



## THE NEXUS BETWEEN VENTURE CAPITAL INVESTMENTS AND ENVIRONMENTAL INNOVATION: EVIDENCE FROM OECD COUNTRIES

DOI: 10.17261/Pressacademia.2023.1668

PAP- V.16-2023(14)-p.79-84

Yusuf Guneyusu<sup>1</sup>, Tolga Ergun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trabzon University, Department of International Trade and Logistics, Trabzon, Türkiye.

[yusufguneyusu@trabzon.edu.tr](mailto:yusufguneyusu@trabzon.edu.tr), ORCID: 0000-0002-6809-1995

<sup>2</sup>Trabzon University, Vakfıkebir Vocational School, Department of Finance-Banking and Insurance, Trabzon, Türkiye.

[tolgaergun@trabzon.edu.tr](mailto:tolgaergun@trabzon.edu.tr), ORCID: 0000-0001-9650-4542

### To cite this document

Guneyusu, Y., Ergun, T., (2023). The nexus between venture capital investments and environmental innovation: Evidence from OECD countries. PressAcademia Procedia (PAP), 16, 79-84.

Permanent link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2023.1668>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licensed re-use rights only.

### ABSTRACT

**Purpose-** Globally, climate change and related environmental degradation can greatly prevent countries from achieving their sustainable growth and development goals. In recent years, nation states have focused on green growth by developing venture capital investment policies that will reduce carbon emissions by giving more importance to environmental technology to overcome this. It is seen that venture capital is among the financing types of investments made by countries regarding environmental technology. In addition, the use of venture capital draws attention among investors seeking opportunities in the field of environmental technology. In this context, the aim of the study is to analyze the effect of venture capital investments on environmental technology innovations.

**Methodology-** The panel data analysis method was used in the study, in which annual data covering the period of 2007-2019 for OECD countries were tested. In the research model, the number of patents related to environmental technology belonging to the countries was used as the dependent variable. The independent variables in the model are venture capital investment amount, foreign direct investment, gross domestic product and carbon emission representing environmental pollution. Within the scope of the analysis, first of all, normality, autocorrelation, multicollinearity and heteroscedasticity assumptions related to panel data analysis were tested. Then, Hausman test was performed and a decision was made regarding the appropriate estimation model between fixed effects and random effects models.

**Findings-** As a result of the econometric analysis, a statistically positive and significant relationship was found between the environmental technology indicator and the variables of venture capital investments and gross domestic product. On the other hand, a statistically negative and significant relationship was found between the environmental pollution indicator and foreign direct investment and the environmental technological innovation variable.

**Conclusion-** The results obtained provide evidence that venture capital investments are important on the environmental technological innovation of countries and contribute to environmental innovation. It also indicates that there will be an increase in the level of carbon emissions as the level of environmental technological innovation of countries decreases. Therefore, it can be recommended to encourage venture capital investments that support environmental technological innovation. On the other hand, an increase in foreign direct investment negatively affects the level of environmental technological innovation. As a reason for this, it can be said that foreign capital investments by countries cannot be sufficiently channeled into areas or sectors that contribute to environmental technological innovation.

**Keywords:** Venture capital, environmental technology, panel data analysis, OECD countries

**JEL Codes:** C58, G24, Q56

## GİRİŞİM SERMAYESİ YATIRIMLARI İLE ÇEVRESEL TEKNOLOJİK GELİŞME ARASINDAKİ İLİŞKİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNDEN KANITLAR

### ÖZET

**Amaç-** Küresel düzeyde yaşanan iklim değişikliği ve buna bağlı çevresel bozulmalar, ülkelerin sürdürülebilir büyüme ve kalkınma hedeflerine ulaşmasını büyük ölçüde engelleyebilmektedir. Bunun üstesinden gelmek isteyen ulus devletler son yıllarda çevresel teknolojiye daha fazla ağırlık vererek çevreden kaynaklanan karbon emisyonlarını azaltacak girişim sermayesi yatırım politikaları geliştirerek yeşil büyümeye odaklanmaktadır. Ülkeler tarafından çevresel teknoloji ile ilgili yapılan yatırımların finansman türleri arasında girişim sermayesinin olduğu görülmektedir. Buna ilave olarak, çevresel teknoloji alanında fırsat arayan yatırımcılar arasında girişim sermayesinin kullanımı dikkat çekmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, girişim sermayesi yatırımlarının çevresel teknoloji inovasyonları üzerindeki etkisini analiz etmektir.

**Yöntem-** OECD ülkelerine ait 2007-2019 dönem aralığını kapsayan ve yıllık verilerin test edildiği çalışmada panel veri analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırma modelinde bağımlı değişken olarak ülkelere ait çevresel teknolojiyle ilgili patent sayısı kullanılmıştır. Modeldeki bağımsız değişkenler ise girişim sermayesi yatırım tutarı, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, gayri safi yurtiçi hasıla ve çevre kirliliğini temsilen karbon emisyonudur. Analiz kapsamında ilk olarak panel veri analizine ilişkin normallik, otokorelasyon, çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans varsayımları test edilmiştir. Daha sonra Hausman testi yapılarak sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modelleri arasında uygun tahmin modeline yönelik karar verilmiştir.

**Bulgular-** Ekonometrik analiz sonucunda çevresel teknoloji göstergesi ile girişim sermayesi yatırımları ve gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri arasında istatistiksel olarak pozitif yönlü ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Öte yandan, çevre kirliliği göstergesi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile çevresel teknolojik gelişme değişkenleri arasında istatistiksel olarak negatif yönlü ve anlamlı ilişki saptanmıştır.

**Sonuç-** Elde edilen sonuçlar, ülkelerin çevresel teknolojik gelişimi üzerinde girişim sermayesi yatırımlarının önemli olduğunu ve çevresel teknolojik gelişime katkı sağladığına ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Ayrıca ülkelerin çevresel teknolojik gelişim düzeyi azaldıkça karbon emisyon düzeyinde bir artış olacağına işaret etmektedir. Dolayısıyla çevresel teknolojik gelişimi destekleyici girişim sermayesi yatırımlarının teşvik edilmesi önerilebilir. Öte yandan doğrudan yabancı sermaye yatırımlarındaki bir artış çevresel teknolojik gelişme düzeyini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna gerekçe olarak, ülkeler tarafından yabancı sermaye yatırımlarının çevresel teknolojik gelişmeye katkı sağlayan alanlara veya sektörlerimize yeterince kanalize edilemediği söylenebilir.

**Keywords:** Girişim sermayesi, çevresel teknoloji, panel veri analizi, OECD ülkeleri

**JEL Codes:** C58, G24, Q56

## 1. GİRİŞ

Sanayi devriminden itibaren kullanılan fosil yakıtlar küresel olarak iklim değişikliğine ve çevresel kalitenin bozulmasına neden olmuştur. Bu çerçevede 2015 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nda 195 ülkenin katılımıyla iklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik olarak Paris Anlaşması imzalanmış ve ülkeler küresel sıcaklıktaki artışı sanayi öncesi seviyelere göre 2 °C'nin çok altında sınırlamak için fikir birliğine varmışlardır. Bu doğrultuda birçok ülke bu tür uzun vadeli iklim hedeflerine ulaşmak için yeşil endüstrinin ve yeşil inovasyonun gelişimi konusunda çeşitli teşvikler oluşturmuşlardır (Yu vd., 2021: 1).

Birçok ülke hızlı ekonomik büyümenin beraberinde getirdiği ciddi ekolojik çevresel baskılarla karşı karşıya kalmaktadır. Ekonomik büyüme ile çevresel bozulmayı dengelemek için üretim ve tüketimden kaynaklanan çevresel baskıları azaltacak teknolojik inovasyonlar önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda yeşil inovasyon, sürdürülebilir kalkınma ve yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır (Yang vd., 2022: 1). Sürdürülebilir inovasyon, ekolojik inovasyon veya çevresel inovasyon olarak da ifade edilen yeşil inovasyon kavramı genellikle ekolojik iyileştirmelerin geliştirilmesi yoluyla sürdürülebilir bir çevreye katkıda bulunan yenilikleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Çevresel olarak daha uygun ürünlerin, süreçlerin, örgütsel modellerin ve sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması şimdiki ve gelecek nesillerin yaşam koşullarının iyileştirilmesini sağlayabilmektedir (Halila ve Rundquist, 2011: 278).

İklim değişikliği, günümüzün en önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır. Zira çevresel bozulma, insanların sağlığı ve hayatta kalması açısından büyük bir tehdit haline gelmektedir. Bu bağlamda yeşil inovasyon, çevresel zararları azaltmak için yeni teknolojilerin geliştirilmesine ve benimsenmesine katkıda bulunan süreç olarak açıklanmaktadır (Bending vd., 2022: 1; Yang vd., 2022: 1). OECD'ye göre ise yeşil inovasyon, çevresel zararları önlemek veya azaltmak için yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş ürünler (mal ve hizmetler), süreçler, pazarlama yöntemleri, organizasyon yapıları ve kurumsal düzenlemeler olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2010: 40).

Çevreye fayda sağlayan ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunan yeşil inovasyon, çevresel bozulmanın artmasına karşı hayati bir strateji olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte yeşil inovasyon uzun vadeli stratejik yatırım ve büyük miktarda finansal destek gerektirmektedir. Bu çerçevede girişim sermayesi, yatırımın kısa sürede geri dönüşünü gerektirmeden hem finansal kaynak hem de stratejik yönetim desteği sağlayarak yeşil teknoloji inovasyonlarının gelişmesine katkıda bulunabilir (Dong vd., 2021: 1). Zira girişim sermayesi diğer geleneksel yatırım ve finansman yöntemlerine göre etkin bir özsermaye finansman yöntemi olması, küçük ve orta ölçekli işletmelerin uzun vadeli yatırımlarına odaklanması, dış finansman maliyetlerini azaltması ve inovasyon performansını teşvik etmesi açısından önem arz etmektedir (Sun vd., 2020: 558). Bu çerçevede girişim sermayesi fonlarının çevresel teknolojik gelişme açısından önemli bir yere sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Diğer taraftan doğrudan yabancı yatırımlar, ileri ve yüksek teknolojik ürünlerin üretilmesine katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla doğrudan yabancı yatırımlar, yatırım alan ülkenin teknolojik inovasyonları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Doğrudan yabancı yatırımlar ülkelerdeki üretim süreçlerini geliştirmekle birlikte çevreye zarar verebilmektedir. Ayrıca doğrudan yabancı yatırımlar, temiz teknoloji aracılığıyla ülkedeki çevre kalitesinin artmasını da sağlayabilmektedir. Bu doğrultuda yeşil inovasyon, endüstriyel üretim süreçlerinin olumsuz etkilerini minimize edebilmektedir (Ali vd., 2022: 1-2).

Literatürde girişim sermayesi ile yeşil inovasyon arasındaki ilişkiyi inceleyen sınırlı sayıda çalışmanın olduğu ve bu çalışmaların genellikle firma düzeyinde ele alındığı görülmektedir (Ör, Bertoni ve Tykvová, 2015; Dong vd., 2021; Bending vd., 2022; Yang vd., 2022; Li ve Lu, 2023). Ayrıca söz konusu değişkenler açısından ülke veya ülke grubu kapsamında yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çerçevede, çalışmanın çevresel sürdürülebilirlik ve inovasyon literatürünün genişlemesine katkı sağlaması beklenmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, 2007-2019 yılları arasında 32 OECD ülkesinde girişim sermayesi yatırımlarının çevresel inovasyon üzerindeki etkisi panel regresyon analizi yardımıyla araştırılmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde ilk olarak literatür araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın verileri, değişkenleri, modeli ve metodolojisi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ampirik sonuçlar ortaya konmuş ve son olarak da sonuç bölümü sunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR

Çevresel sürdürülebilirlik konularına yönelik ilgi küresel anlamda artmakta ve aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kilit bir faktör olan yeşil inovasyon konularına ilişkin ilgi ve araştırmalar da artmaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın bu bölümünde özellikle de girişim sermayesi ile yeşil inovasyon arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar olmak üzere yeşil inovasyon konusunda yapılan çalışmaların özetine yer verilmiştir.

Faria ve Barbosa (2014), 2000-2009 dönemi için Avrupa Birliği (AB) ülkelerindeki girişim sermayesi ile inovasyon arasındaki ilişkiyi panel regresyon modelleri aracılığıyla araştırmışlar ve girişim sermayesinin patent başvurularını pozitif yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Bertoni ve Tykvová (2015), Avrupa'da biyoteknoloji firmalarında buluş ve yenilikler üzerinde girişim sermayesi yatırımcılarının etkisini panel regresyon modellerini kullanarak incelemişlerdir. Buna göre buluş ve inovasyon üzerinde devlet destekli girişim sermayesi yatırımlarının herhangi bir etkiye sahip olmamasına karşın bağımsız girişim sermayesi yatırımcılarının daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Pradhan vd. (2020), 1989-2016 dönemi için 25 Avrupa ülkesinde bilgi işlem teknolojisi yayılımı, inovasyon yayılımı ve girişim sermayesi yatırımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analizi yöntemini kullanarak araştırmışlar ve söz konusu değişkenlerin uzun vadede ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Sun vd. (2020), Çin'deki firmaların inovasyon performansı üzerinde girişim sermayesinin etkisini 2010-2017 dönemi için analiz etmişlerdir. Panel regresyon sonuçlarına göre firmaların yenilik performansının girişim sermayesi aracılığıyla önemli ölçüde desteklendiği bulgusunu elde etmişlerdir.

Dai vd. (2021), Çin'de iller düzeyinde 2006-2017 dönemi verilerini kullanarak doğrudan yabancı yatırım çıkışlarının yeşil inovasyon üzerindeki etkisini panel regresyon modeli ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda doğrudan yabancı yatırım çıkışlarının yeşil inovasyonu negatif yönde etkilediğini ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirlemişlerdir.

Dong vd. (2021), Çin'de firmaların girişim sermayesi ile yeşil inovasyonları arasındaki ilişkiyi 2010-2018 dönemi için panel veri modelleriyle analiz etmişler ve girişim sermayesi desteğinin firmaların patent başvuru oranlarını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ali vd. (2022), 1990-2014 dönemi için BRICS ülkelerinde doğrudan yabancı yatırımlar ve yeşil inovasyonun çevre kalitesi üzerindeki etkisini panel regresyon modellerini kullanarak analiz etmişlerdir. Buna göre karbondioksit salınımları üzerinde doğrudan yabancı yatırım, enerji kullanımı ve ekonomik büyümenin pozitif; yeşil inovasyonun ise negatif bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Bending vd. (2022), ABD'deki firmaların girişim sermayesi yatırımları ile yeşil inovasyon çıktıları arasındaki ilişkiyi 2000-2018 dönemi için panel regresyon modelleri ile analiz etmişler ve kurumsal girişim sermayesinin yeşil patent başvurularını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yang vd. (2022), Çin'deki illerin girişim sermayesi ile kentsel yeşil inovasyonu arasındaki ilişkiyi 2006-2016 dönemi için panel regresyon modelleri aracılığıyla araştırmışlar ve girişim sermayesinin yeşil teknoloji inovasyonunu desteklediği sonucuna ulaşmışlardır.

Liu vd. (2022), Asya bölgesindeki ülkelerde yeşil enerji üretimi, yeşil teknolojik inovasyon ve yeşil uluslararası ticaretin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini 2005-2020 dönemi için araştırmışlardır. En küçük kareler (EKK) yöntemi sonuçlarına göre bağımsız değişkenler ile ekolojik ayak izi arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Zamir ve Mujahid (2022) çalışmasında, 2000-2020 dönemi için Güney Asya ülkelerinde yeşil enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırım, yeşil inovasyon teknolojisi ve çevre kirliliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini EKK yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda ekonomik büyüme üzerinde doğrudan yabancı yatırım, yeşil enerji tüketimi ve yeşil inovasyon teknolojisinin pozitif etkisi olmasına karşın çevre kirliliğinin negatif etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Li ve Lu (2023), Çin'de iller bazındaki sıcaklık değişimi ile borsada yer alan firmaların endüstriyel yeşil inovasyonları arasındaki ilişkiyi 2000-2019 dönemi için regresyon analizi aracılığıyla test etmişler ve sıcaklık artışının yeşil inovasyonları azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yukarıdaki çalışmalar kapsamında girişim sermayesi yatırımları ile yeşil inovasyon arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda ve genel olarak firma düzeyinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ülke veya ülkeler bazında girişim sermayesinin yeşil inovasyon üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır.

## 3. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 2007-2019 dönemi için 32 OECD ülkesinde çevresel teknolojik gelişme ile girişim sermayesi yatırımları, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, çevre kirliliği ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişki incelenmiştir. Örneklemde yer alan ülke sayısının ve analiz döneminin belirlenmesinde değişkenlere ilişkin verilerin mevcudiyeti etkili olmuştur. Girişim sermayesi yatırımları ve çevresel teknoloji inovasyonlarına ait veriler OECD veritabanından elde edilmiştir. Çevre kirliliği, doğrudan yabancı yatırım ve GSYİH değişkenlerine ait veriler ise Dünya Bankası veritabanından sağlanmıştır. Değişkenlerin belirlenmesinde literatürdeki çalışmalardan (Ör, Faria ve Barbosa, 2014; Sun vd., 2020; Dong vd. (2021), Bending vd., 2022; Yang vd., 2022; Zamir ve Mujahid, 2022) yararlanılmıştır. Söz konusu değişkenlerin tanımı, açıklaması ve veri kaynaklarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Değişkenler

Değişken	Değişkenin Türü	Açıklama	Kaynak
ÇEVRETEK	Bağımlı (Sürekli Değişken)	Çevresel teknolojiyle ilgili patent sayısı	OECDStat
GİRSELMAYE	Bağımsız (Sürekli Değişken)	Girişim sermayesi yatırımları	OECDStat
DYSY	Bağımsız (Sürekli Değişken)	Doğrudan yabancı sermaye yatırımları	Dünya Bankası
CO2	Bağımsız (Sürekli Değişken)	Karbon emisyonu (Kişi başı metrik ton)	Dünya Bankası
GSYİH	Bağımsız (Kontrol Değişken)	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	Dünya Bankası

Çalışmanın amacı doğrultusunda, çevresel teknoloji ile girişim sermayesi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, gayri safi yurtiçi hasıla ve karbon emisyonu değişkenleri aracılığı ile bir araştırma modeli kurulmuştur. Modelin kurulmasında, Liu vd., (2022) ile Zamir ve Mujahid (2022)'nin çalışmasından faydalanılmıştır. Buna göre araştırma modelinin iktisadi ve ekonomik formu aşağıdaki şekildedir:

$$\text{ÇEVRETEK} = f(\text{GİRSELMAYE}, \text{DYSY}, \text{CO2}, \text{GSYİH})$$

$$\text{LNÇEVRETEK}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{LNGİRSELMAYE}_{it} + \beta_2 \text{LNDYSY}_{it} + \beta_3 \text{LNCO2}_{it} + \beta_4 \text{LNGSYİH}_{it} + \varepsilon_{it}$$

Burada  $\beta_0$ , sabit terimi;  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  ve  $\beta_4$  sırasıyla girişim sermayesi, doğrudan yabancı sermaye yatırımı, karbon salınımı ve ekonomik büyümenin çevresel teknoloji değişkeni üzerindeki etkisini gösteren katsayıları ve  $\varepsilon_{it}$  ise hata terimini göstermektedir.

#### 4. BULGULAR

Çalışmada, OECD ülkelerinin 2007-2019 yılları arasındaki girişim sermayesi yatırımları ile çevresel teknolojik inovasyon arasındaki ilişki analiz edilmiş ve değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Tanıtıcı İstatistik Bilgiler

	LNÇEVRETEK	LNGİRSELMAYE	LNDYSY	LNCO2	LNGSYİH
Ortalama	2,241	2,13	10,131	0,867	11,682
Maksimum	4,023	5,13	11,865	1,353	13,329
Minimum	0,96	-1,17	7,525	-0,001	10,290
Std. Hata	2,358	1,049	0,745	0,222	0,679
Çarpıklık	2,57	-0,032	-0,301	-0,542	0,049
Basıklık	4,60	3,363	3,029	4,466	2,617

Tablo 2'de görüldüğü üzere bağımlı değişkene, bağımsız değişkenlere ve kontrol değişkenine ait ortalama, maksimum, minimum ve standart hata değerlerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Çevresel teknolojik gelişme bağlamında patent sayıları bakımından değerlendirildiğinde Amerika, Almanya ve Japonya gibi ülkelerin öne çıktığı söylenebilir. Girişim sermayesi bağlamında ise Amerika, Almanya, İngiltere ve Fransa gibi ülkeler yatırımların finansmanında girişim sermayesine ağırlık vermektedir.

Analiz kapsamında ilk olarak panel veri analizine ilişkin normallik, otokorelasyon, çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans varsayımları test edilmiştir. Daha sonra panel veri modelinin tahmini için havuzlanmış (pooled) regresyon, sabit etkiler (fixed effects) ve rassal etkiler (random effects) yaklaşımlarından hangisinin kullanılacağına ilişkin karar verilmiştir. Analize ilişkin varsayım testleri sonuçlarının yer aldığı Tablo 3'e bakıldığında değişkenlere ait verilerin normal dağılıma uygun olduğu (*Jarque-Bera*= $p>0.05$ ), modelde otokorelasyon sorununun olmadığı (*Durbin-Watson*=1.732) ve bağımsız değişkenler arasında ortalama VIF değerinin 5'in altında (Ortalama VIF=3.0325) olması nedeniyle de çoklu doğrusal bağlantı probleminin bulunmadığı görülmektedir (Sarıkovanlık vd., 2019: 54). Varsayımlara ilişkin bulgular, Panel Veri Analizinin yapılabileceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, öncelikle havuzlanmış modelin tahminine yönelik Breusch-Pagan (B-P) testi uygulanmıştır. Bu model için oluşturulan hipotez şu şekildedir:

$H_0$ =Havuz modeli

$H_1$ =Rassal etkiler modeli

Tablo 3'te yer alan B-P test olasılık değerine göre ( $p<0.05$ )  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Diğer bir ifade ile bu modelin havuzlanamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda modelin rassal etkiler mi yoksa sabit etkiler yaklaşımının mı kullanılacağı ile ilgili karar Hausman testi ile verilmiştir. Hausman testine yönelik kurulan hipotez aşağıdaki gibidir:

$H_0$ =Rassal etkiler mevcuttur.

$H_1$ = Rassal etkiler yoktur.

Hausman test istatistikleri sonucunda ulaşılan %5'in altındaki bir olasılık değerinde rassal etkiler modelinin uygun olmayacağı, sabit etkiler modelinin tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Tablo 3'ten de görüldüğü üzere yatay kesit bazında ve zaman boyutunda sabit etkiler gözlemlenmektedir. Bundan dolayı panel regresyon analizi sabit etkiler yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo 3'e göre girişim sermayesi yatırımları ve GSYİH'nin çevresel teknolojik gelişme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca çevre kirliliği ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile çevresel teknolojik inovasyon göstergeleri arasında istatistiksel olarak negatif yönlü

ve anlamlı ilişkinin varlığı ortaya konmuştur. Ayrıca, F istatistiğine göre model bir bütün olarak anlamlı olup bağımsız değişkenlerin açıklayıcılık düzeyinin yeterli olduğu ifade edilebilir.

**Tablo 3: Panel Veri Analiz Sonuçları**

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistik	Olasılık (P)
LNGİRSELMAYE	0.253462	0.032261	7.856690	0.0000*
LNDYSY	-0.09961	0.032972	-3.021302	0.0027*
LNCO2	-0.26978	0.079884	-3.377196	0.0008*
LNGSYİH	1.016170	0.050802	20.00268	0.0000*
Sabit terim	8.927753	0.527219	16.93366	0.0000*
R <sup>2</sup>	0,89			
F-istatistiği	694.86			0.0000*
Breusch-Pagan	987.0414			0.0000*
Hausman	22.66639			0.0001*
Durbin-Watson	1.732			
Jarque-Bera	4.935			0.0848
Değişen Varyans	9.94			0.6989
Ortalama VIF	3.0325			

\*:  $p < 0.05$  (%5'te istatistiksel olarak anlamlı)

## 5. SONUÇ

Sera gazı emisyonları sonucu meydana gelen iklim değişikliği insanların sağlığı ve hayatta kalması açısından küresel anlamda büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Çevresel bozulmaların azaltılması veya önlenmesi açısından çevresel inovasyonlar önemli bir yere sahiptir. Çevresel teknolojik inovasyonların geliştirilmesi için de girişim sermayesi fonları kilit bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede çalışma, 2007-2019 dönemi için OECD ülkelerinde girişim sermayesi yatırımları ile çevresel teknolojik inovasyon arasındaki ilişkiyi inceleyerek ilgili literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın sonucunda, çevresel teknolojik inovasyon ile girişim sermayesi yatırımları ve GSYİH arasında istatistiksel olarak pozitif yönlü ve anlamlı ilişki ortaya konmuştur. Başka bir ifade ile girişim sermayesindeki %1'lik bir artış çevresel teknolojik inovasyonu %0.25 artırmaktadır. Buna ilave olarak kontrol değişkeni olarak kullanılan gayri safi yurtiçi hasıladaki %1'lik bir artış çevresel teknolojik inovasyon üzerinde %1.01'lik artış sağlamaktadır. Öte yandan, çevre kirliliği ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile çevresel teknolojik inovasyon göstergeleri arasında istatistiksel olarak negatif yönlü ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların Faria ve Barbosa (2014), Dai vd. (2021), Bendig vd. (2022), Yang vd. (2022) ve Li ve Lu (2023)'ün bulgularıyla aynı doğrultuda olduğu görülmektedir.

Bulgular, ülkelerin çevresel teknolojik gelişimi üzerinde girişim sermayesi yatırımlarının önemli bir yere sahip olduğunu ve çevresel teknolojik gelişime katkıda bulunduğuna ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Ayrıca ülkelerin çevresel teknolojik gelişim düzeyi azaldıkça karbon emisyon düzeyinde bir artış olacağını göstermektedir. Bu bağlamda, çevresel teknolojik inovasyonu destekleyici girişim sermayesi yatırımlarının teşvik edilmesi önerilebilir. Diğer taraftan doğrudan yabancı sermaye yatırımlarındaki bir artış çevresel teknolojik gelişim düzeyini olumsuz yönde etkilememektedir. Bu durum, ülkeler tarafından yabancı sermaye yatırımlarının çevresel teknolojik gelişmeye katkı sağlayan alanlara veya sektörlere yeterince kanalize edilemediği şeklinde açıklanabilir. Gelecek çalışmalarda farklı ülke gurupları karşılaştırılabilir ya da daha uzun bir vadeye ilişkin veriler kapsamında analizler gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Ali, N., Phoungthong, K., Techato, K., Ali, W., Abbas, S., Dhanraj, J. A., & Khan, A. (2022). FDI, Green innovation and environmental quality nexus: New insights from BRICS economies. *Sustainability*, 14(4), 2181.
- Bendig, D., Kleine-Stegemann, L., Schulz, C., & Eckardt, D. (2022). The effect of green startup investments on incumbents' green innovation output. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134316.
- Bertoni, F., & Tykrová, T. (2015). Does governmental venture capital spur invention and innovation? Evidence from young European biotech companies. *Research Policy*, 44(4), 925-935.
- Dai, L., Mu, X., Lee, C. C., & Liu, W. (2021). The impact of outward foreign direct investment on green innovation: the threshold effect of environmental regulation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(26), 34868-34884.
- Dong, W., Li, Y., Lv, X., & Yu, C. (2021). How does venture capital spur the innovation of environmentally friendly firms? Evidence from China. *Energy Economics*, 103, 105582.
- Faria, A. P., & Barbosa, N. (2014). Does venture capital really foster innovation?. *Economics Letters*, 122(2), 129-131.
- Halila, F., & Rundquist, J. (2011). The development and market success of eco-innovations: A comparative study of eco-innovations and "other" innovations in Sweden. *European Journal of Innovation Management*, 14(3), 278-302.

- Li, H., & Lu, J. (2023). Temperature change and industrial green innovation: Cost increasing or responsibility forcing?. *Journal of Environmental Management*, 325, 116492.
- Liu, C., Ni, C., Sharma, P., Jain, V., Chawla, C., Shabbir, M. S., & Tabash, M. I. (2022). Does green environmental innovation really matter for carbon-free economy? Nexus among green technological innovation, green international trade, and green power generation. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 67504–67512.
- OECD. (2010). *Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth*, OECD Publishing, Paris.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., & Bennett, S. E. (2020). Sustainable economic growth in the European Union: The role of ICT, venture capital, and innovation. *Review of Financial Economics*, 38(1), 34-62.
- Sarikovanlık, V., Koy, A., Akkaya, M., Yildirim, H. H., & Kantar, L. (2019). *Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Sun, W., Zhao, Y., & Sun, L. (2020). Big data analytics for venture capital application: towards innovation performance improvement. *International Journal of Information Management*, 50, 557-565.
- Yang, S., Feng, D., Lu, J., & Wang, C. (2022). The effect of venture capital on green innovation: Is environmental regulation an institutional guarantee?. *Journal of Environmental Management*, 318, 115641.
- Yu, C. H., Wu, X., Zhang, D., Chen, S., & Zhao, J. (2021). Demand for green finance: Resolving financing constraints on green innovation in China. *Energy Policy*, 153, 112255.
- Zamir, A., & Mujahid, N. (2022). Nexus among green energy consumption, foreign direct investment, green innovation technology, and environmental pollution on economic growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 76501–76513.