

Araştırma Makalesi

Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Yeşil İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Nedensellik Analizi

The Relationship Between Foreign Direct Investment, Green Innovation and Economic Growth: Panel Causality Analysis on OECD Countries

Koray UYGUR

Dr. Öğr. Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

korayuygur@nevsehir.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-0795-9348>

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
12.04.2026	13.07.2026

Öz

Ülkeler arasındaki ticaretin serbestleşmesi ve ticari engellerin kaldırılması, doğrudan yabancı yatırımların (DYY) önemini artırmakla birlikte bu yatırımların girişlerini de hızlandırmıştır. DYY girişlerinden etkilenen temel makroekonomik değişkenlerden biri ekonomik büyümedir. Öte yandan, çevre dostu teknolojileri ifade eden yeşil inovasyon, sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda yeşil inovasyon, yalnızca gelişmiş ülkelerde değil, gelişmekte olan ülkelerde de giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışma, 2002–2021 döneminde 34 OECD ülkesi için ekonomik büyüme, DYY ve yeşil inovasyon arasındaki nedensellik ilişkisini incelemektedir. Analizde Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, ekonomik büyümeden hem DYY'ye hem de yeşil inovasyona doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, OECD ülkelerinde ekonomik büyümenin hem DYY hem de yeşil inovasyon açısından belirleyici bir itici güç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, DYY'yi artırmaya yönelik politikaların sürdürülebilir büyümeyi destekleyen politikalarla birlikte uygulanması önem taşımaktadır. Ayrıca, ekonomik büyümeden yeşil inovasyona doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi, yeşil inovasyonun bu ülkelerde büyümeyi doğrudan tetikleyen bir unsurdan ziyade büyüme sürecinin bir çıktısı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Yeşil İnovasyon, OECD, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Analizi

Abstract

The liberalization of trade among countries and the removal of trade barriers have not only increased the importance of foreign direct investment (FDI) but also accelerated its inflows. One of the key macroeconomic variables affected by FDI inflows is economic growth. Meanwhile, green innovation, which refers to environmentally friendly technologies, has emerged as a crucial component of sustainable development. In recent years, green innovation has gained increasing importance not only in developed countries but also in developing economies. This study aims to examine the causal relationship between economic growth, FDI, and green

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Uygur, K. 2026, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Yeşil İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Nedensellik Analizi, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 61(3), 2794-2809.

innovation for 34 OECD countries over the period 2002–2021. The Dumitrescu–Hurlin panel causality approach is employed for the analysis. The empirical findings indicate the existence of a unidirectional causality running from economic growth to both FDI and green innovation. These results suggest that economic growth serves as a key driving force for both FDI and green innovation in OECD countries. In this context, policies aimed at increasing FDI should be supported by strategies that promote sustainable growth. Furthermore, the unidirectional causality from economic growth to green innovation implies that green innovation, rather than being a direct driver of economic growth, emerges as an outcome of the growth process in these countries.

Keywords: Economic Growth, Foreign Direct Investment, Green Innovation, OECD, Dumitrescu-Hurlin Causality Analysis

1. Giriş

1990’lı yıllarda küresel ölçekte tekelleşmenin kaldırılması, tarifelerin düşürülmesi ve basitleştirilmesi, deregülasyon ve özelleştirmeyi içeren bir açılım ve modernizasyon süreci yaşanmıştır. Bu sürecin neticesinde yapılan reformların temel itici gücü DYY’nin serbestleşmesi olmuştur (OECD, 1998). Sermaye hareketlerinin önündeki engellerin kaldırılması sonucunda bu durum ülkelerin birbirleri arasındaki sermaye akımlarında artışlara neden olmuştur. Yatırımlar, ekonomik büyümenin temel yapı taşlarından biri olarak sermaye birikimi için büyük oranda önem arz etmektedir. Yatırımlar için gerekli olan sermaye birikiminden mahrum olan ülkeler ekonomik gelişimlerini sağlayabilmek için dış kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Bu kaynakların başlıcaları ise dış borçlanma ve DYY’lerdir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde karşılaşılan sermaye sorununa ek olarak teknoloji ve bilgi birikiminde yaşanan eksiklik ve altyapı problemleriyle de karşılaşılabilir. DYY, yabancı ülkelere yeni bir firma kurulması, mevcut bir firmanın satın alınması ya da sermayesinin artırılması olarak nitelendirilmektedir. DYY yalnızca sermaye transferi olarak kalmayıp, yeni teknoloji için ihtiyaç duyulan altyapının inşa edilmesine yardımcı olmakta ve işgücü açısından da söz konusu yeni üretim teknolojilerine uygun beceriler sağlamaktadır. DYY, yatırım yapılan ülkenin tasarruf yetersizliğini giderebileceği gibi sermaye birikimini artırarak ekonomik büyümeye de neden olabilmektedir. Dış borçlanma ise, sadece ülkelerin sermaye birikimine katkı sağlarken bunun yanında ihtiyaç duyulan teknolojik ve altyapısal alanlara herhangi bir fayda sağlamamaktadır (Kahveci ve Terzi, 2017; Ağayev, 2010).

DYY’nin avantajları ve maliyetleri konusunda birtakım tartışmalar bulunmaktadır. Bir taraftan pek çok araştırmacı uygun politikalar ile temel bir kalkınma seviyesi sağladığında, DYY’nin daha iyi bir ekonomik gelişme seviyesi için önemli bir rol oynayabileceğini öne sürerken, diğer taraftan kârların geri gönderilmesi ve yurtiçi pazardaki rekabetin olumsuz etkilenecek ödemeler dengesinin bozulacağını öne süren görüş de bulunmaktadır. Ayrıca DYY, ekonomik büyüme ve kalkınmaya mı neden olur, yoksa hızlı büyüyen ekonomiler, çok uluslu şirketler yeni pazar ve kâr olanakları ararken DYY akışlarını mı çeker? Bu bakımdan ekonomik büyüme ile DYY arasındaki nedensellik ilişkisinin yönü literatürde cevap aranan önemli konulardan biri olarak güncelliğini korumaktadır. (Hansen ve Rand, 2006).

Küresel ekonomi, son yıllardaki dönüşümle birlikte serbest ticaretin daha karmaşık bir hale geldiği ve DYY’nin ekonomik büyümenin finansmanında yeni bir yöntem olarak daha fazla nitelendirildiği bir ortamda varlığını sürdürmektedir (Abbes, Mostéfa, Seghir ve Zakarya, 2015). Günümüzde üretim ve sermaye, ticaret sınırlarının ötesinde hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Bu süreçte, uluslararası düzeyde faaliyet gösteren bazı şirketler üretimlerinin belirli düzeylerini avantajlı buldukları ülkelere kaydırabilmektedir. Bunun yanında ekonomik büyüme performanslarını artırmaya çalışan pek çok gelişmekte olan ülke, dışa açık sanayileşme politikaları sayesinde DYY’nin ülkeye girişini savunmaktadır (Yılmaz, 2010).

Ülkeler bir taraftan DYY girişini özendirmeye çalışırken diğer taraftan çevre kirliliğini azaltmak için çevre dostu teknolojilere pay ayırmaktadır. Bu anlamda yeşil inovasyon bir taraftan çevresel sürdürülebilirlik anlamında çevre dostu teknolojilerin oluşturulmasına olanak tanırken diğer taraftan kaynakların etkin kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Bu bakımdan sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından da önemli bir konu olmaktadır. Yeşil inovasyonun birtakım temel unsurları bulunmaktadır.

İlk olarak yeşil inovasyon çevresel iyileştirmelere öncülük eden yeniliklerle ilintilidir. İkinci olarak ya yeni iş alanlarının açılması ya da daha iyi rekabet ortamının oluşturulması yeşil inovasyonun pazara erişimi için gerekli koşullardır. Son olarak ise yeşil inovasyon net bir çevresel gelişimi ifade etmelidir (Arranz, Arroyabe, Molina-García ve Fernandez De Arroyabe, 2019).

Yeşil inovasyon, birden fazla ekonomik sektörde yeni bir süreç, teknoloji ve örgütsel yaklaşım oluşturmayı hedefleyerek bir ekonomideki kaynak verimliliğini artırabilmektedir. Bunun yanında yeşil inovasyonun birkaç özel avantajı daha bulunmaktadır. İlk olarak yeşil inovasyon, bilgiye dayalı yeşil ekonominin oluşturulmasını sağlayabilmektedir. İkinci olarak içsel veya dışsal bir değişken olarak sürdürülebilir ekonomik büyümeyi oluşturabilmektedir. Üçüncü olarak ise bilimsel bir patentin oluşturulmasına öncülük eden yeşil inovasyon, söz konusu ülkenin uluslararası alandaki ağırlığını artırabilir ve diğer ülkeler tarafından patent satın alınması yoluyla sermaye akışı sağlayabilmektedir (Sun, Gao, Tian ve Guan, 2023).

Literatürde DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle DYY ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Ancak bu iki değişken arasındaki ilişkiyi nedensellik yönünden inceleyen çalışmalarda herhangi bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, bazılarında çift yönlü ve birtakım çalışmalarda da herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Ayrıca tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu çalışmalarda nedenselliğin yönü de farklı çalışmalarda çeşitlilik göstermektedir. Yeşil inovasyon ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalarda da genellikle yeşil inovasyonun ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği görülmektedir. Bu iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen çalışmalarda da herhangi bir görüş birliğinin olmadığı görülmüştür. Bu anlamda bu çalışma, 2002-2021 yılları arasında 34 OECD ülkesindeki yeşil inovasyon, DYY ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Literatürde OECD ülkeleri için doğrudan yeşil inovasyon, DYY ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu açıdan literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi hedeflenmektedir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra ikinci bölümde literatür taraması, üçüncü bölümde veri seti ve model tanıtılacak, dördüncü bölümde metodoloji ve bulgular değerlendirilecek ve son bölümde ise tartışma ve sonuç bölümüne yer verilecektir.

2. Literatür İncelemesi

Ekonomik büyüme literatüründe değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştıran çalışmalar, büyüme hipotezi, koruma hipotezi, geri besleme hipotezi ve yansızlık hipotezi olmak üzere dört farklı hipotez altında ele alınmaktadır. Büyüme hipotezi, ekonomik büyümeden incelenen değişkene doğru bir nedenselliğin olduğunu, koruma hipotezi, incelenen değişkenden ekonomik büyümeye bir nedenselliğin bulunduğunu, geri besleme hipotezi, söz konusu değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ve son olarak yansızlık hipotezi ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını göstermektedir (Topcu ve Atasayar, 2020). Hem ekonomik büyüme ve yeşil inovasyon hem de doğrudan yabancı yatırımlar ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen çalışmalarda nedenselliğin yönü açısından bir uzlaşma olmadığı görülmektedir.

Literatür araştırması üç bölümden oluşmaktadır. İlk olarak DYY ile ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar, daha sonra yeşil inovasyon ile ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar ve son olarak da DYY, yeşil inovasyon ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar incelenmiştir.

Gui-Diby (2014) 1980-2019 yılları arasında 50 Afrika ülkesi için DYY'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini SYS-GMM yöntemiyle incelemiştir. 1980-1994 ve 1995-2009 olmak üzere iki dönem olarak incelenen çalışmada 1980-1994 döneminde DYY'nin ekonomik büyümeyi negatif etkilediği, 1995-2009 yıllarında ise pozitif etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Bandy, Murugan ve Maryam (2021) 1990-2018 döneminde BRICS ülkeleri için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi PMG

ARDL yöntemiyle inceledikleri çalışmada kısa dönemde DYY ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken, uzun dönemde ise negatif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Pegkas (2015) 2002-2012 yılları arasında Avro Bölgesindeki 18 ülke için DYY'nin ekonomik büyümeye etkisini FMOLS VE DOLS yöntemleriyle incelediği çalışmada, her iki yöntemde de DYY'nin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Jiao, Zhou ve Xu (2024) 1990-2022 yılları arasında ABD için DYY'nin ekonomik büyüme üzerindeki asimetrik etkilerini Bootstrap Kantil Regresyonu yöntemiyle incelemişlerdir. DYY'nin ekonomik büyümeyi bütün kantillerde pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleriyle sağlamlık kontrolleri yapılmış olup bu yöntemlerde de DYY'nin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Mongi ve Saidi (2024) 1996-2019 yılları arasında 48 orta gelirli ülke için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi FMOLS yöntemiyle inceledikleri çalışmada hem genel panel boyutunda hem de üst orta gelirli ve alt orta gelirli ülke gruplarında DYY'nin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Chebli ve Saidi (2024) 1996-2016 yılları arasında 46 orta gelirli ülke için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Panel VECM Nedensellik analizi ile incelemişlerdir. DYY ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Keskin Benli ve Yenisu (2017) 2005Q1 ve 2015Q3 dönemi için üçer aylık verilerle Türkiye için DYY'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini Granger nedensellik analizi ile incelemişlerdir. DYY ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Lin ve Benjamin (2018) 1990-2014 yılları arasında MINT ülkeleri için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırdıkları çalışmada, DYY ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Pea-Assounga, Bambi, Jafarzadeh ve Ngapey (2025) 2000-2021 yılları arasında 15 Arap petrol ülkesi için DYY'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini Granger Nedensellik analizi ile inceledikleri çalışmada, DYY ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Nawaz ve ark., (2024) 1990-2021 yılları arasında İtalya için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Pairwise Granger Nedensellik analizi ile inceledikleri çalışmada, DYY ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Alagöz, Erdoğan ve Topallı (2008) 1992-2007 yılları arasında Türkiye için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analizi ile incelemişlerdir. DYY ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Sunde (2017) 1990-2014 yılları arasında Güney Afrika için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi VECM Granger Nedensellik analizi incelediği çalışmada hem kısa hem de uzun dönemde DYY'den ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ibrahim ve Acquah (2021) 1980-2016 yılları arasında 45 Afrika ülkesi için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Dumitrescu Hurlin nedensellik analizi ile incelemişlerdir. DYY'den ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Aslan, Altınöz ve Atay Polat (2021) 1980-2018 yılları arasında N-11 ülkeleri için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Panel VAR Granger nedensellik analizi ile inceledikleri çalışmada, DYY'den ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Rahman (2021) 1990-2017 yılları arasında ASEAN ve BRICS ülkeleri için ekonomik büyüme ile DYY arasındaki ilişkiyi Dumitrescu Hurlin panel nedensellik analizi ile incelemiştir. Ekonomik büyümeden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öncü ve Çelik (2018) 1998-2016 dönemi için BRIC (Brezilya, Rusya, Hindistan Çin, Türkiye) ülkeleri için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi ile inceledikleri çalışmada, ekonomik büyümeden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Mose ve Kipchirchir (2024) 1990-2021 yılları arasında Kenya için DYY ile ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi Granger ve ARDL-ECM Nedensellik analizleriyle incelemişlerdir. Granger sonuçlarına göre kısa dönemde ekonomik büyümeden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik, ARDL-ECM yöntemine göre ise DYY'den ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Li ve Wu (2023) 1993-2021 yılları arasında BRICS ülkeleri için yeşil inovasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkisini MMQR yöntemiyle incelemişlerdir. Bütün kantillerde yeşil inovasyonun ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Baneliené, Strazdas, González-Tejero, ve Gavrila

Gavrila (2023) 25 AB üyesi ülke için yeşil inovasyonların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini En Küçük Kareler Yöntemiyle incelemişlerdir. Yeşil inovasyonların ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Avunduk ve İçen (2023) 2013-2022 yılları arasında AB ülkeleri için eko-inovasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini Driscoll-Kraay yöntemiyle incelemişlerdir. Eko-inovasyonun ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Manigandan ve ark., (2024) 1990-2019 yılları arasında Hindistan için yeşil inovasyonların sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini F-ARDL yöntemiyle inceledikleri çalışmada, yeşil inovasyonların ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Meirun, Mihardjo, Haseeb, Khan ve Jermsttiparsert (2021) 1990-2018 döneminde Singapur için yeşil inovasyon ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analizi ile inceledikleri çalışmada, yeşil inovasyondan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Lasisi, Alola, Muoneke, ve Eluwole (2022) 1990-2020 yılları arasında eko-inovasyon konusunda önde gelen ekonomilerden olan Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Hollanda, İspanya ve İsveç için eko-inovasyon ile ekonomik büyüme ilişkisini Granger nedensellik analizi ile inceledikleri çalışmada, eko-inovasyondan ekonomik büyüme doğru tek yönlü nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Razzaq, Fatima ve Murshed (2023) 1995-2018 yılları arasında en yüksek Gayrisafi Yurtiçi Hasılaya sahip 10 ülke için yeşil inovasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Yeşil inovasyondan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Obobisa, Chen ve Mensah (2023) 1990-2016 döneminde Mısır, Fas ve Güney Afrika için yeşil inovasyon ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Yeşil inovasyon ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Rajkumar ve Nagarajan (2025) 2007-2020 yılları arasında 5 gelişmiş ve 5 gelişmekte olan ülke için yeşil inovasyon ile ekonomik büyüme ilişkisini Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Yeşil inovasyonun, rüzgar enerjisiyle ilgili yeşil inovasyon, güneş enerjisiyle ilgili yeşil inovasyon ve hidro enerjisiyle ilgili yeşil inovasyon olmak üzere 3 farklı başlık altında incelendiği çalışmada, gelişmiş ülkeler için ekonomik büyümeden rüzgar enerjisiyle ilgili yeşil inovasyon ve hidro enerjisiyle ilgili yeşil inovasyona doğru tek yönlü nedensellik olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Gelişmekte olan ülkelerde ise ekonomik büyümeden güneş enerjisiyle ilgili yeşil inovasyon ve hidro enerjisiyle ilgili yeşil inovasyona doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Khan, Khan ve Ahmad (2025) 1990-2023 yılları arasında Pakistan için yeşil inovasyon ve DYY'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Kısa dönemde DYY ekonomik büyümeyi pozitif etkilemekte iken yeşil inovasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi istatistiki olarak anlamlı değildir. Ayrıca Uzun dönemde ise DYY ile yeşil inovasyonun ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Behera ve Sethi (2022) 1998-2018 yılları arasında OECD ülkeleri için DYY, ekonomik büyüme ve yeşil inovasyon arasındaki ilişkiyi Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Ekonomik büyümeden yeşil inovasyona doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu, DYY ile ekonomik büyüme arasında ise nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

3. Model ve Veri Seti

Çalışmada 2002-2021 yılları arasında 34 OECD¹ ülkesi için yeşil inovasyon, DYY ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada yıllık veriler kullanılmıştır. Karşılaşılan veri kısıtı nedeniyle çalışma dönemi 2002-2021 yılları ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada, kullanılan analizler Stata 19.5 ve Eviews 12 programları ile yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1'de gösterilmiştir.

¹ Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Şili, Kolombiya, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Güney Kore, Litvanya, Meksika, Hollanda, Yeni Zellanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, İngiltere, ABD.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Kısaltma	Açıklama	Kaynak
Ekonomik Büyüme	GDP	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (2015 sabit fiyatlarla, Dolar)	WDI
Yeşil inovasyon	GI	Çevre ile ilgili teknolojiler (tüm teknoloji patent başvuruları içindeki çevreyle ilgili patent başvuruları %)	OECD
Doğrudan Yabancı Yatırımlar	FDI	Net girişler % GDP	WDI
Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi	GFCF	Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi, (2015 sabit fiyatlarla, Dolar)	WDI

Çalışmada kullanılan model, 1 numaralı denklem ile gösterilmiştir.

$$\ln GDP_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 FDI_{i,t} + \beta_2 GI_{i,t} + \beta_3 \ln GFCF_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

1 numaralı denklemde $\ln$ doğal logaritmayı, GDP gayri safi yurtiçi hasılayı, β_0 sabit terimi, β_1 DYY katsayısını, β_2 yeşil inovasyon katsayısını, β_3 gayri safi sabit sermaye birikimi katsayısını, i ve t indisleri sırasıyla ülkeleri ve zamanı, ε ise hata terimini göstermektedir. Ölçek farklılığı nedeniyle gayri safi yurtiçi hasıla ve gayri safi sabit sermaye birikimi değişkenlerinin doğal logaritması alınmıştır.

Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
lnGDP	680	26.778	1.519	23.241	30.672
lnGFCF	680	25.262	1.524	21.423	29.126
FDI	680	4.472	10.087	-40.108	105.636
GI	680	11.495	4.11	.97	28.64

Tablo 3’te korelasyon değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3. Korelasyon Matrisi

Değişkenler	lnGDP	lnGFCF	FDI	GI
lnGDP	1.000	0.993	-0.114	0.062
lnGFCF	0.993	1.000	-0.107	0.056
FDI	-0.114	-0.107	1.000	-0.133
GI	0.062	0.056	-0.133	1.000

Tablo 3’e göre gayri safi yurtiçi hasıla ile yeşil inovasyon arasındaki korelasyon 0.062 iken gayri safi sabit sermaye birikimi ile doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki korelasyon -0.107’dir.

4. Metodoloji ve Bulgular

Paneli oluşturan yatay kesitlerin birbirilerinden bağımsız olup olmama durumu birim kök analizlerinde karşılaşılan ilk problemdir. Bu açıdan birim kök analizleri birinci nesil ve ikinci nesil birim kök testleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Birinci nesil birim kök testlerinde paneli oluşturan yatay kesit birimleri birbirinden bağımsızdır ve yatay kesit birimlerinden herhangi birinde meydana gelen şoktan diğer birimler etkilenmemektedir. Ancak günümüzde uluslararası ölçekte ekonomilerin birbirleriyle ilişkili

olduğu düşünüldüğünde, kesit birimlerinden birinde meydana gelen şok karşısında diğer birimlerin farklı seviyelerde etkilenmelerinin gerçeklik boyutu daha yüksektir. Bu eksikliği gidermek için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil birim kök testleri geliştirilmiştir (Mercan, 2014).

Pesaran (2021) $T < N$ (zaman boyutunun birim sayısından küçük olması) durumunda CD yatay kesit bağımlılık testini önermiştir. Bu testte Breusch ve Pagan'ın LM testinin N 'in büyük olması durumundaki eksiklikten hareketle, LM testinde kullanılan kareler değil, bunun yerine çiftler arasındaki korelasyon katsayılarına dayanan 2 numaralı denklemdeki model ileri sürülmüştür Pesaran (2021):

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

Yatay kesit bağımlılığının olup olmaması durumu CD testi ile incelenmiştir. Tablo 4'te yatay kesit bağımlılığı sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4. CD Test Sonuçları

Değişkenler	CD-Test İstatistiği
lnGDP	80.82 (0.000)
lnGFCF	51.42 (0.000)
FDI	12.77 (0.000)
GI	50.00 (0.000)

CD-Test İstatistiklerinde tablodaki parantez içindeki değerler p-olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 4'te yer alan CD test sonuçlarına göre dört değişken için “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklindeki boş hipotez reddedilmiş ve %1 anlamlılık seviyesinde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Serilerin eğim katsayılarının homojen ve heterojen olma durumlarının incelenmesi kullanılacak yöntem için önemlidir. Bu amaçla eğim katsayılarının homojenliğini test etmek için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testi kullanılmıştır. Önerilen testler Swamy'nin dağılım istatistiğinin modifikasyonuna bağlı olup, kesit sayısının zaman boyutundan daha büyük olduğu durumlarda da uygulanmaktadır (Pesaran ve Yamagata, 2008). Homojenlik test sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Homojenlik Test Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık
Delta	21.479	0.000***
Delta adj	24.802	0.000***

*** %1 anlamlılık seviyesini göstermektedir.

Tablo 5'e göre “eğim katsayıları homojendir” şeklindeki temel hipotez reddedilmiş olup %1 anlamlılık seviyesinde eğim katsayılarının heterojen olduğu belirlenmiştir.

Bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı sorunu Varyans Büyütme Faktörü (VIF) ile incelenmiştir. Tablo 6'da VIF değerine ilişkin sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 6. VIF Testi Sonuçları

Değişkenler	VIF	1/VIF
lnGFCF	1.01	0.986748
FDI	1.03	0.972475
GI	1.02	0.980637

Tablo 6'ya göre gayri safi sabit sermaye birikimi, DYY ve yeşil inovasyon değişkenleri için Varyans Büyütme Faktörü değerinin 5'ten küçük olması modelde çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığını göstermektedir.

Yatay kesit bağımlılığı bulunduğundan dolayı serilerin durağanlığını test etmek için ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Pesaran (2007) yatay kesit bağımlılığı durumunda birim kök testlerini tahmin edilen faktörlerden sapmalara dayandırmak yerine standart DF veya ADF regresyonlarını gecikmeli düzeylerin kesit ortalamaları ve bireysel serilerin birinci dereceden farkları ile genişletmek koşuluyla CADF olarak yeni bir test önermiştir. Ayrıca Pesaran (2007) çalışmasında Im, Pesaran ve Shin (2003) testinin yatay kesitle geliştirilmiş versiyonu olarak CIPS testini de önermiştir. CIPS testinin matematiksel formülasyonu 3 numaralı denklemle gösterilmiştir Pesaran (2007):

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (3)$$

3 numaralı denklemdeki eşitliğin sağ tarafındaki (N,T) terimi CADF istatistiğini göstermektedir. Tablo 7'de CIPS birim kök testi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 7. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	CIPS (Sabitli)	CIPS (Sabitli+Trendli)
lnGDP	-1.123	-1.577
Δ lnGDP	-3.077***	-3.411***
lnGFCF	-1.566	-1.863
Δ GFCF	-3.353***	-3.722***
FDI	-3.734***	-3.791***
GI	-3.372***	-3.535***

*** %1 anlamlılık seviyesini göstermektedir. Δ fark değerlerini göstermektedir. Sabitli tahmin için kritik değerler %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyeleri için sırasıyla -2.36, -2,2 ve -2.11'dir. Sabitli trendli tahmin için kritik değerler %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için sırasıyla -2.85, -2.71 ve -2.63 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7'ye göre ekonomik büyüme ve gayri safi sabit sermaye birikimi değişkenleri her iki test için seviye değerlerinde birim kök içerirken, birinci farkları alındığında %1 anlamlılık seviyesinde durağan oldukları görülmektedir. Her iki değişken için de seviye değerlerinde "seriler birim kök içermektedir" şeklindeki boş hipotez reddedilemezken, birinci farkları alındığında boş hipotez reddedilmektedir. DYY ve yeşil inovasyon değişkenlerinin ise seviye değerlerinde durağan olduğu görülmektedir. Yani bu değişkenler için boş hipotez reddedilmektedir.

Değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi kullanılmıştır. Dumitrescu-Hurlin (2012) test istatistiği, yatay kesit birimler arasında ortalaması alınan Granger nedenselliğinin bireysel Wald istatistiğine dayanmaktadır. Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizinin avantajları arasında paneli oluşturan değişkenlerdeki heterojenliği ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alması, küçük zaman ve birim değerlerine sahip panellerde kullanılıyor olması ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığına gerek duyulmaması sayılabilir. Dumitrescu-Hurlin analizinin matematiksel formülasyonu 4 numaralı denklemde gösterilmiştir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012):

$$y_{i,t} = \alpha_i \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

Denklem 4'te T zaman boyutunda N birim için x ve y parametreleri iki durağan değişkeni göstermektedir. α_i bireysel etkileri göstermekte olup zaman içinde sabittir. Regresyon eğim katsayıları ($\beta_i^{(k)}$) ve otoregresif parametreler ($\gamma_i^{(k)}$) gruplar arasında değişirken zaman içinde sabittir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012). Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi durağan seriler ile gerçekleştirilmiştir. Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik analizi sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Boş Hipotez	Zbar-İstatistik	W-İstatistik	Olasılık
lnGDP FDI'nın nedeni değildir	-1.72066	1.53261	0.0853*
FDI lnGDP'nin nedeni değildir	-0.22399	2.28709	0.8228
lnGDP GI'nın nedeni değildir	3.11958	3.97258	0.0018***
GI lnGDP'nin nedeni değildir	0.69855	2.75214	0.4848
lnGDP lnGFCF'nin nedeni değildir	2.62630	3.72392	0.0086***
lnGFCF lnGDP'nin nedeni değildir	0.18675	2.49414	0.8519
GI lnGFCF'nin nedeni değildir	-0.81658	1.98836	0.4142
lnGFCF GI'nın nedeni değildir	1.66687	3.24027	0.0955*
FDI lnGFCF'nin nedeni değildir	-0.55421	2.12062	0.5794
lnGFCF FDI'nın nedeni değildir.	-1.26090	1.76438	0.2073
GI FDI'nın nedeni değildir	1.91141	3.29484	0.0560*
FDI GI'nın nedeni değildir	0.37372	2.54571	0.7086

*, *** sırasıyla %10 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8'e göre ekonomik büyümeden DYY'ye doğru %10 anlamlılık seviyesinde tek yönlü nedensellik olduğu, ekonomik büyümeden yeşil inovasyona doğru %1 anlamlılık seviyesinde tek yönlü nedensellik olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca ekonomik büyümeden gayri safi sabit sermaye birikimine doğru %1 anlamlılık seviyesinde tek yönlü, gayri safi sabit sermaye birikiminden yeşil inovasyona ve yeşil inovasyondan DYY'ye doğru %10 anlamlılık düzeyinde tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

5. Tartışma ve Sonuç

DYY hem gelişmekte olan ülkeler hem de gelişmiş ülkeler açısından büyük önem arz etmektedir. Ülkelere yapılan yabancı yatırımlar pek çok makroekonomik değişkeni etkilemekte olup bu değişkenlerden birisi de ekonomik büyümedir. Yeşil inovasyon ise çevre dostu teknolojilerin oluşturulmasını sağlayarak kaynakların etkin kullanılması yoluyla ekonomik büyüme performansını etkileyebilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, 2002-2021 yılları arasında 34 OECD ülkesindeki DYY, yeşil inovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik analizi ile incelenmesidir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, OECD ülkelerinde ekonomik büyümenin hem DYY hem de yeşil inovasyon açısından belirleyici bir itici güç olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık, DYY'nin ve yeşil inovasyonun ekonomik büyümeyi nedensellik yönünden tetiklediği görülmektedir. Bu sonuçlar, politika yapıcılar açısından önemli ve farklılaştırılmış çıkarımlar sunmaktadır. Öncelikle, ekonomik büyümeden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik bulunması, yabancı sermaye girişlerinin OECD ülkelerinde büyük ölçüde makroekonomik performansa bağlı olduğunu göstermektedir. Yabancı yatırımcılar, yatırım yapmadan önce söz konusu ülkeye ilişkin birtakım faktörleri değerlendirmektedir. Bu faktörlerden birisi de ekonomik büyümedir. Bu bağlamda, DYY'leri artırmaya yönelik politikaların sürdürülebilir büyümeyi teşvik eden politikalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bulgular, “önce büyüme, sonra yatırım” yaklaşımının OECD ülkeleri için daha geçerli olabileceğini göstermektedir. Söz konusu bulgu Rahman (2021), Mose ve Kipchirchir (2024), Öncü ve Çelik (2018) çalışmalarının sonuçlarıyla benzerlik gösterirken, Nawaz ve ark., (2024) ve Ibrahim ve Acquah (2021) çalışmalarının bulgularıyla çelişmektedir.

İkinci olarak, ekonomik büyümeden yeşil inovasyona doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi, yeşil inovasyonun OECD ülkelerinde ekonomik büyümeyi doğrudan tetikleyen bir unsurdan ziyade, büyüme sürecinin bir çıktısı olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Ekonomik büyüme ile oluşan mali alanın, Ar-Ge harcamaları, yeşil patent teşvikleri ve çevre dostu teknoloji yatırımları yoluyla yeşil inovasyona yönlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu sonuç, Behera ve Sethi (2022) çalışmasının bulgularıyla benzerlik gösterirken, Meirun ve ark., (2021), Obobisa, Chen ve Mensah (2023) çalışmalarının bulgularıyla çelişmektedir. Üçüncü olarak, yeşil inovasyondan DYY'ye doğru nedensellik ilişkisi, çevre dostu teknolojilerin ve yeşil üretim kapasitesinin uluslararası yatırımcılar açısından artan bir cazibe unsuru hâline geldiğini göstermektedir. Bu çerçevede, yeşil inovasyon politikaları yalnızca çevresel

hedefler doğrultusunda değil, aynı zamanda yabancı sermaye çekme potansiyelini artıran stratejik bir politika aracı olarak değerlendirilmelidir.

Son olarak, gayri safi sabit sermaye birikimi ile yeşil inovasyon arasındaki nedensellik ilişkisi, fiziki ve teknolojik altyapı yatırımlarının yeşil dönüşüm için gerekli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, yatırım politikaları ile çevre ve inovasyon politikalarının tamamlayıcı bir çerçevede tasarlanması önemlidir.

Genel olarak bulgular, OECD ülkelerinde büyüme, yeşil inovasyon ve DYY arasındaki ilişkilerin tek tip ve simetrik bir yapı sergilemediğini göstermektedir. Bu nedenle, politika yapıcıların gelişmekte olan ülkelere özgü politika varsayımlarını OECD ülkeleri için doğrudan uygulamaktan kaçınmaları ve ülke gruplarına özgü politika setleri geliştirmeleri gerekmektedir.

Kaynakça

- Abbes, S. M., Mostéfa, B., Seghir, G., & Zakarya, G. Y. (2015). Causal Interactions Between FDI, and Economic Growth: Evidence from Dynamic Panel Co-Integration. *Procedia Economics and Finance*, 23, 276-290. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00541-9](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00541-9)
- Ağayev, S. (2010). Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Geçiş Ekonomileri Örneğinde Panel Eştümleşme ve Panel Nedensellik Analizleri. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 159-184. <https://izlik.org/JA89UF52RS>
- Alagöz, M., Erdoğan, S. ve Topallı, N. (2008). Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme: Türkiye Deneyimi 1992-2007. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 79-89.
- Arranz, N., Arroyabe, M. F., Molina-García, A., & Fernandez De Arroyabe, J. C. (2019). Incentives and Inhibiting Factors of Eco-Innovation in the Spanish Firms. *Journal of Cleaner Production*, 220, 167-176. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.126>
- Aslan, A., Altinoz, B., & Atay Polat, M. (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), e13585. <https://doi.org/10.1002/ep.13585>
- Avunduk, Z.B. ve İçen, H. (2023). Eko-İnovasyon Performansının Ekonomik Büyümeye Etkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi, *Verimlilik Dergisi*, 57(4), 657-670. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1357187>
- Banday, U. J., Murugan, S., & Maryam, J. (2021). Foreign Direct Investment, Trade Openness and Economic Growth in BRICS Countries: Evidences From Panel Data. *Transnational Corporations Review*, 13(2), 211-221. <https://doi.org/10.1080/19186444.2020.1851162>
- Banelienė, R., Strazdas, R., González-Tejero, C. B., & Gavrila Gavrila, S. (2023). Green innovation for competitiveness: impact on GDP growth in the European Union. *Contemporary economics*, 17(1), 92-108. <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.501>
- Behera, P., & Sethi, N. (2022). Nexus Between Environment Regulation, FDI, and Green Technology Innovation in OECD Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 52940-52953. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19458-7>
- Chebli, M., & Saidi, K. (2024). Economic Growth in Middle-Income Countries: The Role of Political Stability and Foreign Direct Investment. *Journal of Quantitative Economics*, 22, 641-665. <https://doi.org/10.1007/s40953-024-00394-x>
- Dumitrescu, E. I., & 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>

- Gui-Diby, S. L. (2014). Impact of Foreign Direct Investments on Economic Growth in Africa: Evidence From Three Decades of Panel Data Analyses. *Research in economics*, 68(3), 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2014.04.003>
- Hansen, H., & Rand, J. (2006). On the Causal Links Between FDI and Growth in Developing Countries. *The World Economy*, 29(1), 21-41. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2006.00756.x>
- Ibrahim, M., & Acquah, A. M. (2021). Re-Examining the Causal Relationships Among FDI, Economic Growth and Financial Sector Development in Africa. *International Review of Applied Economics*, 35(1), 45-63. <https://doi.org/10.1080/02692171.2020.1822299>
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Jiao, L., Zhou, D., & Xu, R. (2024). Resource Dynamics and Economic Expansion: Unveiling the Asymmetric Effects of Natural Resources and FDI on Economic Growth with A Lens on Energy Efficiency. *Resources Policy*, 89, 104611. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104611>
- Kahveci, Ş., ve Terzi, H. (2017). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Nedensellik Analizleri ile Testi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (49), 135-154. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.323908>
- Keskin Benli, Y., & Yenisu, E. (2017). Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 3(2), 49-71.
- Khan, A., Khan, T., & Ahmad, M. (2025). The Role of Technological Innovation in Sustainable Growth: Exploring the Economic Impact of Green Innovation and Renewable Energy. *Environmental Challenges*, 18, 101109. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101109>
- Lasisi, T. T., Alola, A. A., Muoneke, O. B., & Eluwole, K. K. (2022). The Moderating Role of Environmental-Related Innovation and Technologies in Growth-Energy Utilization Nexus in Highest-Performing Eco-Innovation Economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 183, 121953. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121953>
- Li, N., & Wu, D. (2023). Nexus Between Natural Resource and Economic Development: How Green Innovation and Financial Inclusion Create Sustainable Growth in BRICS Region?. *Resources Policy*, 85, 103883. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103883>
- Lin, B., & Benjamin, I. N. (2018). Causal Relationships Between Energy Consumption, Foreign Direct Investment and Economic Growth for MINT: Evidence From Panel Dynamic Ordinary Least Square Models. *Journal of cleaner production*, 197, 708-720. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.152>
- Manigandan, P., Alam, M. S., Murshed, M., Ozturk, I., Altuntas, S., & Alam, M. M. (2024). Promoting Sustainable Economic Growth Through Natural Resources Management, Green Innovations, Environmental Policy Deployment, and Financial Development: Fresh Evidence from India. *Resources Policy*, 90, 104681. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104681>
- Meirun, T., Mihardjo, L. W., Haseeb, M., Khan, S. A. R., & Jermsittiparsert, K. (2021). The Dynamics Effect of Green Technology Innovation on Economic Growth and CO2 Emission in Singapore: New Evidence from Bootstrap ARDL Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 4184-4194. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10760-w>
- Mercan, M. (2014). Feldstein-Horioka Hipotezinin AB-15 ve Türkiye Ekonomisi için Sınanması: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Dinamik Panel Veri Analizi. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)*, 14(2), 231-245.

- Mongi, C., & Saidi, K. (2024). The Impact of Corruption, Government Effectiveness, FDI, and GFC on Economic Growth: New Evidence From Global Panel of 48 Middle-Income Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 15, 10696-10721. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01509-0>
- Mose, N., & Kipchirchir, E. (2024). Foreign Direct Investment and Economic Growth in Kenya: A Comprehensive Analysis. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 24(2), 1-13. [10.9734/ajeba/2024/v24i21215](https://doi.org/10.9734/ajeba/2024/v24i21215)
- Nawaz, F., Sadiq, M., Oudat M. S., Abu Saleem, K., Kayani, U., Khan M. (2024). The relationship between inward foreign direct investment, economic growth and carbon emissions: A case of Italy from G7 countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(5), 19-25. <https://doi.org/10.32479/ijeep.16329>
- Obobisa, E. S., Chen, H., & Mensah, I. A. (2023). Transitions to Sustainable Development: The Role of Green Innovation and Institutional Quality. *Environment, Development and Sustainability*, 25(7), 6751-6780. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02328-0>
- OECD (1998) Foreign Direct Investment and Economic Development Lessons from Six Emerging Economies. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/1998/06/foreign-direct-investment-and-economic-development_g1ghgae5/9789264162983-en.pdf
- OECD. Environment-related technologies [Dataset].
- Öncü, E., & Çelik, Ş. (2018). Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: BRİCT Ülkeleri Panel Nedensellik Analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17. ÜİK Özel Sayısı, 403-414. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.433192>
- Pea-Assounga, J. B. B., Bambi, P. D. R., Jafarzadeh, E., & Ngapey, J. D. N. (2025). Investigating the Impact of Crude Oil Prices, CO2 Emissions, Renewable Energy, Population Growth, Trade Openness, and FDI on Sustainable Economic Growth. *Renewable Energy*, 241, 122353. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.122353>
- Pegkas, P. (2015). The Impact of FDI on Economic Growth in Eurozone Countries. *The Journal of Economic Asymmetries*, 12(2), 124-132. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2015.05.001>
- 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. (2021). General Diagnostic Tests for Cross-Sectional Dependence in Panels. *Empirical economics*, 60, 13-50. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of econometrics*, 142(1), 50-93.
- Rahman, M. M. (2021). The Dynamic Nexus of Energy Consumption, International Trade and Economic Growth in BRICS and ASEAN Countries: A Panel Causality Test. *Energy*, 229, 120679. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120679>
- Rajkumar, J., & Nagarajan, C. D. (2025). Divergent Impact of Green and Non-Green Technological Innovations on the Dynamics Between Renewable Energy, Economic Growth, and the Environment. *Sustainable Futures*, 10, 101156. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.101156>
- Razzaq, A., Fatima, T., & Murshed, M. (2023). Asymmetric Effects of Tourism Development and Green Innovation on Economic Growth and Carbon Emissions in Top 10 GDP Countries. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(3), 471-500. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1990029>

- Sun, Y., Gao, P., Tian, W., & Guan, W. (2023). Green Innovation for Resource Efficiency and Sustainability: Empirical Analysis and Policy. *Resources Policy*, 81, 103369. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103369>
- Sunde, T. (2017). Foreign Direct Investment, Exports and Economic Growth: ADRL and Causality Analysis for South Africa. *Research in International Business and Finance*, 41, 434-444. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.04.035>
- Topcu, E. ve Atasayar, Y. (2020). Sağlık Harcamaları, Sermaye Birikimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensel İlişki: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir İnceleme. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 276-291. <https://doi.org/10.30784/epfad.734004>
- World Bank. (2025). World development indicators [Dataset].
- Yılmaz, M. (2010). Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Dış Ticaret ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Üzerine Bir Deneme. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 241-260.

Research Article

Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Yeşil İnovasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Nedensellik Analizi

The Relationship Between Foreign Direct Investment, Green Innovation and Economic Growth: Panel Causality Analysis on OECD Countries

Koray UYGUR

Dr. Öğr. Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

korayuygur@nevsehir.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-0795-9348>

Extended Summary

Global economies underwent structural liberalization in the 1990s, characterized by deregulation, privatization, and the dismantling of monopolies. The liberalization of FDI was the central catalyst for these reforms (OECD, 1998).

The removal of barriers to capital movements has led to a significant increase in capital flows between countries. As one of the cornerstones of economic growth, investment plays a crucial role in capital accumulation. Countries lacking the necessary capital accumulation for investment rely on external sources to achieve economic development. The primary sources of these funds are external borrowing and FDI. In addition to the capital constraints faced by less developed and developing countries, they may also encounter deficiencies in technology and knowledge, as well as infrastructure problems. FDI is defined as the establishment of a new firm in a foreign country, the acquisition of an existing firm, or an increase in its capital. FDI transcends simple capital relocation, facilitating the integration of advanced production technologies and the upskilling of the local labor force. Furthermore, it mitigates domestic savings constraints, driving growth through enhanced capital accumulation. Foreign borrowing, however, while contributing to a country's capital accumulation, does not provide any benefits in the areas of technology and infrastructure where they are needed (Kahveci ve Terzi, 2017; Ağayev, 2010).

There is some debate regarding the advantages and costs of FDI. In this regard, while many researchers argue that FDI can play a significant role in achieving a higher level of economic development once a basic level of development has been established through appropriate policies, others contend that the repatriation of profits and the negative impact on competition in the domestic market will lead to a deterioration in the balance of payments. Furthermore, does FDI lead to economic growth and development, or do rapidly growing economies attract FDI flows as multinational corporations seek new markets and profit opportunities? In this regard, the issue of causality between economic growth and FDI is also a significant topic of debate (Hansen ve Rand, 2006).

The global economy continues to operate in an environment where, amid the transformations of recent years, it has become increasingly complex due to free trade and the free movement of capital and goods, and where FDI is increasingly recognized as a new method for financing economic growth (Abbes ve

ark., 2015). Today, production and capital are spreading rapidly beyond national borders. In this process, some companies operating internationally are able to shift certain aspects of their production to countries where they find favorable conditions. In addition, many developing countries seeking to boost their economic growth are promoting the inflow of FDI through open industrialization policies (Yılmaz, 2010).

Green innovation enables the development of environmentally friendly technologies in the context of environmental sustainability, while also contributing to the efficient use of resources. From this perspective, it is a significant issue in terms of sustainable development goals. Eco-innovation has several key elements. First, eco-innovation is associated with innovations that drive environmental improvements. The second condition is that it must create added value for both producers and consumers. Third, either the creation of new job opportunities or the establishment of a more competitive environment are necessary conditions for eco-innovation to gain market access. Finally, eco-innovation must refer to a clear improvement in environment (Arranz ve ark., 2019).

Numerous studies have been conducted in the literature on the relationship between FDI and economic growth. A review of these studies generally reveals a positive relationship between FDI and economic growth. However, there is no consensus among studies that examine the causal relationship between these two variables. Some studies report a unidirectional causal relationship, whereas others suggest a bidirectional relationship, and still others find no evidence of causality. Moreover, among the studies identifying a unidirectional relationship, the direction of causality differs across findings. Studies examining the relationship between green innovation and economic growth generally find that green innovation has a positive impact on economic growth. However, studies investigating the causal relationship between these two variables have found no consensus on the matter. In this regard, this study aims to investigate the causal relationship between green innovation, FDI, and economic growth in 34 OECD countries between 2002 and 2021. To date, there has been no study in the literature examining the relationship between green innovation, FDI, and economic growth specifically for OECD countries. This study aims to address this gap in the literature.

In the literature on economic growth, studies examining the causal relationships between variables are categorized under four distinct hypotheses; the growth hypothesis, the protection hypothesis, the feedback hypothesis, and the neutrality hypothesis. The growth hypothesis indicates that there is a causal relationship from economic growth to the variable under study; the protection hypothesis indicates that there is a causal relationship from the variable under study to economic growth; the feedback hypothesis indicates that there is a bidirectional causal relationship between the variables in question; and finally, the neutrality hypothesis indicates that there is no causal relationship between the variables (Topcu ve Atasayar, 2020).

The study examines the causal relationship between green innovation, FDI, and economic growth across 34 OECD² countries from 2002 to 2021. Annual data were used in the study. Due to data constraints, the study period was limited to the years 2002–2021.

The Dumitrescu-Hurlin causality analysis was used to determine the causal relationship between variables. The Dumitrescu-Hurlin (2012) test statistic is based on the individual Wald statistic of the Granger causality, averaged across cross-sectional units. Among the advantages of the Dumitrescu-Hurlin causality analysis are its ability to account for heterogeneity and cross-sectional dependence among the variables in the panel, its applicability to panels with small time and unit values, and the fact that it does not require the presence of a cointegration relationship.

² Australia, Austria, Belgium, Canada, Chile, Colombia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, South Korea, Lithuania, Mexico, Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom, United States.

The findings of this study reveal that economic growth in OECD countries is driven by both FDI and green innovation. However, it appears that neither FDI nor green innovation directly causes economic growth. These findings offer important and nuanced insights for policymakers. First, the presence of a one-way causal relationship from economic growth to FDI indicates that foreign capital inflows in OECD countries are largely dependent on macroeconomic performance. This situation demonstrates that increases in a country's economic growth directly boost FDI inflows. Foreign investors evaluate certain factors related to the country in question before making an investment. One of these factors is economic growth. In this context, policies aimed at increasing FDI must be supported by policies that promote sustainable growth. The findings indicate that the "growth first, investment later" approach is more applicable to OECD countries. This finding is consistent with the results of the studies by Rahman (2021), Mose and Kipchirchir (2024), Öncü and Çelik (2018), but contradicts the findings of the studies by Nawaz et al. (2024) and Ibrahim and Acquah (2021).

Second, the one-way causal relationship from economic growth to green innovation indicates that, in OECD countries, green innovation emerges as an outcome of the growth process rather than as a factor that directly drives economic growth. It is important to channel the fiscal space created by economic growth toward green innovation through R&D expenditures, green patent incentives, and investments in environmentally friendly technologies. While this result is consistent with the findings of Behera and Sethi (2022), it contradicts the findings of Meirun et al. (2021) and Obobisa, Chen, and Mensah (2023). Third, the causal relationship between green innovation and FDI indicates that environmentally friendly technologies and green production capacity have become an increasingly attractive factor for international investors. In this context, green innovation policies should be viewed not only as a means of achieving environmental goals but also as a strategic policy tool that enhances the potential to attract foreign capital.

Finally, the causal relationship between gross fixed capital formation and green innovation demonstrates that investments in physical and technological infrastructure are one of the fundamental preconditions for green transformation. Therefore, investment policies and environmental and innovation policies must be designed within a complementary framework.

Overall, the findings indicate that the relationships between growth, green innovation, and FDI in OECD countries do not exhibit a uniform or symmetrical pattern. Therefore, policymakers should avoid directly applying policy assumptions specific to developing countries to OECD countries and instead develop policy sets tailored to each group of countries.