

Araştırma Makalesi

**Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve CO₂ Emisyonları İlişkisi: OECD
Ülke Grubu Üzerine Bir Analiz**

Ahmet KÂHILOĞULLARI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gökçeada Meslek Yüksekokulu
ahmetkahil@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5419-2429

Öz

İklim değişikliği çevreye ve dolayısıyla insan yaşamına etkileri bakımından son yılların en çok tartışılmakta olan konuları arasında yer almaktadır. İklim değişikliğinin temel nedenlerinden biri CO₂ emisyonlarının sera etkisi yaratmasıdır. CO₂ emisyonlarının önemli bir kısmı ekonomik faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Çeşitlilik göstermekle birlikte bu ekonomik faaliyetlerin kaynaklarından biri, bir ülkeye başka ülkelerden yapılan doğrudan yabancı yatırımlardır (DYY). Bu çalışmanın amacı doğrudan yabancı yatırımlar ile karbondioksit (CO₂) emisyonları arasındaki nedensellik ilişkisinin ampirik olarak araştırılmasıdır. Çalışma 35 OECD ülkesinden oluşan panelde 1996-2018 dönemi için yapılmıştır. Çalışmanın temel yöntemi Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Analizi'dir. Bu analizden elde edilen temel bulguların başında doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve nüfusun, CO₂ emisyonları ile herhangi bir nedensellik ilişkilerinin olmaması, buna karşın yenilenebilir enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğu gelmektedir. Çalışmadan çıkan bir diğer önemli sonuç CO₂ emisyonlarının iklim değişikliğinin yarattığı risklere karşı savunmasızlığın nedeni olduğudur.

Anahtar Kelimeler: Doğrudan Yabancı Yatırımlar, CO₂ Emisyonları, İklim Değişikliği
Jel Sınıflandırma Kodları: F 21, Q53, Q54

**The Relationship Between Foreign Direct Investments and CO₂ Emissions: An Analysis of the
OECD Countries ¹**

Abstract

Climate change is one of the most discussed topics of recent years in terms of its effects on the environment and therefore human life. One of the main causes of climate change is that CO₂ emissions conduce to the greenhouse effect. A significant part of CO₂ emissions is due to economic activity. One of the economic activities in question is foreign direct investments to a country that make from other countries. The aim of this study is to investigate empirically the causality relationship between foreign direct investments and carbon dioxide (CO₂) emissions. The study was conducted in a panel of 35 OECD countries for the period 1996-2018. The primary methodology of the study is Dumitrescu Hurlin Causality Analysis One of the main findings of the study is that there is no causality relationship between CO₂ emissions and foreign direct investments, economic growth and population; however, there is a one-way relationship from renewable energy consumption to CO₂ emissions. Another important conclusion of the study is that CO₂ emissions are the cause of its vulnerability to climate change.

Keywords: Foreign Direct Investments, CO₂ Emissions, Climate Change

Jel classification Codes: F 21, Q53, Q5

¹ Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 03.10.2022 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 23.03.2023

Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Kâhiloğulları, A. (2023). Doğrudan yabancı yatırımlar ve CO₂ emisyonları ilişkisi: OECD ülke grubu üzerine bir analiz. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 434-453. Doi: 10.18074/ckuiibfd.1183610.

1.Giriş

Sera gazları emisyonlarındaki artışa bağlı olarak meydana gelen iklim değişikliği son yıllarda önemli bir tartışma ve çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Mintzer (1992) iklim değişikliğinin bilim dünyasında en çok ilgi gören ve yüksek miktarda akademik üretime konu olan nadir alanlardan biri olduğunu söylemiştir.

İklim değişikliğinin hem nedeni hem de sonucu olarak görülebilecek küresel ısınmaya yola açan sera gazlarının başında karbondioksit (CO₂), metan, azot oksit ve florlu gazlar gelmektedir. IMF (2020) verilerine göre 20,89 trilyon dolar GSYİH'sı ile dünyanın en büyük ekonomisi olan Amerika Birleşik Devletleri'nde, 2019 yılında doğaya salınan sera gazlarının %80'ini CO₂ oluşturmakta ve bu CO₂ emisyonlarının %82'si taşımacılık, elektrik ve endüstri sektöründen kaynaklanmaktadır (Overview of Greenhouse Gases t.y.).

Yaşanmakta olan iklim değişikliği insan faaliyetleri ve çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Örneğin, Dünya Meteoroloji Örgütü (2021) raporuna göre 2021 yılının ilk dokuz ayında küresel ortalama sıcaklıklar 1850-1900 ortalamasına göre 1,08 °C artmıştır. Aynı raporda Dünya sisteminde ısının %90'ının okyanuslarda depolandığı ve dünyada CO₂ emisyonlarının %23'ünün okyanuslar tarafından emildiği ancak yaşanmakta olan iklim değişikliğinin okyanusların CO₂ emme kapasitesini azalttığı ifade edilmektedir. Bu bağlamda CO₂ emisyonlarının azaltılması iklim değişikliğinin neden olduğu olumsuz etkilerin giderilmesi için büyük önem arz etmektedir.

CO₂ emisyonlarına etkileri bağlamında araştırılan doğrudan yabancı yatırımlar (DYY), küreselleşme ile birlikte ülkeler arasında önemli miktarda akışa yol açmaktadır. Büyük ölçüde, yaşanmakta olan Covid 19 pandemisinden kaynaklı düşümlere rağmen 2021 yılında dünyada toplam DYY akışları yaklaşık 1 trilyon dolar düzeyinde gerçekleşmiştir (UNCTAD 2021).

DYY çevreye direkt etkileri bakımından CO₂ emisyonlarında artış ya da azalışa neden olarak çevresel kirliliğe neden olabilmekte veya çevresel iyileşmeler sağlamaktadır. DYY akışlarının çevre üzerindeki etkileri ölçek etkisi, yapısal ve teknik etkiler olmak üzere üç temel gruba ayrılabilir. Ölçek etkisi DYY'deki artış ile birlikte üretim artışlarına bağlı olarak enerji tüketiminde de artışların olacağını ifade ederken; yapısal etki DYY dolayısıyla endüstriyel yapıda meydana gelen değişikliklere vurgu yapar ve daha çok çevreye faydalı olması beklenir. Teknik etki ise ticari açıklık ile teknolojik yeniliği artırarak CO₂ emisyonlarının yoğunluğunu azaltarak, kirliliğin azalmasını sağlar (Sapkota ve Bastola, 2017, ss.206-212; Chebbi, Olarrega ve Zitouna, 2011, ss.29-53; Paziienza, 2015, ss.55-66). Bununla birlikte Paziienza (2014) DYY-CO₂ ilişkisinin araştırıldığı çalışmaların önemli bir kısmında, çevresel düzenlemelerin yetersiz olması veya hiç olmaması durumunda, DYY'ların çevresel bozulma oranlarında artışlara yol açtığı görüşünün hakim

olduğuna dikkati çeker. Teorik açıdan DYY'ın çevreye etkileri, kirlilik sığınağı ve kirlilik halesi olmak üzere iki temel hipotez bağlamında ele alınmaktadır. Kirlilik sığınağı hipotezine göre CO₂ emisyonları ile DYY arasında aynı yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu hipoteze göre yatırımcılar DYY'da bulunulacak ülkede çevre ile ilgili düzenlemelerin zayıf olmasını gözetmekte ve yapılan yatırımlar çevre standartlarını dünya çapında düşürmektedir. Bunun ardında yatan temel neden yatırımcıların üretim maliyetlerini düşürme isteğidir. Diğer bir hipotez olan kirlilik halesine göre ise DYY iyi çevre yönetimi uygulamaları ve teknolojilerinin yayılmasına katkı vermektedir (Golub, Kauffmann ve Yeres, 2011, s.13; Blanco, Gozalez ve Ruiz, 2013, ss. 104-121).

DYY'ın iklim değişikliği üzerine etkilerinin araştırıldığı geniş bir literatürün oluştuğu söylenebilir. Martinot, Sinton ve Haddad (1997) Rusya ve Çin ülkelerinden hareketle iklim değişikliğinin etkilerini azaltabilmeye yönelik bir araç olarak teknolojik değişimi göstermekte ve bu değişimin de dış dünyadan sağlanan teknoloji transferi, çok taraflı kalkınma ve çevre yardımı vs. yanı sıra DYY ile mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir. Zhang ve Maruyama'ya (2001) göre Kyoto Protokolü'ne sonradan dahil edilen temiz kalkınma mekanizması çerçevesinde sağlanacak teşviklerle DYY iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada önemli bir potansiyel taşıyabileceğinden DYY'ın yeşilleştirilmesi esas alınmalıdır.

Bu çalışmanın amacı DYY'ın CO₂ emisyonları üzerine etkisinin 35 OECD ülkesinden meydana gelen panel için ampirik olarak araştırılmasıdır. Bu amaca yönelik olarak ilk aşamada konu ile ilgili ampirik literatüre yer verilmiştir. Akabinde yöntem ve veri seti bölümünde analizde yer alan tüm değişkenlerin tanıtımına, çalışmanın yöntemine ve ampirik kısma temel teşkil eden ekonometrik temellere yer verilmiştir. Bulgular kısmında ise sırasıyla yapılan homojenlik, yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testlerinin sonuçlarına yer verilmiş; çalışmanın odak noktasını oluşturan Dumitrescu-Hurlin Nedensellik analizinin sonuçlarını takiben, bulguları çerçevesinde yapılan değerlendirmeyi içeren sonuç ve değerlendirme bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.

2.Literatür

İklim değişikliği bağlamında CO₂ emisyonlarının DYY'dan ne yönde etkilendiğinin ampirik olarak araştırıldığı çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmaların önemli bir bölümü CO₂-DYY ilişkisinin Çin'de nasıl olduğuna ilişkin olmakla birlikte, diğer ülkeler ve ülke grupları açısından da çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın ise OECD ülke grubu özelinde iklim değişikliğinin ülkelerde yarattığı kırılganlığın yanı sıra bu kırılganlıklara karşı söz konusu ülkenin dayanıklılığını artırmaya ne ölçüde hazır olduğunu ifade eden ND-GAIN (Notre Dame Global Adaptation Initiative) endeksini dikkate alarak CO₂-DYY ilişkisini araştırması yönüyle literatüre katkı vermesi beklenmektedir.

Konu ile ilgili olarak literatürde yer alan bazı çalışmalar Hoffman, Ramasamy ve Yeung (2005); Fauzel (2017); Hyunh ve Hoang (2019) kendi içinde birbirinden farklı sonuçları içerirken; bazı çalışmalar ise sonuçları bakımından diğer çalışmalarla benzerlikler göstermektedir. Nitekim Blanco, Gonzalez ve Ruiz (2013); Salahuddin, Alam, Ozturk ve Sohag (2017); Ponce ve Alvarado (2019) çalışmalarında DYY'dan CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü; Abdouli ve Hammami (2020); Balli, Sigeze, Ugur ve Çatık (2021) DYY ile CO₂ emisyonları arasında çift yönlü nedensellik ilişkilerinin varlığını ortaya koymuşlardır. Öte yandan literatürde DYY'ın CO₂ emisyonlarını azalttığını bulgulayan çalışmaların Hille , Shahbaz ve Moosa (2019); Acheampong, Adams ve Boateng (2019); Omri ve Bel (2020) yanı sıra DYY'ın CO₂ emisyonlarını arttırdığını bulgulayan Aslan, Altınöz ve Polat (2020); Liu ve Zhang (2021); Farooq (2022) çalışmalar da yer almaktadır. Tablo 1'de DYY'ın CO₂ ile ilişkisini araştıran ampirik çalışmalara ilişkin literatür özeti yer almaktadır.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazar	Dönem	Ülke/Bölge	Yöntem	Sonuçlar
Hoffman vd. (2005)	1971-1999	Düşük, orta ve yüksek gelirli ülkeler	Panel Granger Nedensellik	- Düşük gelirli ülkelerde CO ₂ → DYY - Orta gelirli ülkelerde DYY → CO ₂ - Yüksek gelirli ülkelerde DYY ≠ CO ₂
Blanco vd. (2013)	1980-2007	Latin Amerika Ülkeleri	Panel Granger Nedensellik	- Kirliliğin yoğun olduğu endüstrilerde DYY → CO ₂ - Diğer sektörler için DYY'ın CO ₂ emisyonlarını arttırdığına dair kanıtlar bulunmamaktadır.
Fauzel (2017)	1980-2012	Mauritius	ARDL	- İmalat sektörü için DYY, CO ₂ emisyonlarını arttırmaktadır. - İmalat dışı sektörler için DYY çevreye herhangi bir etkide bulunmamaktadır.
Salahuddin vd.(2017)	1980-2013	Kuveyt	ARDL	DYY → CO ₂
Nasir, Hyunh ve Xuan (2019)	1982-2014	ASEAN ülkeleri	DOLS, FMOLS	DYY ile çevresel bozulma arasında anlamlı ilişkiler bulunmaktadır.
Hille vd. (2019)	2000-2011	Güney Kore'nin illeri	Eşanlı denklem tahmin yöntemi	DYY hava kirliliği yoğunluklarını azaltmaktadır.

Tablo 2 (Devamı): Literatür Özeti

Yazar	Dönem	Ülke/Bölge	Yöntem	Sonuçlar
Huynh ve Hoang (2019)	2002-2015	Gelişmekte olan Asya ülkeleri	Sistem GMM	DYY, kurumsal kalite iyileştirmeleri söz konusu olduğunda hava kirliliğini azaltıcı etkide bulunmaktadır.
Ponce ve Alvarado (2019)	1980-2017	Çeşitli ülkeler (100 ülke)	DOLS, PDOLS, Panel Nedensellik	Küresel ölçekte DYY → CO ₂
Acheampong vd. (2019)	1980-2015	Sahra Altı Afrika Ülkeleri	GMM	DYY, CO ₂ 'yi azaltmaktadır.
Aslan vd. (2020)	1980-2018	Gelecek 11 Ülkeleri	Panel VAR	DYY, CO ₂ artışına yol açmaktadır.
Omri ve Bel (2020)	1996-2014	Gelişmekte olan ülkeler	GMM	DYY, yönetim ve teknolojik yeniliklerle etkileşim yoluyla CO ₂ 'yi azaltmaktadır.
Mahmood, Alkhateeb ve Furqan (2020)	1990-2014	Kuzey Afrika ülkeleri	Mekansal Otoregresif Model (SAR)	DYY'ın CO ₂ emisyonlarını etkilediğine dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır.
Abdouli ve Hammami (2020)	1980-2014	Orta Doğu Ülkeleri	Eşanlı denklem tahmin yöntemi, GMM	DYY ↔ CO ₂
Liu ve Zhang (2021)	2001-2015	Çin'in Şehirleri (Çin'in %85'i)	EKK, 2 Aşamalı EKK	DYY hava kalitesini düşürmektedir. Bu etki büyük şehirlerde diğer şehirlere oranla daha fazladır.
Balli vd. (2021)	1981Q1-2021Q1	Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) Ülkeleri	MG, PMG Tahmin Yöntemleri, Panel Granger	-DYY girişlerindeki artışlar hava kirliliğini arttırmaktadır. -Japonya için DYY ↔ CO ₂
Farooq (2022)	2001-2019	Asya Ülkeleri	EKK, 2 Aşamalı EKK ve GMM	DYY daha fazla endüstriyel yayılma nedeniyle CO ₂ emisyonlarını artırmaktadır.

→ Tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

↔ Çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

≠ Nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

Literatür özetinden de görüleceği üzere DYY'ın CO₂ emisyonları ile ilişkisi hakkında net bir yargıdan söz edilememektedir. Bunda yapılan çalışmalarla ilgili olarak çalışılan ülke, ülke grubu veya bölgenin yanı sıra çalışmaların kapsadığı dönem ve yöntemlerindeki farklılıklar etkili olmaktadır.

3. Yöntem ve Veri Seti

Bu çalışmada OECD üyesi (Kanada, Luxemburg ve Kosta Rika dışındaki) 35 ülke için 1996-2018 döneminde doğrudan yabancı yatırımların (DYY), CO₂ emisyonları arasındaki ilişkileri ampirik olarak analiz edilmiştir. Çalışmada yer alan değişkenlerden bağımlı değişken CO₂, kişi başına metrik ton bazında CO₂ emisyonlarını ifade etmektedir. Çalışmanın bağımsız değişkenleri ise FDI, GDP, GAIN, POP ve REN ile ifade edilen değişkenlerdir. Burada FDI, GSYİH'nın yüzdesi olarak net yabancı sermaye girişlerini temsil ederken, GDP değişkeni kişi başına düşen GSYİH'nın yıllık bazda büyüme oranını temsil etmektedir. Çalışmada yer alan GAIN değişkeni ise Notre Dame Üniversitesi tarafından geliştirilmiş olup iklim değişikliğinin şiddetlendirdiği riskleri incelemeye yarayan bir endekstir. Çalışmanın diğer bağımsız değişkenlerinden POP ülkelerdeki yıllık toplam nüfusu, REN değişkeni ise toplam nihai enerji tüketiminin bir yüzdesi olarak yenilenebilir enerji tüketimini göstermektedir. Çalışmada yer alan değişkenlerden GAIN değişkeni Notre Dame Üniversitesi'nin söz konusu endeks ile ilgili biriminden², diğer değişkenler ise Dünya Bankası veri tabanından temin edilmiştir. Logaritmalar değişkenlerdeki değişimleri yüzdelik değişimlere çevirmesi ve birçok ilişkinin doğal olarak yüzdelik terimlerle ifade edilmesine olanak tanınması bakımından analizlerde yararlı olmaktadır (Stock ve Watson, 2011, s.69)³. Bununla birlikte bazı değişkenlerin oran olarak alınmalarına rağmen panellerde yer alan ülkelerin büyüklük bakımından farklı olmaları dolayısıyla mevcut şekliyle analize dahil edilmesi analiz sonuçlarını sapmalı ve tutarsız hale getirebilmektedir. Dolayısıyla bu tür değişkenlere ait veriler logaritmik formda gösterilebilmektedir. Nitekim çalışmalarında diğer değişkenlerin yanı sıra Ping ve Shah (2022), CO₂ emisyonları ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri için; Acheampong vd. (2019) ise nüfus değişkeni için logaritmik dönüştürmeye başvurmuşlardır. Bu itibarla bu çalışmada da CO₂, POP ve REN değişkenleri logaritmaları alınmak suretiyle analize dahil edilmişlerdir. Bu nedenle değişkenler analizde sırasıyla lnCO₂, lnPOP ve lnREN olarak yer almıştır.

Yukarıda açıklamaları yapılan verilerden hareketle oluşturulan panel veri biçimindeki model 1 nolu denklemde gösterilmiştir.

$$\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 FDI_{it} + \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 GAIN_{it} + \beta_4 \ln POP_{it} + \beta_5 \ln REN_{it} + u_{it} \quad (1)$$

² GAIN endeksine ilişkin veriler <https://gain.nd.edu/> adresinden temin edilmiştir.

³ Logaritmik fonksiyonlar sadece pozitif değerler için tanımlı olduklarından ve FDI değişkeni bazı ülke ve dönemler için negatif değerlere sahip olduğundan bu değişken için logaritmik dönüştürme işlemine başvurulmamıştır.

Denklemden yer alan “*i*” terimi ülke, “*t*” terimi ise zaman boyutunu ifade etmektedir. Öte yandan hata terimi denklemden u_{it} ile temsil edilmiştir. Yine denklemden yer alan $\ln CO_2$ bağımlı değişkeni, FDI , GDP , $GAIN$, $\ln POP$ ve $\ln REN$ ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

Panel veri analizlerinde analiz sürecinde hangi testlerle devam edileceğinin belirlenmesi amacıyla homojenlik-heterojenlik testlerinin yanı sıra yatay kesit bağımlılığı testlerinin yapılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda çalışmada ilk olarak heterojenlik sınaması için Pesaran ve Yamagata'nın (2008) geliştirdiği teste başvurulmuş ardından diğer testlere geçilmiştir. Homojenlik-heterojenlik sınamasıyla ilgili olarak kurulan hipotezler şu şekildedir:

$$H_0 = \text{Eğim katsayıları homojendir.}$$

$$H_1: \text{Eğim katsayıları homojen değildir.}$$

Panel veri analizlerinde kesitler arasında ilişkilerin var olup olmadığının araştırılmaması hatalı tahminlere yol açabilmektedir. Bu bağlamda hatalı tahminlerin önlenmesi adına yatay kesit bağımlılığı testleri yapılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı testleri yapılırken kesit boyutu (N) ve zaman boyutunun (T) büyüklüğü önem arz etmektedir. Çalışmada $N=35$ ve $T=23$ olması dolayısıyla değişkenlerden oluşan grubun geneli için Pesaran (2004) tarafından geliştirilen, $N>T$ koşulunu dikkate alan ve denklem 2'de gösterilen yatay kesit bağımlılığı testi yapılmıştır.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (2)$$

Denklem 2 çerçevesinde yatay kesit bağımlılığı için oluşturulan yokluk hipotezi ve alternatif hipotez aşağıda gösterilmektedir. Buna göre;

$$H_0 = \text{Yatay kesit bağımlı değildir.}$$

$$H_1 = \text{Yatay kesit bağımlıdır.}$$

Bulgular kısmında da görüleceği üzere grubun geneli için yapılan yatay kesit bağımlılığı testinin yanı sıra her bir değişken özelinde de yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir.

Panel veri analizleri kapsamında yapılması gereken birim kök testleri yatay kesit bağımlılığının bulunup bulunmamasına göre belirlenmektedir. Yatay kesit bağımlılığının bulunmaması durumunda birinci nesil birim kök testleri yapılırken, yatay kesit bağımlılığının varlığı ikinci nesil birim kök testlerinin yapılmasını gerektirmektedir. Çok sayıda ikinci nesil birim kök testi olmakla birlikte bu

çalışmada Pesaran'ın (2007) geliştirmiş olduğu ve kesitsel olarak da birim kökün varlığının araştırılmasına olanak tanıyan CIPS (Cross-Sectionally ImPesaran Shin) testine başvurulmuştur. Bu testin sağladığı önemli bir avantaj hem kesit boyutunun zaman boyutundan; hem de zaman boyutunun kesit boyutundan büyük olduğu durumlarda kullanılabilmesidir. CIPS testi ile ilgili kurulan hipotezler şu şekildedir:

$$H_0 = \text{Değişken durağan değildir.}$$

$$H_1 = \text{Değişken durağandır.}$$

Çalışmada değişkenler arasında nedensellik ilişkilerinin araştırılması için Granger nedensellik testlerine dayanan ve Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen teste başvurulmuştur. Söz konusu nedensellik testi heterojen panellerde uygulanabilmekte ve grup ortalaması olarak Wald (Wbar) istatistiğini önermektedir. Öte yandan bu testle ilgili olarak zaman boyutu kısa olan örneklerde standartlaştırılmış ortalama Wald istatistiği (Zbar) kullanılmaktadır. Bu test çerçevesinde, kesit boyutunda $i = 1, 2, \dots, N$ ve zaman boyutunda $t = 1, 2, \dots, T$ olmak üzere x ve y gibi iki durağan değişken için kurulan model denklem 3'te gösterilmiştir.

$$y_{i,t} = a_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

Denklem 3'te a_i zaman boyutunda sabitleştirilerek kesitler yönünden yer almıştır. Yine denklemde y ve x durağan değişkenleri, $\gamma_i^{(k)}$ ve $\beta_i^{(k)}$ eğim parametrelerini, K ise tüm panel kesit birimleri için aynı olup, gecikme derecelerini temsil etmektedir. Öte yandan denklemde yer alan $\varepsilon_{i,t}$ hata terimidir.

4. Ampirik Bulgular

Çalışmanın ampirik kısmında ilk olarak eğim katsayılarının homojen olup olmadıkları test edilmiştir. Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen yöntemle yapılan sınamanın sonuçlarına Tablo 2'de yer verilmiştir.

Tablo 3: Eğim Katsayılarının Homojenlik Testleri

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Delta	19,089	0,0000
Delta adj.	22,887	0,0000

Tablo 2’de yer alan istatistik ve olasılık değerleri göz önüne alındığında yöntem kısmında belirtilen ve eğim katsayılarının homojen olduğu biçiminde kurulan yokluk hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Buna göre eğim katsayılarının heterojen olduğu sonucu çıkmaktadır.

Homojenlik testinin ardından gerek tüm grup için gerekse her bir değişken özelinde yatay kesit bağımlılığı testleri yapılmıştır. Test bulgularının değerlendirilmesinde Pesaran’ın (2004) LM CD sonuçları dikkate alınacak olsa da; okuyucunun karşılaştırma yapmak isteyebileceği düşüncesiyle LM ve LM adj. bulgularına da yer verilmiştir. Söz konusu bulgular grubunu geneli için elde edilmiş olup Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 4: Grubun Geneli İçin Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Test Türü	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LM	997,8	0,0000
LM adj.	19,12	0,0000
LM CD	10,69	0,0000

Tablo 3’te görüleceği üzere hesaplaması Denklem 2’den hareketle yapılan LM CD Testinin istatistik değeri 10,69’dur. Bu sonuç yatay kesitin bağımlı olmadığı yönündeki yokluk hipotezini bağlamında %1 anlamlılık düzeyinde reddetmektedir. Bu bağlamda yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilir. Değişkenler özelinde yatay kesit bağımlılığı araştırıldığında Tablo 4’te yer alan sonuçlar karşımıza çıkmaktadır. Buna göre her bir değişken özelinde yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır.

Tablo 5: Değişkenler Özelinde Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişken	CD Test İstatistiği	Olasılık Değeri
lnCO ₂	30,911	0,0000
FDI	16,413	0,0000
GDP	58,998	0,0000
lnPOP	41,463	0,0000
lnREN	54,222	0,0000

Yapılan testlerin katsayıların heterojen olduğu ve yatay kesit bağımlılığının varlığı sonucu ortaya koyması dolayısıyla birim kökün varlığı ikinci nesil testlerle araştırılması yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda yapılan CIPS testi sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 6: CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	İstatistik Değerleri	
	Seviyede	1. Farkında
lnCO ₂	-2,656**	-
FDI	-3,642***	-
GDP	-3,260***	-
GAIN	-2,430	-4,190***
lnPOP	-2,523	-2,092***
lnREN	-3,046***	-

Not: “***” ve “**” simgeleri sırasıyla %5 ve %1 düzeyindeki anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 5’te yer alan sonuçlara göre $\ln CO_2$ değişkeni %5; FDI, GDP ve $\ln REN$ değişkenleri ise %1 anlamlılık düzeylerinde seviyede durağandır. GAIN ve $\ln POP$ değişkenleri ise seviyede birim kök içerdiklerinden birinci farklarında birim kök araştırması yapılmış ve sonuç olarak her iki değişkenin birinci farkında %1 anlamlılık düzeyinde durağanlaştığı görülmüştür.

Birim kök analizi sonucunda GAIN ve $\ln POP$ değişkenlerinin birim kök içerdiğinin görülmesi dolayısıyla bu değişkenlerin birinci farkları alınmıştır. Farkları alınan değişkenler $\Delta GAIN$ ve $\Delta \ln POP$ olarak temsil edilecek biçimde Dumitrescu-Hurlin Nedensellik analizine geçilmiştir. Denklem 3’e dayanan analizin sonuçları Ek A’da gösterilmektedir.

Ek A’da yer alan bulgular ışığında doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve nüfusun CO_2 emisyonları ile herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı; buna karşın yenilenebilir enerji tüketiminden CO_2 ’ye doğru ve CO_2 ’den iklim değişikliğinin yaratacağı risk ölçüsüne doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Öte yandan ekonomik büyüme, iklim değişikliğinin yaratacağı risklere yönelik endeks değeri ile doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı; bununla birlikte yenilenebilir enerji tüketiminden doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına doğru tek yönlü, nüfus ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı analizden elde edilen bir diğer bulgudur. Yapılan nedensellik analizi ayrıca iklim değişikliğinin yaratacağı risklerle ekonomik büyüme arasında nedenselliklerin bulunmadığını, bunun yanında ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü ve nüfus ile ekonomik büyüme arasında da çift yönlü bir nedenselliğin olduğunu göstermektedir. Son olarak iklim değişikliğinin yaratacağı risklerin ölçütü olan GAIN değişkeni ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisi yokken, GAIN değişkeninden nüfusa doğru ve nüfustan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkilerinin olduğu analizden çıkan diğer sonuçlardır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden biri olarak görülen CO_2 emisyonları ile özellikle küreselleşmeyle birlikte daha fazla miktarda artış gösteren doğrudan yabancı yatırım akışları arasındaki nedensellik ilişkileri ampirik olarak araştırılmıştır. Çalışma kapsadığı dönem, ar-ge harcamaları ve göç olgusu ile ilgili hususların çalışmaya dahil edilememesi dolayısıyla bazı sınırlılıklar içermektedir. Öncelikle çalışmada yer alan değişkenlere ait verilerin dönem açısından birbiri ile uyumlu olması gerekliliği ve çalışmanın yönteminin dengeli panellere uygun olması dolayısıyla çalışmanın kapsadığı dönem daha geniş tutulamamıştır. Öte yandan ar-ge harcamaları yenilenebilir enerji teknolojilerinin üretiminde önemli bir belirleyici olmasına karşın yeterli veri olmaması dolayısıyla analize değişken olarak dahil edilememiştir. Bununla birlikte son yıllarda yaşanan göç dalgası dolayısıyla ülkelerdeki insan popülasyonunun büyüklüğü hakkında nispi belirsizlikler söz

konusu olmaktadır. Başlıca yöntemi Dumitrescu-Hurlin Nedensellik analizi olan çalışmada yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testleri de başvurulan diğer yöntemlerdir. 35 OECD ülkesi için 1996-2018 dönemine ilişkin verilerin kullanılarak analiz edildiği çalışmada yer alan değişkenler bağlamında elde edilen ilk sonuç ülkeler arasında gerek panelin genelinde gerekse değişkenler özelinde ayrı ayrı yatay kesit bağımlılığının olduğudur. Bu sonuç çalışmanın uluslararası yabancı yatırım akışları ile ilgili olması dolayısıyla beklentilerle uyumludur. Nedensellik analizinin sonuçları ise doğrudan yabancı yatırımlarla CO₂ emisyonları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar Mahmood ve diğerlerinin (2020) sonuçları ile uyumludur. Bunun yanında çalışmanın sonuçları Blanco ve diğerlerinin (2013) kirlilik yaratanların dışındaki sektörlerle ilgili sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmalarda sonuçların bu çalışmanın sonuçlarıyla bazı yönlerden benzerliği değerlendirilirken iki hususun göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir. Bunlardan birincisi Mahmood ve diğerlerinin (2020) çalışmada örneklemin Afrika ülkeleri olmasıdır. İkinci husus ise bu çalışmada doğrudan yabancı yatırımlarda herhangi bir sektör ayırımına gidilmeksizin analizin yapılmış olmasıdır. Öte yandan bu sonuçlar Hoffman ve diğerlerinin (2005) sonuçları ile de karşılaştırılabilir. Nitekim literatür kısmında da belirtildiği üzere Hoffman ve diğerlerinin (2005) analiz sonuçları yüksek gelirli ülkelerin oluşturduğu grup için DYY ile CO₂ emisyonları arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ancak orta gelirli ülkeler için DYY'dan CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığını gösteriyordu. Bu çalışmanın sonuçlarını Hoffman ve diğerlerinin (2005) sonuçları ile karşılaştırırken, çalışmanın OECD ülkeleri için yapıldığını ve OECD ülke grubunun orta ve yüksek gelirli ülkelerden oluştuğunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzer yönlerin olmasına karşılık, çalışma Salahuddin ve diğerleri (2017); Ponce ve Alvarado (2019); Balli ve diğerleri (2021); Farooq'un (2002) çalışmalarındaki sonuçlardan farklılıklar göstermektedir. Nitekim Salahuddin ve diğerleri (2017); Ponce ve Alvarado (2019) DYY'dan CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri bulgulamışken; Balli ve diğerleri (2021); Farooq'un (2002) çalışmaları değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkilerine dair kanıtlar sunmuşlardır. Ekonomik büyüme ve nüfus değişkenleri için de benzer sonuçlar söz konusudur. Çalışmadan çıkan bir diğer sonuç CO₂ emisyonlarından iklim değişikliğinin yaratacağı risklere doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığıdır. Çalışma ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminden ve CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedenselliği olduğuna dair kanıtı da ortaya koymaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında yabancı yatırımın türleri bağlamında yapılacak çalışmaların CO₂ emisyonları ile ilişkiler bağlamında daha detaylı ilişkilerin elde edilebileceği söylenebilir. Öte yandan çalışmadan elde edilen, CO₂ emisyonlarının iklim değişikliğinin yaratacağı risklerin nedeni olduğu sonucu hâlâ güncel olan ve insanlığın uzun yıllar tartışacağı iklim değişikliği konusunun önemini ampirik olarak bir kez daha ortaya koymaktadır. Bununla birlikte

yenilenebilir enerji kullanımının ekonomideki en küçük karar biriminden en büyüğüne kolaylaştırılarak yaygınlaştırılması ayrıca önem arz etmektedir. Son olarak ülkelerin CO₂ emisyonlarını tutma kapasitesi, coğrafi özellikleri gibi hususları da dikkate alacak disiplinler arası çalışmaların yapılması literatüre daha fazla katkı vermesi ve DYY'ın CO₂ emisyonları ile ilişkilerinin daha net ortaya koyulabilmesi bakımından önerilmektedir.

Ek A: Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Testi Sonuçları

<i>H₀</i> Hipotezleri	W-bar İstatistiği	Z-bar tilde İstatistiği	Karar
FDI , lnCO ₂ 'nin nedeni değildir.	2,64820	0,81252	FDI \nRightarrow lnCO ₂
GDP, lnCO ₂ 'nin nedeni değildir.	2,97533	1,54579	GDP \nRightarrow lnCO ₂
Δ GAIN, lnCO ₂ 'nin nedeni değildir.	1,80488	-1,10385	Δ GAIN \nRightarrow lnCO ₂
Δ lnPOP, lnCO ₂ 'nin nedeni değildir.	4,20407	4,16325	Δ lnPOP \nRightarrow lnCO ₂
lnREN, lnCO ₂ 'nin nedeni değildir.	6,70413	9,90396***	lnREN \Rightarrow lnCO ₂
lnCO ₂ , FDI'nın nedeni değildir.	4,20380	4,29942	lnCO ₂ \nRightarrow FDI
GDP, FDI'nın nedeni değildir.	2,32445	0,08682	GDP \nRightarrow FDI
lnREN, FDI'nın nedeni değildir.	4,00530	3,85448***	lnREN \Rightarrow FDI
Δ GAIN, FDI'nın nedeni değildir.	2,38481	0,16931	Δ GAIN \nRightarrow FDI
Δ lnPOP, FDI'nın nedeni değildir.	3,22495	2,01371**	Δ lnPOP \Rightarrow FDI
lnCO ₂ , GDP'nin nedeni değildir.	2,21564	-0,15707	lnCO ₂ \nRightarrow GDP
FDI, GDP'nin nedeni değildir	4,54695	5,06860	FDI \nRightarrow GDP
Δ GAIN, GDP'nin nedeni değildir.	2,15580	-0,33347	Δ GAIN \nRightarrow GDP
Δ lnPOP, GDP'nin nedeni değildir.	3,72856	3,11933***	Δ lnPOP \Rightarrow GDP
lnREN, GDP'nin nedeni değildir.	2,65250	0,82216	lnREN \nRightarrow GDP

Ek A'nın Devamı

H_0 Hipotezleri	W-bar İstatistiği	Z-bar tilde İstatistiği	Karar
$\ln\text{CO}_2$, ΔGAIN 'ın nedeni değildir.	3,90849	3,51433***	$\ln\text{CO}_2 \Rightarrow \Delta\text{GAIN}$
FDI, ΔGAIN 'ın nedeni değildir.	2,85301	1,19717	$\text{FDI} \not\Rightarrow \Delta\text{GAIN}$
GDP, ΔGAIN 'ın nedeni değildir.	1,68458	-1,36795	$\text{GDP} \not\Rightarrow \Delta\text{GAIN}$
$\Delta\ln\text{POP}$, ΔGAIN 'ın nedeni değildir.	2,50631	0,43604	$\Delta\ln\text{POP} \not\Rightarrow \Delta\text{GAIN}$
$\ln\text{REN}$, ΔGAIN 'ın nedeni değildir.	4,28331	4,33719	$\ln\text{REN} \not\Rightarrow \Delta\text{GAIN}$
$\ln\text{CO}_2$, $\Delta\ln\text{POP}$ 'un nedeni değildir.	4,17604	4,10170	$\ln\text{CO}_2 \not\Rightarrow \Delta\ln\text{POP}$
FDI, $\Delta\ln\text{POP}$ 'un nedeni değildir.	3,25773	2,08568**	$\text{FDI} \Rightarrow \Delta\ln\text{POP}$
GDP, $\Delta\ln\text{POP}$ 'un nedeni değildir.	3,77936	3,23086***	$\text{GDP} \Rightarrow \Delta\ln\text{POP}$
ΔGAIN , $\Delta\ln\text{POP}$ 'un nedeni değildir.	3,42368	2,45000**	$\Delta\text{GAIN} \Rightarrow \Delta\ln\text{POP}$
$\ln\text{REN}$, $\Delta\ln\text{POP}$ 'un nedeni değildir.	4,59539	5,02233	$\ln\text{REN} \not\Rightarrow \Delta\ln\text{POP}$
$\ln\text{CO}_2$, $\ln\text{REN}$ 'in nedeni değildir.	4,15175	4,18276	$\ln\text{CO}_2 \not\Rightarrow \ln\text{REN}$
FDI, $\ln\text{REN}$ 'in nedeni değildir.	2,62593	0,76261	$\text{FDI} \not\Rightarrow \ln\text{REN}$
GDP, $\ln\text{REN}$ 'in nedeni değildir.	3,77692	3,34257***	$\text{GDP} \Rightarrow \ln\text{REN}$
ΔGAIN , $\ln\text{REN}$ 'in nedeni değildir.	2,50768	0,43906	$\Delta\text{GAIN} \not\Rightarrow \ln\text{REN}$
$\Delta\ln\text{POP}$, $\ln\text{REN}$ 'nin nedeni değildir.	3,52429	2,67089***	$\Delta\ln\text{POP} \Rightarrow \ln\text{REN}$

Not: “*”, “**” ve “***” simgeleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyindeki anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Kaynakça

- Abdouli, M. ve Hammami, S. (2020). Economic Growth, Environment, FDI Inflows, and Financial Development in Middle East Countries: Fresh Evidence from Simultaneous Equation Models. *Journal of the Knowledge Economy*, 11(2), 479–511.
- Acheampong, A. O., Adams, S. ve Boateng, E. (2019). Do globalization and renewable energy contribute to carbon emissions mitigation in Sub-Saharan Africa? *Science of the Total Environment*, 677, 436–446. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.353>
- Aslan, A., Altinoz, B. ve Polat, M.A. (2021). The nexus among climate change, economic growth, foreign direct investments, and financial development: New evidence from N-11 countries. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 40(3), 1-9. <https://doi.org/10.1002/ep.13585>
- Balli, E., Sigeze, C., Ugur, M. S. ve Çatık, A. N. (2021). The relationship between FDI, CO2 emissions, and energy consumption in Asia-Pacific economic cooperation countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17494-3>
- Blanco, L., Gonzalez, F., ve Ruiz, I. (2013). The Impact of FDI on CO2 Emissions in Latin America. *Oxford Development Studies*, 41(1), 104–121. <https://doi.org/10.1080/13600818.2012.732055>
- Chebbi, H.E., Olarrega, M. ve Zitouna, H. (2011). Trade openness and CO2 emissions in Tunisia. *Middle East Development Journal*, 3 (1), 29-53. <https://doi.org/10.1142/S1793812011000314>
- Dumitrescu, E.I. ve Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>
- Farooq, U. (2022). Foreign direct investment, foreign aid, and CO2 emissions in Asian economies: does governance matter? *Environmental Science & Pollution Research*, 29(5), 7532–7547.
- Fauzel, S. (2017). The impact of FDI on CO2 emission in a small island developing state: A cointegration approach. *Economics & Business Letters*, 6(1), 6–13.

- Golub, S.S., Kauffmann, C. ve Yeres, P. (2011). Defining And Measuring Green FDI: An Exploratory Review Of Existing Work And Evidence. OECD Working Papers On International Investment. DOI: 10.1787/5kg58j1cvcvk-en
- Hille, E., Shahbaz, M. ve Moosa, I. (2019). The impact of FDI on regional air pollution in the Republic of Korea: A way ahead to achieve the green growth strategy? *Energy Economics*, 81, 308–326. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.004>
- Hoffman, R., Lee, C.G., Ramasamy, B. ve Yeung, M. (2005) FDI and pollution: a granger causality test using panel data. *Journal of International Development*, 17(3) 311–317.
- Huynh, C.M. ve Hoang, H.H. (2019). Foreign Direct Investment and Air Pollution in Asian Countries: Does Institutional Quality Matter? *Applied Economics Letters* 26 (17): 1388–1392. doi:10.1080/13504851.2018.1563668.
- International Monetary Fund. IMF Datamapper Map (2020) https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADV_EC/WEOWORLD/USA Erişim Tarihi: 15.03.2022
- Liu, S. ve Zhang, P. (2021). Foreign Direct Investment and Air Pollution in China: Evidence from the Global Financial Crisis. *The Developing Economies*. <https://doi.org/10.1111/deve.12298>
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y. ve 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.egy.2020.08.038>
- Martinot, E., Sinton, J. ve Haddad, B. (1997). International technology transfer for climate change mitigation and the cases of Russia and China. *Annual Review of Energy and the Environment*, 22, 357–401.
- Mintzer, I.M. (1992). Confronting Climate Change: Risks, Implications and Responses. Ed. W. G. Chaloner *Journal of Ecology*, 81(2), 386–387. <https://doi.org/10.2307/2261512>
- Nasir, M. A., Huynh, D. T. L. ve Xuan, H. T. T. (2019). Role of financial development, economic growth & foreign direct investment in driving climate change: A case of emerging ASEAN. *Journal of Environmental Management*, 242, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.112>

- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I. ve Sohag, K. (2018). The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2), 2002–2010. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.009>
- Omri, A. ve Bel Hadj, T. (2020). Foreign investment and air pollution: Do good governance and technological innovation matter? *Environmental Research*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109469>
- Pazienza, P. (2014). *The relationship between FDI and the natural environment: facts, evidence and prospects*. Springer Science & Business Media, New York.
- Pazienza, P. (2015) The relationship between CO2 and Foreign Direct Investment in the agriculture and fishing sector of OECD countries: Evidence and policy considerations. *Intellectual Economics*, 9 (1): 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.intele.2015.08.001>
- Pesaran, M. H. (2004). ‘General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels.’ *Cambridge Working Papers in Economics*. <https://ftp.iza.org/dp1240.pdf>
- Pesaran, M.H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Pesaran, M.H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics* 142 (1): 50–93.
- Ping, S. ve Shah, S.A.A. (2022). Correction to: Green finance, renewable energy, financial development, FDI, and CO2 nexus under the impact of higher education. *Environmental Science and Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-25008-y>
- Ponce, P.ve Alvarado, R. (2019). Air pollution, output, FDI, trade openness, and urbanization: evidence using DOLS and PDOLS cointegration techniques and causality. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(19), 19843–19858. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05405-6>
- Sapkota, P. Ve Bastola, U. (2017). Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: panel data analysis of Latin America. *Energy Economics* 64 (c): 206-212. doi: 10.1016/j.eneco.2017.04.001

State of the Global Climate 2021: WMO Provisional Report (2021) World Meteorological Organization <https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts> WMO 2021

Stock, J.H. ve Watson, M.W. Ekonometriye Giriş, çev. Bedriye Saraçoğlu, İstanbul 1. Basım Efil Yayınevi.

United States Environmental Protection Agency. Overview of Greenhouse Gases. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>
Erişim Tarihi: 04.03.2021

World Investment Report (2021). UNCTAD https://unctad.org/system/files/official-document/wir2021_en.pdf

Zhang, Z. ve Maruyama, A. (2001). Towards a private–public synergy in financing climate change mitigation projects. *Energy Policy*, 29(15), 1363–1378. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00038-6)

Etik Beyanı: Yazarlar, bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu beyan etmektedir. Bilimsel etik konuları ile ilgili aksi bir durumun tespiti halinde tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına ait olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır.

Extended Abstract

Introduction

Climate change due to the increase in greenhouse gas emissions has been an important area of discussion and study in recent years. Carbon dioxide (CO₂), methane, nitrogen oxide, and fluorinated gases are the leading causes and consequences of climate change.

FDI, which has been researched in the context of its effects on CO₂ emissions, leads to a significant amount of flow between countries with globalization. Despite the declines largely due to the Covid-19 pandemic, total DYY flows worldwide in 2021 amounted to approximately \$1 trillion (Unctad 2021).

Theoretically, the environmental effects of FDI are discussed in the context of two basic hypotheses: pollution paradise and pollution halo. According to the pollution paradise hypothesis, investors are pursuing for poor environmental regulations in the FDI country and investments are lowering environmental standards worldwide. According to the pollution halo hypothesis, FDI contributes to the spread of good environmental management practices and technologies (Golub, Kauffmann, and Yeres, 2011: 13).

It can be said that a large literature has been formed in which the effects of FDI on climate change are investigated. According to (Martinot, Sinton and Haddad, 1997:357-401.), technological change is a tool to reduce the effects of climate change. This change will be possible with FDI as well as technology transfer from the outside world, multilateral development, and environmental assistance. As reported by (Zhang and Maruyama, 2001:1363-1378). Greening of FDI should be taken as a basis, as FDI can have significant potential to mitigate the effects of climate change with the incentives to be provided within the framework of the clean development mechanism that was later included in the Kyoto Protocol.

The aim of this study is to empirically investigate the effect of FDI on CO₂ emissions for a panel of 35 OECD countries.

Method

In this study, the relations between foreign direct investment (FDI) and CO₂ emissions for the period 1996-2018 for 35 OECD member countries (excluding Canada, Luxemburg, and Costa Rica) were analyzed empirically. In the study dependent variable CO₂ refers to CO₂ emissions per capita on a metric ton basis. The independent variables of the study are the variables expressed as FDI, GDP, GAIN, POP and REN. Among these variables, the FDI represents net foreign capital inflows as a percentage of GDP, while the GDP variable represents the annual growth rate of GDP per capita. The GAIN variable in the study was developed by the University of Notre Dame and is an index that examines the risks exacerbated by climate change. Among the other independent variables of the study, the POP shows the total annual population in the countries, and the REN variable shows the renewable energy consumption as a percentage of the total final energy consumption. The GAIN variable was obtained from the related unit of the University of Notre Dame, and the other variables were obtained from the World Bank database. CO₂, POP, and REN variables were included in the analysis by taking their logarithms. Therefore, the variables were included in the analysis as lnCO₂, lnPOP, and lnREN, respectively.

Failure to investigate whether there is a relationship between the sections in panel data analysis can lead to erroneous estimations. In this context, cross-section dependency tests are performed in order to prevent erroneous estimations. The size of the cross-sectional dimension (N) and the time

dimension (T) are important when performing cross-section dependency tests. Therefore, in the study, the cross-section dependency test, which was developed by Pesaran (2004) and takes into account the $N > T$ condition, was performed.

The presence of cross-sectional dependence in panel data analysis requires second-generation unit root tests. For this reason, the CIPS (Cross-Sectionally ImPesaran Shin) test developed by Pesaran (2007) was used.

In the study, a test based on Granger causality tests and developed by Dumitrescu and Hurlin (2012) was used to investigate causality relationships between variables. The causality test in question can be applied to heterogeneous panels and recommends the Wald (Wbar) statistic as the group means.

Result and Discussion

The first result obtained from this study inclusive of period 1996-2018 of 35 OECD countries, is the existence of cross-section dependence both in the panel and in the variables. The result of the causality analysis is that there is no causality between CO₂ emission and FDI. In addition, there are similar results for economic growth and population variables. Another result of the study is the existence of a unidirectional causality relationship from CO₂ emissions to the risks posed by climate change. The study also provides evidence of unidirectional causality running from renewable energy consumption to CO₂ emissions.

In light of the findings obtained from the study, it can be said that more detailed relations can be obtained in the context of the relations with CO₂ emissions in the context of the types of foreign investment. On the other hand, the conclusion obtained from the study that CO₂ emissions are the cause of the risks posed by climate change, once again empirically demonstrates the importance of climate change, which is still current and will be discussed by humanity for many years.