akışları ile çevresel bozulma arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu da PHH’yi doğrulamaktadır (Sapkota ve Bastola, 2017; Hanif vd.,2019; Salehnia vd., 2020).

Kirlilik Sığınağı Hipotezi, kirlilik yoğun endüstrilerin çevresel maliyetlerin içselleştirilme düzeyinin yüksek olduğu ülkelere, bu düzeyin düşük olduğu ülkelere göç edeceğini ve böylece çevresel standartların daha düşük olduğu ülkeleri kirlilik yoğun endüstriler için bir “sığınak” haline getireceğini öne sürmektedir. Başka bir grup akademisyen ise, doğrudan yabancı yatırımların gelişmekte olan ev sahibi ülkeler üzerinde “kirlilik halesi” etkisi gibi olumlu etkileri olduğunu savunmaktadır. “Kirlilik halesi” etkisi Birdsall ve Wheeler (1993)

tarafından ortaya atılmış olup, doğrudan yabancı yatırımların yerel çevrenin iyileşmesine odaklanmaktadır. "Kirlilik halesi" hipotezi, doğrudan yabancı yatırımların ev sahibi ülkeye gelişmiş ekipman ve ileri teknoloji getirdiğini, bunun da teknoloji yayılımı yoluyla kaynak ve faktör girdilerinde tasarruf sağladığını ve çevre kalitesini iyileştirdiğini öne sürmektedir (Li ve ark., 2017). PHH ile çelişki içinde, diğer çalışmalar FDI ile CO2 emisyonları arasında önemli bir ilişki bulamamışlardır (Mahmood vd., 2020:2403, Gibba vd. 2024:11), diğer bir çalışmada ise FDI'nın karbon emisyonlarının azalmasına yol açabileceğini gösteren negatif bir ilişki bildirmiştir (Leitão vd., 2022: 16)

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, yönetim uygulamaları ve teknolojilerindeki iyileştirmeler sayesinde doğrudan yabancı yatırım akışlarının CO2 emisyonlarını azaltabileceğini savunmaktadır (Zhu vd., 2016; Huang vd., 2017; Wang vd., 2019).

Bir dizi literatürde doğrudan yabancı yatırım akışları ile çevre bozulması arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır. (Shao vd., 2019; Danish ve Ulucak 2022).

Bir dizi araştırma, FDI akışlarının karbon emisyonları üzerindeki doğrudan etkilerini incelemiş ve karlılığı artırmayı amaçlayan yabancı doğrudan yatırım akışlarının, karbon emisyonlarının artmasıyla bağlantılı olduğunu göstermektedir. Shahbaz vd., 2015, 99 ülkeden elde edilen veriler kullanılarak yaptıkları çalışmada, FDI akışlarının karbon emisyonları üzerindeki etkilerinin ulusal servet farklılıkları nedeniyle değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ek olarak, orta gelirli ülkelerin karbon emisyonları ve FDI akışları ters U şeklinde bir eğilim göstermektedir. Bu bağlantı düşük gelirli ülkelerde tersine dönmüş olsa da doğrudan yabancı yatırım akışı karbon emisyonlarını düşürebilir. Alshubiri ve Elheddad'ın (2019) çalışmasında, 32 OECD ülkesinden elde edilen panel verileri kullanılmış olup, veriler analiz edildiğinde FDI girişleri ile karbon emisyonları arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Yaygın görülen bir durum, FDI kaynaklı ekonomik faaliyetlerin gelişmesi ev sahibi ülkelerde karbon emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. (Mahadevan ve Sun, 2020).

Öztürk ve Öz (2016), 1974 ve 2011 periyodunda Türkiye özelinde doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi ve gelirin karbon emisyonu üzerinde olan etkisini araştırmış olup, ÇKE varsayımı teyit edilmiştir. Dolayısıyla, çevresel kirliliğin ekonomik büyüme ile yükseleceği fakat optimum bir düzeye erişildikten sonra azalacağı belirlenmiştir.

Yılmaz vd., (2017), doğrudan yabancı yatırımların, çevre kirliliği ve ekonomik büyümeye olan etkilerini araştırmış olup, veriler analiz edildiğinde, doğrudan yabancı yatırımlardaki artışın karbon emisyonu ve ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönde etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

Negash vd., 2020, Etiyopya özelinde doğrudan yabancı yatırımların (FDI); imalat gibi yüksek emisyonlu sektörlerde yoğunlaştığı durumlarda, sıkı çevre standartları uygulanmadığında sera gazı emisyonlarını artırma eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Gelişmiş ülkeler, genellikle çevre yasaları veya çevre vergileri daha gevşek olan gelişmekte olan ülkelere yatırım yapmaktadır. Sonuç olarak, çevreyi kirleten şirketler bu bölgelere taşınmaktadır. (Aller vd. 2021).

Apergis vd., 2022, 1993 ile 2012 yılları arasında Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika'da (BRICS) yabancı doğrudan yatırım akışlarının karbon emisyonları üzerindeki etkisini, on bir OECD ülkesinden gelen ikili yabancı doğrudan yatırım akışlarını kullanarak analiz ederek literatüre katkıda buldukları çalışmalarında, veriler analiz edildiğinde Danimarka ve Birleşik Krallık'tan BRICS ülkelerine gelen doğrudan yabancı yatırım akışlarının BRICS ülkelerindeki karbon emisyonlarını artırdığını ve kirlilik cenneti hipotezini doğruladığını göstermektedir. Öte yandan, Fransa, Almanya ve İtalya'dan gelen doğrudan yabancı yatırımlar BRICS ülkelerindeki karbon emisyonlarını azaltmış ve kirlilik halesi etkisini doğrulamıştır. Avusturya, Finlandiya, Japonya, Hollanda, Portekiz ve İsviçre'den gelen doğrudan yabancı yatırım akışlarının BRICS ülkelerindeki karbon emisyonları üzerinde önemli bir etkisi yoktur. Diğer bazı çalışmalar, doğrudan yabancı yatırım akışlarının CO2 emisyonlarıyla pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Chidiebere-Mark vd., 2022:19, Murshed, 2023:11 ve Rauf vd.,2023:14). Kayani ve Sadiq, 2022, çalışmalarında, doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik büyümenin Ukrayna'nın karbon emisyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma periyodu 1990-2019 dönemidir. Çalışmada kullanılan değişkenler doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve karbon emisyonlarıdır. Çalışmanın değişkenleri arasında önemli ve pozitif bir ilişki

olduğu doğrulanmıştır. Sonuçlar, Ukrayna'da doğrudan yabancı yatırımların girişi ve ekonomik büyümenin daha yüksek karbon emisyonlarına yol açtığını göstermektedir.

Kazaz vd., 2023:429, yabancı yatırımlardaki artışın ekonomik büyüme ve kirliliği nasıl etkilediği Türkiye özelinde 1990-2020 periyodunda incelenmiş olup, doğrudan yabancı yatırım ve yeşil alan değişkenlerindeki değişimin, CO2 emisyonunda meydana gelen değişim üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur.

(Pata vd., 2023), 1995-2018 yılları arasında ASEAN ülkelerinin verilerini kullanarak yenilenebilir enerji, turizm, ticaret açıklığı ve doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini belirlemek için panel ARDL tahmincisini kullanmıştır. Sonuçlar, turizm ve doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonlarını artırırken, reel gelir ve ticaret açıklığının çevresel bozulmayı azalttığını ortaya koymuştur. Uzun vadeli gelir esnekliğinin kısa vadeliden daha düşük olduğu göz önüne alındığında, bu sonuç EKC hipotezinin geçerliliğini doğrulamıştır.

Yi vd., 2023, 2003-2020 yıllarına ait istatistiksel verileri referans alarak, doğrudan yabancı yatırımların (FDI) Çin'in imalat sektöründeki karbon emisyonları üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, doğrudan yabancı yatırımlar ile imalat sektöründeki CO2 emisyonları arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Spesifik olarak, doğrudan yabancı yatırımlar sermaye yoğun, teknoloji yoğun ve emek yoğun imalat sanayilerinde karbon emisyonlarının azaltılmasında olumlu bir etkiye sahiptir ve en güçlü etki emek yoğun sanayilerde gözlemlenmektedir.

Sun vd., 2023'nin çalışmasında, 2006-2019 yılları arasında Çin'in 20 ilinde üretici hizmet sektörüne yapılan doğrudan yabancı yatırımların (SFDI) yeşil toplam faktör verimliliği (GTFP) üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Panel veri regresyon modeli kullanılmış olup, SFDI'nin Çin'in GTFP'sini önemli ölçüde desteklediği tespit edilmiştir. Bu da GTFP'nin gevşeklik temelli ölçüm ve yönlü mesafe fonksiyonuna dayalı küresel Malmquist-Luenberger verimlilik endeksi ile tahmin edildiği Çin'de SFDI'nin "kirlilik halesi" etkisinin varlığını doğrulamaktadır. Özellikle, SFDI'nin GTFP üzerindeki etkisi bölgesel heterojenlik göstermekte olup; en güçlü etki doğu bölgesinde, ardından batı bölgesinde gözlemlenirken, en zayıf etki orta bölgede gözlemlenmektedir.

Nawaz vd., 2025, 2050 yılına kadar karbon nötrlüğüne ulaşmayı taahhüt etmiş bir ülke olan Güney Kore'de doğrudan yabancı yatırım (DYY) ve ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini değerlendirmeyi ele alan çalışmalarında DYY ve ekonomik büyümenin ekonomik kalkınmayı teşvik eden ve potansiyel olarak karbon emisyonlarını artıran ikili rolü göz önüne alındığında bu çalışma bu değişkenler arasındaki karmaşık ilişkileri araştırmıştır. Bu çalışmada, bağımlı değişken olarak karbon emisyonları (CO<sub>2</sub>) ve açıklayıcı değişkenler olarak GSYH, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi dahil olmak üzere 1990'dan 2021'e kadar yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Bu değişkenler arasındaki uzun vadeli ilişkileri değerlendirmek için bir otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) sınır testi kullanılmıştır. Yapılan ampirik analizler neticesinde ulaşılan bulgular, ekonomik büyüme ve DYY'nin çevresel etkilerini azaltmak için sürdürülebilir yatırım uygulamaları ve yenilenebilir enerji çözümlerinin entegre edilmesi gerekliliğinin altını çizmektedir. Önceki çalışmalardan farklı olarak bu çalışma, Güney Kore'nin 2050 yılına kadar iddialı karbon nötrlüğü taahhüdü kapsamında DYY, GSYH ve yenilenebilir enerjinin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini benzersiz bir şekilde birleştirmektedir. Sağlam bir ARDL modelinin uygulanması ekonomik faktörler ve sürdürülebilirlik çabaları arasındaki etkileşimlere dair incelikli bilgiler sunarak ekonomik ve çevresel hedefleri dengelemeyi amaçlayan politika yapıcılara eyleme geçirilebilir veriler sağlamaktadır.

(Kgomo ve Zhanje, 2025:411) çalışmasında, BRICS artı ülkeleri, yani Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika, Birleşik Arap Emirlikleri, İran ve Mısır'da doğrudan yabancı yatırım (DYY), ticaret açıklığı ve karbon emisyonları arasındaki ilişki incelenmiş olup, panel otoregresif dağıtılmış gecikme gibi panel ekonometrik yöntemler, 2001'den 2020'ye kadar olan yıllık veriler üzerinde uygulanmıştır. FDI ve ticaret açıklığının, uzun vadede BRICS artı ülkelerinde karbon emisyonuna olumlu ve önemli katkılar sağladığı bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre FDI ve ticaret açıklığı BRICS artı ülkelerinde önemli bir rol oynamaktadır.

Doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme ile karbon emisyonları arasındaki pozitif ilişki olan çalışmalar şunlardır: Sapkota ve Bastola, 2017, Yılmaz vd., 2017, Savona ve Ciarli, 2019, Hanif vd., 2019; Stef ve Jabeur 2020; Salehnia vd., 2020, Mahadevan ve Sun, 2020, Negash vd., 2020, Chidiebere-Mark vd., 2022;19, Kayani ve Sadiq, 2022, Murshed, 2023:11 ve Rauf vd., 2023:14, Nawaz vd., 2025.

Doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme ile karbon emisyonları arasındaki negatif ilişki olan çalışmalar şunlardır: Zhu vd., 2016; Li ve ark., 2017, Huang vd., 2017; Wang vd., 2019, Leitão vd., 2022: 16, Yi vd., 2023.

Doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme ile karbon emisyonları arasında herhangi bir ilişki bulunmayan çalışmalar ise şunlardır: Shao vd., 2019; Mahmood vd., 2020:2403, Danish ve Ulucak 2022, Gibba vd. 2024:11.

Araştırmaya ilişkin hipotezler aşağıda yer almaktadır:

Değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkilerinin yönünü belirlemek amacıyla Granger Nedensellik Testi uygulanmadan önce test edilecek hipotezler şu şekildedir:

a) Karbon emisyonu nedenselliğine yönelik hipotezler:

H0=GSYH'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1=GSYH'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

H0= FDI'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1=FDI'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

b) GSYH'nin nedenselliğine yönelik hipotezler:

H0=Karbon emisyonundan GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= Karbon emisyonundan GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

H0= FDI'den GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= FDI'den GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

c)FDI'nin nedenselliğine yönelik hipotezler:

H0=Karbon emisyonundan FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= Karbon emisyonundan FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

H0=GSYH'den FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= GSYH'den FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

### 3. Yöntem

Yöntem bölümü veri seti, araştırmanın modeli/hipotezleri, veri seti ve verilerin analizi alt başlıklarından oluşmakta olup detaylı bilgiler her bir alt başlık altında verilmiştir.

#### 3.1. Veri seti

Araştırmada kullanılan değişkenler, 1990-2023 yılları arasındaki dönem itibariyle Türkiye'deki karbon emisyonu (kişi başına ton), doğrudan yabancı yatırım tutarı (Milyon \$) ve GSYH (Milyar \$) olup, veriler Dünya Bankası veri tabanı ile macro trends şirketinin web sayfasından elde edilmiştir. Söz konusu verilere erişim tarihi 13.09.2025 tarihidir.

Çalışmada kullanılan tüm değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmış ve durağanlık analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca serilerin entegrasyon derecelerinin daha sağlıklı belirlenebilmesi amacıyla Phillips-Peron (PP) birim kök testi ile destekleyici analizler yapılmıştır.

#### 3.2. Araştırmanın Modeli/Hipotezleri:

Değişkenler arasındaki ilişkilerin kontrol edilmesinde ele alınacak model denklem 1'de gösterilmiştir.

$$\text{CO}_2 \text{ emisyonları} = f(\text{FDI}, \text{GDP}) \quad (1)$$

Regresyon formunda yansıtılırsa;

$$Y (\text{CO}_2 \text{ emisyonları}) = \alpha + \beta_1 (\text{FDI}) + \beta_2 (\text{GDP}) + e \quad (2)$$

Burada;

$\beta_1$  ve  $\beta_2$  ilgili bağımsız değişkenlerin katsayılarını,  
 $\alpha$ , regresyon modelinin kesim noktasını,  
FDI doğrudan yabancı yatırımı,  
GDP Gayri safi yurt içi hasılayı,  
e kalıntıları temsil etmektedir.

Değişkenlerin durağanlığını kontrol etmek amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi uygulanmadan önce test edilecek hipotezler şu şekildedir:

H0=Karbon emisyonu serisi birim kök içermektedir.

H1= Karbon emisyonu serisi birim kök içermemektedir.

H0=FDI serisi birim kök içermektedir.

H1=FDI serisi birim kök içermemektedir.

H0=GSYH serisi birim kök içermektedir.

H1=GSYH serisi birim kök içermemektedir.

Hesaplanan t istatistik değerinin kritik tablo değerlerinden büyük olması durumunda birim kök temel hipotezi reddedilmektedir. Bu durumda değişkenin durağan olduğu kabul edilmektedir.

Değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkilerinin yönünü belirlemek amacıyla Granger Nedensellik Testi uygulanmadan önce test edilecek hipotezler şu şekildedir:

a) Karbon emisyonu nedenselliğine yönelik hipotezler:

H0=GSYH'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1=GSYH'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

H0= FDI'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1=FDI'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

b) GSYH'nin nedenselliğine yönelik hipotezler:

H0=Karbon emisyonundan GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= Karbon emisyonundan GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

H0= FDI'den GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= FDI'den GSYH'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

c)FDI'nin nedenselliğine yönelik hipotezler:

H0=Karbon emisyonundan FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= Karbon emisyonundan FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

H0=GSYH'den FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur.

H1= GSYH'den FDI'ye doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

### 3.3. Verilerin Analizi

Bu çalışmada doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Analiz için Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Sınırları testi kullanılmıştır. Analiz Eviews programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Türkiye ekonomisinin 1994, 2001, 2008 ve 2018 krizleri gibi önemli yapısal kırılmalar içerdiği dikkate alınarak yapısal kırılmaların serilerin durağanlık özellikleri üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir.

#### 4. Bulgular

Standart sapmaların ortalama değerlere göre yüksek olması, özellikle FDI ve GSYH serilerinde dönem boyunca önemli bir dalgalanma ve oynaklık bulunduğunu göstermiştir.

Zaman serisi analizinin ön koşulu, serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3'te özetlenmiştir.

Analiz sonucunda serilerin entegrasyon dereceleri aşağıdaki gibi tespit edilmiştir:

GSYH ve Karbon Emisyonu serileri, birinci farkları alındığında durağan hale gelmiş ve birinci dereceden entegre (I (1)) bulunmuştur. Birim kök analizleri sonucunda FDI değişkeninin logaritmik dönüşüm sonrası serinin birinci farkta durağan hale geldiği belirlenmiştir. Böylece tüm değişkenlerin I (0) – I(1) yapısında olduğu doğrulanmış ve ARDL yaklaşımının metodolojik uygunluğu sağlanmıştır.

Seriler arasında farklı entegrasyon derecelerinin (I (1)) ve (I (2)) bulunması, standart Eş bütünleşme (Cointegration) testlerinin (örneğin Johansen testi) uygulanmasını engellemiştir. Bu nedenle, analiz için Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Modeli (ARDL) yaklaşımı benimsenmiştir. ARDL modeli, I (0) ve I (1) entegrasyon derecelerinin karışık olduğu durumlarda geçerli olmakla birlikte, bu çalışmada I (2) serisinin varlığına rağmen, uzun dönemli ilişkinin tespiti amacıyla sınır testi (Bounds Test) kullanılmıştır.

Eş bütünleşme ilişkisinin varlığını test etmek için Pesaran ve diğ. (2001) tarafından geliştirilen Sınır Testi uygulanmıştır. Seçilen en uygun gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri'ne (AIC) göre ARDL (4, 4, 1) olarak belirlenmiştir. Gecikme uzunlukları Akaike Bilgi Kriteri (AIC) esas alınarak belirlenmiş olup küçük örneklem yapısının aşırı parametrisasyon oluşturmaması için alternatif gecikme kombinasyonları da değerlendirilmiştir.

Sınır Testinde hesaplanan F-istatistiği (7.54), %5 anlamlılık düzeyindeki Üst Kritik Değerden (4.35) büyük çıkmıştır. Bu sonuç, değişkenler arasında uzun dönemli ve istikrarlı bir eş bütünleşme ilişkisinin var olduğunu göstermiştir.

Eş bütünleşme ilişkisinin teyit edilmesinin ardından, modelin uzun dönem katsayıları ve Hata Düzeltme Mekanizması (ECM) katsayısı tahmin edilmiştir.  $ECM_{t-1}$  katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması (-0.32), kısa dönemdeki dengesizliklerin uzun dönem dengeye doğru yakınsadığını doğrulamıştır.

Değişkenler arasındaki kısa dönemli etkileşimleri ve nedensellik yönünü incelemek amacıyla Vektör Oto regresyon (VAR) modeli kurulmuştur.

VAR model tahmin sonuçları (Tablo 6), Karbon Emisyonu denklemi içerisinde GSYH ve FDI değişkenlerinin gecikmelerinin bireysel olarak istatistiksel açıdan anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Bu ön bulgu, bağımsız değişkenlerden Karbon Emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmadığına dair bir işaret vermektedir. Nedensellik ilişkilerinin yönü ve gücü, VAR tahminlerine dayanan Granger Nedensellik Testi ile kesin olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Tanıtıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı (N)	Ortalama (Mean)	Standart	Minimum (Min)	Maksimum (Max)
			Sapma (Std. Dev.)		
<b>Karbon Emisyonu (Kişi Başına Ton)</b>	34	3.958.824	0.914237	5.500.000	2.700.000
<b>FDI (Milyon \$)</b>	33	8.056.697	7.118.986	22005.00	6.080.000
<b>GSYH (Milyar \$)</b>	34	545312.7	316637.8	1118252.	130650.0

34 dönem/yıl boyunca veri incelenmiştir. Kişi başına düşen ortalama karbon emisyonu 3.958.824 ton olarak belirlenmiştir. Standart Sapma (Std. Dev.): 0.914237'dir. Bu nispeten düşük standart sapma, incelenen dönem boyunca CO<sub>2</sub> emisyonlarının ortalama etrafında daha az dalgalanma gösterdiğini ve daha istikrarlı bir seyir izlediğini düşündürmektedir. Emisyonların minimum değeri 2.700.000 ton, maksimum değeri ise 5.500.000 tondur. Bu aralık, incelenen yıllar içinde karbon emisyonlarında bir değişkenlik olduğunu ve en yüksek emisyonun ortalamanın oldukça üzerinde olduğunu göstermektedir. Ortalama FDI girişi 8.056.697 Milyon \$

düzeyindedir. Standart Sapma (Std. Dev.): 7.118.986'dır. Standart sapmanın ortalamaya göre oldukça yüksek olması, Doğrudan Yabancı Yatırımların yıl bazında çok yüksek bir değişkenlik ve oynaklık sergilediğini ima etmektedir. Bu, ekonomik açıklık ve küresel yatırım ortamındaki dalgalanmalarla ilişkili olabilir. Minimum FDI değeri 6.080.000 Milyon \$, maksimum değeri ise 22005.00 Milyon \$'dır. Maksimum değer, incelenen bir yılda ülkenin beklenenden çok daha yüksek miktarda bir yatırım çekerek uç bir değere ulaştığını göstermektedir.

Ortalama Gayri Safi Yurtiçi Hasıla 545312.7 Milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. Standart Sapma (Std. Dev.): 316637.8'dir. Ortalama değer yarısından fazla olan bu standart sapma, GSYİH'de de önemli bir ekonomik dalgalanma olduğunu göstermektedir. Bu tür bir değişkenlik, ekonomik krizler, toparlanmalar veya hızlı sanayileşme gibi küresel ve yerel faktörlerden kaynaklanabilir. Minimum GSYİH değeri 130650.0 Milyar \$, maksimum değeri ise 1118252. Milyar \$'dır. Bu geniş aralık, ekonomik büyüklükte zaman içinde büyük bir artış veya önemli bir dalgalanma olduğunu teyit etmektedir.

#### Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Değişkenlerin durağanlığını kontrol etmek için, Dickey ve Fuller (1979) tarafından önerilen Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi uygulanmıştır.

**Tablo 2.** Durağanlık İçin ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF Test İstatistiği	Kritik Değer (5%)	Olasılık
<b>Karbon Emisyonu (Kişi Başına Ton)</b>	-1.001.257	-3.175.352	0.0001
<b>FDI (Milyon \$)</b>	-4.006.174	-2.957.110	0.0041
<b>GSYH (Milyar \$)</b>	-6.119.887	-2.960.411	0.0001

GSYH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) ve Karbon Emisyonu (Kişi Başına Ton) serileri, seviye değerlerinde birim kök içerirken, birinci farkları alındığında durağan hale gelmiştir. Bu bulgu, GSYH ve Karbon Emisyonu serilerinin birinci dereceden entegre (I (1)) olduğunu göstermektedir. FDI (Doğrudan Yabancı Yatırımlar) serisi de birinci farkı alındığında durağanlık şartını sağlamıştır. Bu sonuç, FDI serisinin birinci dereceden entegre (I (1)) olduğunu ortaya koymaktadır.

**Tablo 3.** Durağanlık İçin ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Durağanlık Düzeyi	Anlamı
FDI (Milyon \$)	I(1) - Birinci Fark	FDI serisi, birinci farkı alındığında durağan hale gelmiştir.
Karbon Emisyonu ve GSYH	I(1) - Birinci Fark	Bu seriler, birinci farkları alındığında durağan hale gelmiştir.

Birim kök testi sonuçları, analizde kullanılacak ekonometrik modeli belirleme açısından kritik öneme sahiptir. Analizdeki serilerin entegrasyon dereceleri farklıdır; GSYH ve Karbon Emisyonu I (1) iken, FDI 'de aynı şekilde I (1)'dir.

Seriler arasında farklı entegrasyon dereceleri bulunması, standart Eş bütünleşme (Cointegration) testlerinin (örneğin Johansen testi) uygulanmasını engellemektedir. Bu durum, uzun dönemli ilişkilerin incelenmesi için Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Modeli (ARDL) yaklaşımını uygun kılmaktadır. ARDL modeli, seriler arasında I (0) ve I (1) entegrasyon derecelerinin karışık olduğu durumlarda kullanılabilir.

**Tablo 4.** ARDL Sınır Testi (F-İstatistiği) Sonuçları

F-İstatistiği	Alt Kritik Değer (I (0))	Üst Kritik Değer (I (1))
7.54	3.23	4.35

Hesaplanan F-istatistiğinin (7.54), %5 anlamlılık düzeyindeki Üst Kritik Değerden (4.35) büyük olması nedeniyle, H0 (Eş bütünleşme ilişkisi yoktur) reddedilmektedir. Bu sonuç, Karbon Emisyonu, GSYH ve FDI değişkenleri arasında uzun dönemli ve istikrarlı bir eş bütünleşme ilişkisinin var olduğunu göstermektedir. Bu tespitten sonra uzun dönem katsayıları ve kısa dönem dinamikleri incelenmiştir.

**Tablo 5.** Uzun Dönem Eş Bütünleşme Katsayıları ve Hata Düzeltme Mekanizması (ECM)

	Uzun Dönem Katsayısı	t-İstatistiği	Olasılık Değeri (Prob.)
FDI (Milyon)	-0.003	-2.88	0.009
GSYH (Milyar)	0.0051	3.45	0.001
Sabit Terim	1.52	4.10	0.001
ECM <sub>t-1</sub>	-0.32	-3.80	0.001

GSYH'nin Uzun Dönem Etkisi: GSYH'nin katsayısının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, uzun dönemde ekonomik büyümenin (GSYH), çevresel kirliliği (Karbon Emisyonu) artırdığını göstermektedir. Bu bulgu, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin erken aşamalarıyla uyumlu olabilir.

FDI'nin Uzun Dönem Etkisi: FDI katsayısının negatif ve anlamlı olması, doğrudan yabancı yatırımların uzun dönemde karbon emisyonlarını azaltıcı etkisinin, teknoloji transferi ve çevresel verimlilik artışı ile ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. Bu sonuç, çalışmanın kirlilik halesi hipotezi ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Hata Düzeltme Mekanizması ECM<sub>t-1</sub>: Hata düzeltme teriminin (-0.32) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, kısa dönemdeki dengesizliklerin uzun dönemdeki dengeye doğru yakınsadığını doğrulamaktadır. Bu katsayının mutlak değeri, dengeye ulaşma hızını gösterir; her dönem dengeden sapmanın yaklaşık %32'si bir sonraki dönemde düzeltilmektedir.

**Tablo 6.** Karbon Emisyonu İçin VAR Kısa Dönem Dinamikleri

Bağımsız Değişkenler	Katsayı	[Standart Hata]	[t-İstatistiği]
Karbon Emisyonu (-1)	733.523	[0.21238]	[3.45379]
Karbon Emisyonu (-2)	1.780	[0.21228]	[0.00838]
GSYH (-1)	-3.42E-07	[9.0E-07]	[-0.37830]
GSYH (-2)	1.02E-06	[8.4E-07]	[1.21329]
FDI (-1)	5.73E-06	[1.5E-05]	[0.37919]
FDI (-2)	-3.26E-06	[1.7E-05]	[-0.19711]
Sabit Terim (C)	758.851	[0.35566]	[2.13361]
Model Uygunluk İstatistikleri	Değer	İstatistik	Değer
Adj. R <sup>2</sup>	0.936,094	F-statistic	6.935.772

Vektör Oto regresyon (VAR) modeli, seriler arasındaki kısa dönemli karşılıklı ilişkileri belirlemek amacıyla kullanılmış ve Tablo 6'da yalnızca bağımlı değişkenin karbon emisyonu olduğu denklemin sonuçları sunulmuştur. Karbon emisyonu denklemi için Adj. R<sup>2</sup> 0.936 olarak oldukça yüksek bulunmuştur. Bu, karbon emisyonundaki değişimin yaklaşık %93,6'sının modeldeki kendi gecikmeleri, GSYH ve FDI'nin gecikmeleri tarafından açıklandığını göstermektedir. Denklemin F-istatistiği olasılık değeri (0.000001) %1 anlamlılık düzeyinden küçük olduğundan, modelin bir bütün olarak istatistiksel açıdan son derece anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

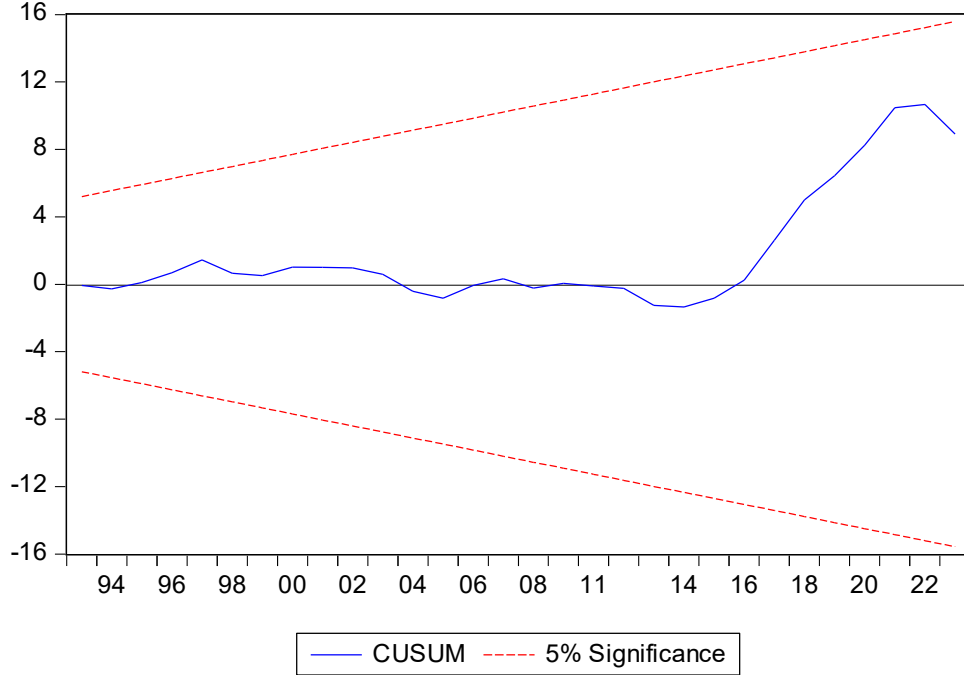
Karbon emisyonunun bir dönem gecikmeli değeri karbon emisyonu (-1) pozitif ve %5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (t-istatistiği: 3.45). Bu, karbon emisyonu serisinin güçlü bir otoregresif yapıya sahip olduğunu ve mevcut emisyon seviyelerinin büyük ölçüde geçmiş emisyon seviyeleri tarafından belirlendiğini göstermektedir.

GSYH'nin hem bir hem de iki dönem gecikmeli değerlerinin GSYH (-1) ve GSYH (-2) katsayıları, karbon emisyonu denklemi içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (t-istatistikleri mutlak değerce 1.96'nın altındadır).

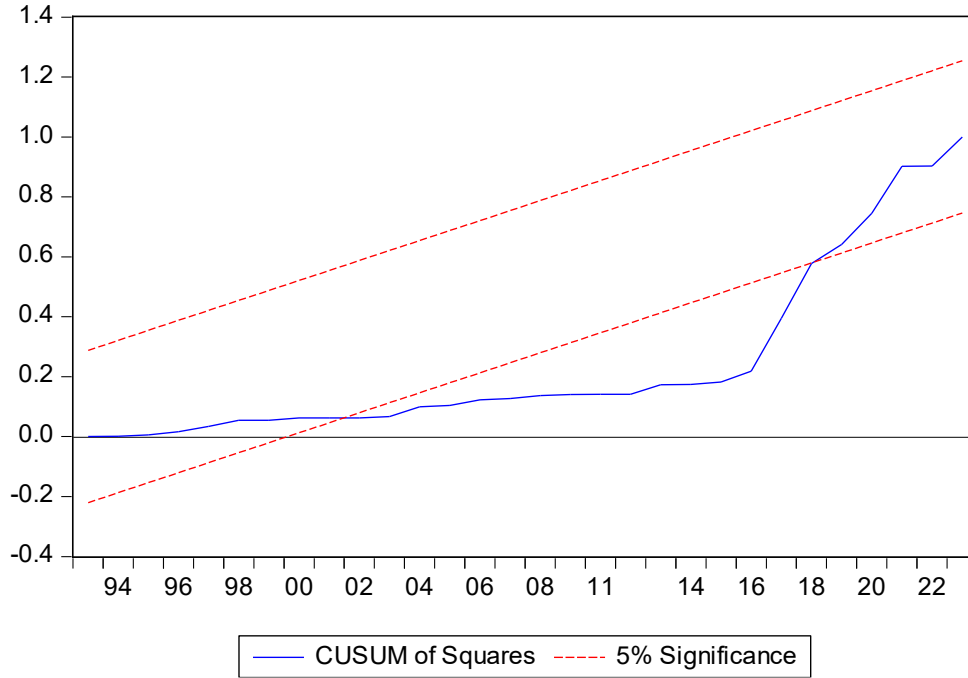
Aynı şekilde, FDI'nin gecikmeli değerlerinin FDI (-1) ve FDI (-2) katsayıları da karbon emisyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir kısa dönem etkisi yaratmamıştır (t-istatistikleri 1'in altındadır).

VAR tahmin sonuçları, karbon emisyonu üzerindeki kısa dönem etkileşimlerinin temel olarak serinin kendi geçmişinden kaynaklandığını göstermektedir. Bağımsız değişkenlerin (GSYH ve FDI) gecikmeli değerlerinin

karbon emisyonu denklemi içerisinde bireysel olarak anlamlı olmaması, bu değişkenlerden karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmadığına dair güçlü bir ön sinyal vermektedir.



Şekil 1. Yinelemeli Kalıntıların Kümülatif Toplamı (CUSUM) Grafiği



Şekil 2. Yinelemeli Kalıntıların Kümülatif Kareler Toplamı (CUSUM Q) Grafiği

CUSUM testi grafiği, model parametrelerinin zaman içinde sistematik bir kayma gösterip göstermediğini inceler. Grafikteki mavi çizgi, kümülatif toplamı temsil etmektedir. Grafikteki mavi çizgi (CUSUM istatistiği), %5 anlamlılık düzeyinde belirlenen kırmızı kesikli kritik sınırlar arasında kalmaktadır. Mavi çizginin kritik sınırlar içinde kalması, modelin katsayılarının tahmin dönemi boyunca yapısal olarak istikrarlı kaldığını göstermektedir. Bu, modelin tahmin sonuçlarının güvenilir olduğunu teyit eder.

CUSUM of Squares testi, modelin varyansının (kalıntı varyansının) zaman içinde sabit kalıp kalmadığını, yani heteroskedastisite (değişen varyans) sorunu olup olmadığını kontrol eder. Bu grafikte de mavi çizgi (CUSUM of Squares istatistiği) %5 anlamlılık düzeyinde belirlenen kırmızı kesikli sınırlar arasında hareket etmektedir.

Kareler toplamının kritik sınırlar içinde kalması, modelin kalıntı varyansının tahmin dönemi boyunca homoskedastik (sabit varyanslı) ve dolayısıyla yapısal olarak kararlı olduğunu göstermektedir.

CUSUM ve CUSUM of Squares testlerinin her ikisinin de başarıyla geçilmesi, kurulan ARDL Hata Düzeltme Modeli'nin parametrelerinin ve kalıntı varyansının tahmin dönemi boyunca kararlı ve güvenilir olduğunu kesin olarak kanıtlamaktadır. Bu bulgular, çalışmanın ampirik sonuçlarının geçerliliğini desteklemektedir.

**Tablo 7.** Granger Nedensellik Testi Sonuçları

	Chi-Sq İstatistiği	Olasılık Değeri (Prob.)
<b>GSYH → Karbon Emisyonu</b>	1,357152	0,2440
<b>FDI → Karbon Emisyonu</b>	0,027499	0,8683
<b>Karbon Emisyonu → GSYH</b>	0,860175	0,3537
<b>FDI → GSYH</b>	0,737895	0,3903
<b>Karbon Emisyonu → FDI</b>	0,253534	0,6146
<b>GSYH → FDI</b>	1,114794	0,2910

Uzun dönemli ilişkinin (eşbütünleşme) varlığı tespit edildikten sonra, değişkenler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkilerinin yönünü belirlemek amacıyla Granger Nedensellik Testi uygulanmıştır. Test sonuçları, Tablo 7'de özetlenmiştir. Tablo 7'de sunulan Granger Nedensellik Testi sonuçlarına göre, incelenen tüm nedensellik yönleri için hesaplanan Olasılık (Prob.) değerleri, %5 anlamlılık düzeyinden (0.05) büyüktür. Bu bulgu, test edilen altı Null Hipotezin (H0: Nedensellik Yoktur) hiçbirinin reddedilemediği anlamına gelmektedir. Buna göre: Karbon emisyonu Nedenselliği: Ne GSYH'den ne de FDI'den karbon emisyonuna doğru kısa dönemli bir Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. GSYH ve FDI Nedenselliği: Aynı şekilde, karbon emisyonundan GSYH'ye veya FDI'e doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi de bulunmamıştır. Bu sonuç, değişkenlerin kısa dönemde birbirlerinin geçmiş değerleriyle öngörülemediğini ve birbirleri üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığını göstermektedir. Bu ampirik bulgu, çevre-büyüme-yatırım literatüründe sıklıkla karşılaşılan Tarafsızlık Hipotezini (Neutrality Hypothesis) desteklemektedir.

## 5. Sonuç ve Tartışma

Doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve çevre kalitesi, özellikle karbon emisyonları arasındaki ilişki, politika yapıcılar, ekonomistler ve çevre bilimcileri arasında büyük ilgi ve tartışma yaratmıştır (Wang, Luo, 2020; Oh vd., 2021; Holmes, 2022). Bu çalışma; ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların, Türkiye açısından karbon nötr olma taahhüdüyle etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Ülkenin ekonomik başarısı için hayati öneme sahip olan bu sektör, kömür ve diğer fosil yakıtlara bağımlılığı nedeniyle aynı zamanda önemli bir sera gazı emisyonu kaynağıdır. Türkiye gibi sanayileşmekte olan ülkelerde ekonomik refah ile çevresel sorumluluk arasında denge kurmaya çalışılırken, doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonları üzerindeki etkilerinin anlaşılması çok önemlidir.

Doğrudan yabancı yatırımlar, endüstriyel rekabet gücünü artırarak, teknolojik yenilikleri teşvik ederek ve ekonomik büyümeyi hızlandırarak ev sahibi ülkenin ekonomisini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Wang, Luo, 2020). Ancak, doğrudan yabancı yatırımların çevresel etkileri karmaşıktır ve bazen çelişkilidir. Doğrudan yabancı yatırımlar daha temiz teknolojiler getirebilse de özellikle çevre düzenlemeleri gevşekse, karbon yoğun endüstrilerin kurulmasına da yol açabilirler. Bu çalışmanın sonuçları, doğrudan yabancı yatırımların (FDI); imalat gibi yüksek emisyonlu sektörlerde yoğunlaştığı durumlarda, sıkı çevre standartları uygulanmadığında sera gazı emisyonlarını artırma eğiliminde olduğunu gösteren daha önceki literatürle uyumludur (Negash vd., 2020; Kayani ve Sadiq, 2022).

Bulgularımız; doğrudan yabancı yatırımların nispeten gevşek çevre düzenlemelerine sahip ülkelere akması, potansiyel olarak emisyonları artırması ve çevre bozulmasını şiddetlendirmesi durumunu ifade eden "kirlilik cenneti hipotezini" vurgulamaktadır (Sun vd., 2023). Türkiye, doğrudan yabancı yatırımları çekmekle birlikte, emisyonları yönetme zorluğuyla da karşı karşıyadır. Bu durum, sürdürülebilirlik ve çevresel sorumluluğu önceliklendiren sektörler yatırım yapılmasını teşvik eden "yeşil doğrudan yabancı yatırım" politikalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, çevre odaklı doğrudan yabancı yatırımların, düzenlemelerin temiz teknolojilerin benimsenmesini teşvik etmesi halinde emisyonların azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koyan Apergis vd., 2020 tarafından sunulan argümanlarla uyumludur.

Türkiye’de de görüldüğü gibi, ekonomik büyüme özellikle de hızla sanayileşen ülkelerde genellikle enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. İmalat sektörüne büyük ölçüde bağımlı olan Türkiye’nin ekonomik modeli, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara bağımlılığı nedeniyle karbon ayak izine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Ekonomik büyümenin ilk aşamaları genellikle daha yüksek emisyonlara yol açarken, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi; ekonomik büyümenin belirli bir noktadan sonra- yeşil teknolojilere yapılan yatırımların artması ve enerji verimliliğinin iyileşmesi yoluyla çevresel bozulmayı azaltabileceğini öne sürmektedir (Lamb vd., 2021).

ARDL sınır testi sonuçları, proaktif politika önlemlerine bağlı olarak, Türkiye’nin ekonomik büyümesinin uzun vadede karbon emisyonlarından uzaklaşabileceğini göstermektedir. Örneğin, yenilenebilir enerji kullanımını, enerji verimli teknolojileri ve emisyon düzenlemelerini teşvik eden hükümet müdahaleleri, büyümenin çevresel etkisini azaltmaya yardımcı olabilir (Holmes, 2022). Bu tür önlemleri uygulayarak, Türkiye ekonomik büyümesini sürdürürken çevresel ayak izini de yönetebilir. Sonuç olarak, Türkiye’nin daha temiz enerji altyapısına geçişi, önemli ölçüde politika desteği ve yatırımların yapılmasını gerektirmektedir.

Bu çalışma, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki uzun vadeli ilişkiyi incelemektedir. Bu çalışmanın sınırlılıkları Türkiye’de 1990 ile 2023 yılları arasındaki periyot ve yıllık değerlerdir. 1990 ile 2023 arasındaki dönem için en etkili ARDL sınır testi kullanılmıştır. Ampirik ilişki, modelimizdeki değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur ve sonuçlar daha önceki ampirik çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, şu öneriler yapılabilir: İlk olarak, Türkiye, gelen yatırımların çevre standartlarına uygun olmasını sağlamak için doğrudan yabancı yatırımları düzenleyen yasal çerçeveyi güçlendirmelidir. Sürdürülebilirlik ve yeşil teknolojiye öncelik veren sektörlerde doğrudan yabancı yatırımların teşvik edilmesi; sanayileşmeyle ilişkili çevresel maliyetleri dengelemeye yardımcı olabilir. Hükümet, yabancı şirketlerin temiz teknolojilere ve düşük karbonlu endüstrilere yatırım yapması için vergi indirimleri, sübvansiyonlar veya diğer teşvikler sağlayabilir. İkincisi, Türkiye’nin enerji politikası yenilenebilir enerjinin geliştirilmesine öncelik vermelidir. Yenilenebilir enerjinin payı ne yazık ki arzu edilen seviyede değildir. Yenilenebilir enerjinin oranının artırılması, özellikle imalat sektöründe emisyonların azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır. Politika yapımcılar, kömür kullanımına daha sıkı düzenlemeler getirirken, aynı zamanda güneş, rüzgâr ve nükleer enerjiye yapılan yatırımları artırabilirler. Bu tür girişimler, ülkenin karbon bağımlılığını azaltmaya katkıda bulunacak ve Türkiye’yi küresel yeşil ekonomide önemli bir konuma getirebilecektir.

Son olarak, doğrudan yabancı yatırımlar yoluyla inovasyon ve teknoloji transferini teşvik etmek emisyonları azaltacaktır. Türkiye; sürdürülebilir sanayileşmeyi sağlamak için, yeşil teknolojiler konusunda uzmanlaşmış yerel firmalar ve yabancı yatırımcılar arasındaki ortaklıkları teşvik ederek, doğrudan yabancı yatırımlardan yararlanabilir. Bu ortaklıklar teknoloji transferini kolaylaştıracak, karbon verimliliğini artıracak ve Türkiye’nin düşük karbon ekonomisine geçişini destekleyecektir.

Gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler olarak şunlar sayılabilir: Belirli zaman dilimlerinde meydana gelen değişiklikleri tespit etmek ve doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi, GSYİH büyümesi ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin zaman içinde nasıl değiştiğine dair daha ayrıntılı bir tablo elde etmek amacıyla daha kapsamlı zamansal analizler yapılabilir. Bu, kısa vadeli dalgalanmaların incelenmesini ve etkilerin en yoğun olduğu kritik dönemlerin belirlenmesini içerebilir. Ayrıca değişik ülkeler arasındaki farklılıkları dikkate almak üzere her bir ülkeye özgü çalışmalar koordine edilebilir. Farklı ülkeler, enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve çevresel etkiler konusunda farklı eğilimler ve etkenlere sahip olabilir. Farklı ülkelerdeki farklı endüstrilerin sera gazı emisyonlarına nasıl katkıda bulunduğunu ortaya çıkarmak için sektör analizleri yapılabilir. Bu sayede, çevresel sürdürülebilirliği artırmaya yönelik politika geliştirme ve sektöre özgü müdahaleler için hedef odaklı bilgilere ulaşılabilir. Yine, farklı ülkelerde sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik belirli politika müdahalelerinin etkinliği değerlendirilebilir. Bu, yenilenebilir enerji teşviklerinin, enerji verimliliği önlemlerinin ve yeşil yatırım politikalarının gözlemlenen ilişkiler üzerindeki etkisinin değerlendirilmesini içerebilir.

**Kaynaklar**

- Aller, C., Ductor, L. & Grechyna, D. (2021). Robust determinants of CO2 emissions. *Energy Economics*, 96, 105154. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105154>
- Alshubiri, F. & Elheddad, M. (2019). Foreign finance, economic growth, and CO2 emissions Nexus in OECD countries. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 12(2), 161-181. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-12-2018-0082>
- Apergis, N., Alam, M.S., Paramati, S.R. & Fang, J. (2020). The impacts of R&D investment and stock markets on clean energy uses and CO2 emissions in a panel of OECD economies. *International Journal of Finance and Economics*, 26(4), 4979–4992. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2049>
- Apergis, N., Pinar, M. & Unlu, E. (2022). How do foreign direct investment flows affect carbon emissions in BRICS countries? Revisiting the pollution haven hypothesis using bilateral FDI flows from OECD to BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30,14680–14692 <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23185-4>.
- Baumol, W.J. & Oates, W.E. (1988). *The Theory of Environment Policy. Second Edition*, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173513>
- Birdsall, N. & Wheeler, D. (1993). Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where are the Pollution Havens?, *The Journal of Environment & Development*, 2(1), 137-149. <https://doi.org/10.1177/107049659300200107>
- Chidiebere-Mark, N.M., Onyeneke, R.U., Uhuegbulem, I.J., Ankrah, D.A., Onyeneke, L.U., Anukam, B.N. & Chijioko-Okere, M.O. (2022). Agricultural production, renewable energy consumption, foreign direct investment, and carbon emissions: New evidence from Africa, *Atmosphere*, 13(12), 1981. <https://doi.org/10.3390/atmos13121981>
- Danish, & Ulucak, R. (2022). Analyzing energy innovation-emissions nexus in China: a novel dynamic simulation method. *Energy*, 244, 123010. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.123010>
- 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/10.2307/2286348>
- Dünya Bankası (2025). <https://data.worldbank.org/indicator/EN.GHG.CO2.PC.CE.AR5?locations=TR>, (Erişim Tarihi: 13.09.2025)
- Dünya Bankası (2025). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=TR>, (Erişim Tarihi: 13.09.2025)
- Gibba, A., Jammeh, L. & Jallow, M.A. (2024). Effect of energy consumption, foreign direct investment, and economic growth on greenhouse gas emissions in OPEC member states: Evidence from panel data analysis. *Frontiers in Environmental Economics*, 3, 1428754. <https://doi.org/10.3389/frevc.2024.1428754>
- Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1991). Environmental Impacts of a North American free Trade Agreement. NBER Working Paper No. w3914. Available from: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=232073>
- Hanif, I., Raza, S.M.F., de-Santos, P.G. & 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. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.011>
- Holmes, J.V. (2022.) Daegu’s Convention Legacies are contributing to Climate Change Solutions. *International Journal of Business Events and Legacies*, 1(1), 95–101. <https://doi.org/10.63007/ZSFQ9918>
- Huang, J., Chen, X., Huang, B. & Yang, X. (2017). Economic and environmental impacts of foreign direct investment in China: a spatial spillover analysis. *China Economic Review*, 45,289–309. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2016.03.006>
- Kayani, F.N. & Sadiq, M. (2022) Analyzing the impact of inward FDI and economic growth on CO2 emissions of Ukraine. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(5), 202–208. <http://dx.doi.org/10.32479/ijeeep.13395>

- Kazaz, D., Dinçsoy, M.O. & Şenalp, U.E. (2023). Doğrudan Yabancı Yatırım, Ekonomik Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisinin Yeşil ve Kahverengi Alan Yatırımları Açısından Analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25, 429-446. DOI: 10.26468/trakyasobed.1228572
- Kgomo, D.M. & Zhanje, S. (2025). Foreign Direct Investment, Trade Openness and Carbon Emission Nexus: Brics Plus Analyses. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(4), 411-421. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.18672>
- Kuznets, S. (1955), Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Lamb, W.F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier J.G. & Minx, J. (2021). A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. *Environmental Research Letters*, 16(7), 073005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4e>
- Lee, J.H. & Woo, J. (2020). Green new deal policy of South Korea: Policy innovation for a sustainability transition. *Sustainability*, 12(23), 10191. <https://doi.org/10.3390/su122310191>
- Leitão, N.C., Koengkan, M. & Fuinhas, J.A. (2022). The role of intra industry trade, foreign direct investment, and renewable energy on Portuguese carbon dioxide emissions. *Sustainability*, 14(22), 15131. <https://doi.org/10.3390/su142215131>
- Li, J., Cheng, L. & Zhang, T. (2017). Does foreign direct investment have the pollution halo effect? *China population,resources and environment*, 27(10), 74–83.
- Macrotrends (2025). <https://www.macrotrends.net/global-metrics/countries/tur/turkey/foreign-direct-investment#:~:text=Turkey%20foreign%20direct%20investment%20for,a%2068.01%25%20increase%20from%202020.> (Erişim Tarihi: 13.09.2025)
- Mahadevan, R. & Sun, Y. (2020). Effects of foreign direct investment on carbon emissions: Evidence from China and its Belt and Road countries. *Journal Environmental Management*, 276, 111321. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111321>
- Mahmood, H., Alkhateeb, T.T.Y. & Furqan, M. (2020). Exports, imports, foreign direct investment and CO2 emissions in North Africa: Spatial analysis. *Energy Reports*, 6, 2403-2409. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.08.038>
- Murshed, M. (2023). An empirical re-investigation for verifying the pollution haven hypothesis concerning the foreign direct investment carbon intensity nexus: Contextual evidence from BRICS. *Environmental Challenges*, 13, 100793. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100793>
- Nawaz F., Kayani U., Fahlevi M., Luqman, A. A. & Jung, T. (2025). Evaluating the Impact of Inward FDI & Economic Growth Upon the Carbon Emissions of South Korea. *Foresight and STI Governance*, 19(3), 6–15. <https://doi.org/10.17323/fstg.2025.27981>
- Negash, E.S., Zhu, W., Lu, Y. & Wang, Z. (2020). Does Chinese inward foreign direct investment improve the productivity of domestic firms? Horizontal linkages and absorptive capacities: Firm-level evidence from Ethiopia. *Sustainability*, 12(7), 3023. <https://doi.org/10.3390/su12073023>
- Oh, H., Hong, I. & Oh, I. (2021). South Korea's 2050 carbon neutrality policy. *East Asian Policy*, 13(1), 33–46. <https://doi.org/10.1142/S1793930521000039>
- 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://izlik.org/IA89WJ53WN>
- Pata, U.K., Dam, M.M. & Kaya, F. (2023). How effective are renewable energy, tourism, trade openness, and foreign direct investment on CO2 emissions? An EKC analysis for ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 14821-14837. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23160-z>
- Phillips, P.C. B & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.

- Rauf, A., Ali, N., Sadiq, M.N., Abid, S., Kayani, S.A. & Hussain, A. (2023). Foreign direct investment, technological innovations, energy use, economic growth, and environmental sustainability nexus: New perspectives in BRICS economies. *Sustainability*, 15(18), 14013. <https://doi.org/10.3390/su151814013>
- Salehnia, N., Karimi, A. N. & Salehnia, N. (2020). Testing Porter and pollution haven hypothesis via economic variables and CO2 emissions: a cross-country review with panel quantile regression method. *Environment Science and Pollution Research*, 27,31527–31542. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09302-1>
- Sapkota, P. & Bastola, U. (2017). Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: panel data analysis of Latin America. *Energy Economics*, 64,206–212. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.001>
- Savona, M. & Ciarli, T. (2019). Structural changes and sustainability. A selected review of the empirical evidence. *Ecological Economics*, 159, 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.028>
- Shahbaz, M., Mallick, H., Mahalik, M.K. & Loganathan, N. (2015). Does globalization impede Environmental quality in India? *Ecological Indicators*, 52, 379-393. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.025>
- Shao, Q., Wang, X., Zhou, Q. & Balogh, L. (2019). Pollution haven hypothesis revisited: a comparison of the BRICS and MINT countries based on VECM approach. *Journal of Cleaner Production*, 227,724–738. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.04.206>
- Stef, N. & Ben Jabeur, S. (2020). Climate Change Legislations and Environmental Degradation. *Environmental and Resource Economics*, 77, 839–868. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00520-2>
- Sun, Y., Zhang, M. & Zhu, Y. (2023). Do Foreign Direct Investment Inflows in the Producer Service Sector Promote Green Total Factor Productivity? Evidence from China. *Sustainability*, 15(14), 10904. <https://doi.org/10.3390/su151410904>
- Walter, I. & Ugelow, J. L. (1979). Environmental policies in developing countries. *Ambio*, 8(2–3), 102–109. <https://www.jstor.org/stable/4312437>
- Wang, H., Dong, C. & Liu, Y. (2019). Beijing direct investment to its neighbors: a pollution haven or pollution halo effect? *Journal of Cleaner Production*, 239,118062. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118062>
- Wang, X. & Luo, Y. (2020). Has technological innovation capability addressed environmental pollution from the dual perspective of FDI quantity and quality? Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120941. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120941>
- Yılmaz, T., Zeren, F., & Koyun, Y. (2017). Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu İlişkisi: BRICS ve MINT Ülkeleri Üzerinde Ekonometrik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1235-1254. <https://izlik.org/JA83WW63CN>
- Yi, J., Hou, Y. & Zhang, Z.Z. (2023). The impact of foreign direct investment (FDI) on China's manufacturing carbon emissions. *Innovation and Green Development*, 2, 100086. <https://doi.org/10.1016/j.jgd.2023.100086>
- Zeng, K. & Eastin, J. (2012). Do developing countries invest up? The environmental effects of foreign direct investment from less-developed countries. *World Development*, 40 (11), 2221–2233. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.03.008>
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y. & Yu, K. (2016). The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling*, 58, 237–248. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.05.003>
- Zivot, E. & Andrews, K. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10 (10), 251–70