

Research Article | Araştırma Makalesi

Çevre vergileri ve kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyona etkisi

İşıl Ayas | Dr. Öğr. Üyesi, Sakarya Üniversitesi, iyeter@sakarya.edu.tr, [0000-0002-5441-006X](https://orcid.org/0000-0002-5441-006X)

Corresponding author/Sorumlu yazar: İşıl Ayas

Öz

Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve karbon emisyonunun azaltılmasında aktör olan firmaların üretim süreçlerinde çeşitli mali politikalarla çevre dostu inovasyon uygulamaları oldukça önemlidir. Yeşil inovasyon olarak da bilinen uygulamalara firmalar kendi başlarına isteksiz yaklaşmakta birçok ülkede yeşil inovasyonu teşvik edici uygulamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada seçilmiş AB ülkeleri için hükümetin mali araçları olarak görülen çevre vergileri ve kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyon üzerinde etkisi araştırılmıştır. Emirmahmutoğlu Köse nedensellik yaklaşımının kullanıldığı çalışmada ulaşılan sonuçlara göre panelin genelinde çevre vergileri ile yeşil inovasyon arasında çift yönlü nedensellik, kamu yenilenebilir enerji yatırımları ile yeşil inovasyon arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ülke sonuçlarına bakıldığında, çevre vergilerinin yeşil inovasyonun gelecek değerlerini belirlemede etkili olduğu ülkeler Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan ve İrlanda ve İsveç'tir. Kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyon üzerinde etkili olduğu ülkeler Finlandiya, İtalya, İsveç'tir. Hibrit politikalarının etkili olduğu ülkeler ise Finlandiya ve İsveç'tir.

Anahtar Kelimeler: Çevre Vergileri, Kamu Yenilenebilir Enerji Yatırımları, Yeşil İnovasyon, Nedensellik **JEL Kodları:** C33, H23, H25

The impact of environmental taxes and public renewable energy investments on green innovation

Abstract

It is very important for companies, as actors in ensuring environmental sustainability and reducing carbon emissions, to implement environmentally friendly innovations in their production processes through various financial policies. Firms are reluctant to adopt these practices, also known as green innovation, on their own, and policies to encourage green innovation are implemented in many countries. This study examines the impact of environmental taxes and public investment in renewable energy, which are seen as fiscal instruments of government, on green innovation for selected EU countries. According to the results obtained in the study using the Emirmahmutoğlu Köse causality approach, a bidirectional causality relationship between environmental taxes and green innovation and a bidirectional causality relationship between public investment in renewable energy and green innovation were found across the panel. Looking at the country results, the countries where environmental taxes are effective in determining the future value of green innovation are Austria, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, and Sweden. The countries where public investment in renewable energy is effective in green innovation are Finland, Italy, and Sweden. The countries where hybrid policies are effective are Finland and Sweden.

Keywords: Environmental taxes, Public Renewable Energy Investments, Green Innovation, Causality **JEL Codes:** C33, H23, H25

Extended Summary

Since greenhouse gas emissions cause global warming and trigger the climate crisis, it has pushed many countries to seek solutions. It is one of the United Nations' sustainable development goals to ensure environmental sustainability. At the 1992 Rio Conference, it was decided to act jointly to combat global warming with the Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Following this conference, the Berlin Mandate (COP1) held in Germany emphasized that the framework agreement was insufficient and that more binding targets should be set for emission reduction. In the subsequent Kyoto Protocol (COP3), binding emission targets were set for developed countries. In the Copenhagen Agreement (COP15) in 2009, the goal of limiting global warming to 2 °C and financial support to developing countries was accepted. In 2015, the Paris Agreement limited the global temperature increase to 1.5 °C. Binding targets were set for all developed and developing countries. Thus, the deficiencies of the Kyoto Protocol were eliminated. Countries determined their emission reduction commitments by submitting their national contribution declarations. Another important development of important strategic steps to combat climate change and ensure sustainable development is

How to cite this article / Bu makaleye atıf vermek için:

Ayas, I. (2025). Çevre vergileri ve kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyona etkisi. *KOCATEPEİİBFD*, 27(1), 177-188.

<https://doi.org/10.33707/akuiibfd.1635682>

the signing of the European Green Deal in 2019. In the agreement, not only environmental but also social and economic green transformation is at the forefront. Reducing greenhouse gas emissions by 55% by 2030, making Europe a carbon-neutral continent by 2050, promoting a green and circular economy, replacing the use of fossil fuels with renewable energy sources, increasing energy efficiency, and making global trade compatible with climate change are among the most important goals of the Consensus. Making global trade compatible with climate change depends on the products produced by companies using environmentally friendly technologies. Firms may be reluctant to invest in this issue due to a lack of demand and the costs they will face. Therefore, governments can support them in this regard through practices such as taxes and subsidies. In this direction, taxes that reduce environmental pollution are called Pigou taxes. It is referred to as a stick policy in the literature. All expenditures, incentives, etc., for practices that reduce environmental pollution, are called subsidy (carrot) policies.

The purpose of this study is to determine which tax or subsidy policies encourage firms to innovate in environmentally friendly ways in selected EU countries. The study will examine the impact of environmental taxes and public renewable energy investments on green innovation in selected countries between 2010-2021. In the literature review, there are studies in which environmental taxes, public renewable energy investments, and green innovation variables are used together as independent variables and carbon emission is used as the dependent variable. In addition, there are studies in which only environmental tax and green innovation are modeled or only renewable energy and innovation are modeled. However, there is no empirical study in which both instruments are modeled together. Therefore, this study will contribute to the literature as the first empirical study on EU countries in which environmental tax, one of the government's fiscal policies, and public renewable energy investments are modeled together. Austria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Ireland, Italy, Netherlands, Poland, Slovakia, Slovakia, Spain and Sweden are included in the study. The criterion of balanced panel formation was taken into consideration in country selection. Public renewable energy investments are obtained from the International Energy Agency, and environmental taxes, as well as the number of patents related to the environment used as green innovation, are obtained from the OECD database. In the study, a horizontal cross-section dependence test was performed first. According to the results, there is horizontal cross-section dependence in the panel. Accordingly, second-generation tests that take heterogeneity into account were used. As a result of the Delta homogeneity test, it was concluded that the data were heterogeneous. Then, the stationarity status of the variables was analyzed. Hadri Kurozumi unit root test was performed. Variables are stationary at level values $I(0)$. Afterward, the Emirmahmutoglu Köse causality test was conducted. The superiority of this test over other causality tests is that it gives causality results both at the panel and country/unit level. According to the results of the Emirmahmutoglu Köse causality test, there is a bidirectional causality relationship between environmental taxes and green innovation across the panel. Likewise, there is a bidirectional causality relationship between public renewable energy investments and green innovation. In other words, public renewable energy investments and environmental taxes are important in creating the future values of green innovation. Likewise, the development of green innovation feeds public renewable energy investments and environmental taxes and shapes their future values. In this case, it can be concluded that the carrot and stick policy is effective in the formation of green innovation. This shows that hybrid policies will yield positive results. At the country level, the countries where there is a causality relationship from environmental taxes to green innovation (where the stick policy is the most effective) are Austria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Ireland, Ireland, and Sweden. The taxes common to these countries are carbon tax, plastic bag tax, and taxes on fuel and transport under the name eco-tax. The countries where renewable energy investments made by the state are effective in determining the future values of green innovation are Finland, Italy, and Sweden (where the carrot policy is effective). Countries where carrot and stick policies are effective together are Sweden and Finland. In other words, hybrid policies are effective in practice in two countries.

In future research, studies on the policies that countries trading with the European Union are effective in developing green innovation can contribute to the literature.

Giriş

İnsan faaliyetlerinin etkisiyle ortaya çıkan sera gazı emisyonu küresel ısınmaya sebep olmakla birlikte iklim krizini tetiklemiştir. İklim değişiklikleri çevre, insan sağlığı, biyoçeşitlilik ve ekonomi üzerinde bazı tehditler oluşturmaktadır. Maliye literatüründe küresel kamusal mal olarak tanımlanan dünya üzerinde herkesin erişebildiği, tüketiminde herhangi bir sınırlamanın olmadığı tüketiminde rekabet olmayan mal ve hizmetlerin yaydığı olumsuz dışsallıkların çözümünde tüm ülkelerin ortak bir çözüm getirmesi beklenmektedir. Sera gazı emisyonu da olumsuz dışsallık yayan küresel kamusal bir maldır. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması Birleşmiş Milletlerin bin yıl kalkınma hedeflerinin içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Karbon emisyonunu en az indirmek için ilk adım 1992'de Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşme Sözleşmesi ile atılmıştır. Türkiye'nin de 2004'te katıldığı bu sözleşmeye toplam 196 ülke taraf olmuştur. Hedef, ülkelerin sera gazı emisyonunu azaltmak ve sera gazı yutaklarını korumak için teşvik etmektir (Dışişleri Bakanlığı, 2022). Bu sözleşmenin ilk uygulama aracı Kyoto Protokolüdür. Kyoto protokolü ile küresel ölçekte protokole dâhil olan ülkelere 2008-2012 ve 2013-2020 yıllarını kapsayan dönemlerde karbon emisyonunu azaltma

yükümlülüğü getirilmiştir. Karbon emisyonunu azaltmada atılan ilk somut adım olmakla birlikte hiçbir ülke verdiği taahhüdü yerine getirememiştir (Özsoy, 2022, s. 50). İklim değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin bir diğer aracı 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşmasıdır. Anlaşmada küresel ısınmadan dolayı ortaya çıkan sıcaklık artışının sanayi devrimi öncesi seviyelere göre 2°C ile sınırlı tutulması, bu artışın 1,5 °C olması için çaba gösterilmesi vurgulanmıştır. Ancak bu protokol ve anlaşmanın herhangi bir yaptırımının ve bağlayıcılığının olmaması somut adımların yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu konuda öncü olan Avrupa Birliği (AB) iklim değişikliklerin önlemesi için 2019'da ekonomik açıdan çözüm önerileri sunan bir adım olarak da görülen Avrupa Yeşil Mutabakat Çağrısını yayınlamıştır (European Commission, 2019). 2021 yılında revize edilen mutabakata göre 2021-2030 yılları arasında, 1990 yıllarındaki sera gazı emisyonu düzeylerinin en az %32 paya sahip olması ve en az %32,5 oranında enerji verimliliği ile küresel ticaretin iklim değişikliği ile uyumlu hale getirilmesi amaçlanmıştır. Birleşmiş Milletlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla çevre kirliliğini azaltmadaki araçlar piyasa temelli araçlar, karbon vergileri ve emisyon ticaret sistemidir. Piyasa temelli olmayan araçlar ise, sübvansiyonlar çeşitli düzenleme ve standartların belirlenmesi, gönüllü yaklaşımlar, eğitim ve bilgilendirme ve farkındalık yaratma programları, araştırma geliştirme programlarıdır (Karakaya vd., 2023). Çevre vergileri Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen sürdürülebilir kalkınma hedeflerine (SKH) ulaşmada etkili araçlardan biridir. Karbon emisyonunu azaltarak, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişi destekleyerek SKH 13 "İklim Eylemi" hedefine ulaşmaya katkı sağlamaktadır. Aynı şekilde doğal kaynakların korunmasına ve sürdürülebilir kullanımına da teşvik edebilir. Böylece SKH 15 "Karasal Yaşam" hedefi ile de doğrudan ilişkilidir. Yenilenebilir enerji yatırımı ve yeşil inovasyon ise çevre dostu sürdürülebilir sanayi alt yapısını kurmak için güçlü bir politika aracıdır. Bu doğrultuda SKH 9 "Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı" hedefine ulaşmada katkı sağlamaktadır. Buna ilaveten yenilenebilir enerji yatırımları ve yeşil inovasyon birçok kişi için daha uygun fiyatlı, güvenilir ve sürdürülebilir enerjiye ulaşmak için bir aracı rolündedir. Bu ise SKH 7 "Erişilebilir Temiz Enerji" hedefine ulaşmayı kolaylaştırabilir. Bu hedefler doğrultusunda küresel ticaretin iklim değişikliğine uygun hale getirilmesi, firmaların çevre dostu teknolojileri kullanarak ürettikleri ürünlere bağlı olmaktadır. Firmaların çevre kirliliğini azaltmak üzere yapmış olduğu yeşil ürün, hizmet, fikir, süreçlerin bütününe yeşil inovasyon denilmektedir. Firmalar talep yetersizlikleri, karşılanacakları maliyetler dolayısıyla bu konuda yatırım yapmaya isteksiz davranabilirler. Dolayısıyla hükümetler bu konuda onları vergi ve sübvansiyon gibi uygulamalarla desteklemektedir. Çevre kirliliğini azaltmak üzere hükümetlerin uyguladığı vergilere Pigoucu vergi denilir. Literatürde sopa politikası olarak geçmektedir. Çevre kirliliğini azaltıcı uygulamalara ilişkin yapılan tüm harcama, teşvik vs. gibi uygulamalar ise sübvansiyon (havuç) politikası olarak adlandırılır. Hükümetler çevre vergileri ve yenilenebilir enerji yatırımları ile firmaları yeşil dönüşüme teşvik ederler. Bu çalışmada seçilmiş Avrupa birliği ülkelerinin 2010-2021 yılları arasındaki çevre vergileri ve devlet tarafından yapılan yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyon üzerindeki etkisi incelenmiştir.

1. Çevre Vergileri ve Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Yeşil İnovasyon ile İlişkisi

Çevresel dışsallıkların önlemesi için İngiliz iktisatçı Pigou tarafından ortaya atılan çevre vergisi olumsuz bir dışsallığın bulunması durumunda bu malın üzerine vergi konularak malın çevreye yaydığı olumsuz dışsallık dolayısıyla ortaya çıkan marjinal sosyal maliyeti minimize etmektedir. Çevre vergileri, çevresel bozulmayı engelleyen olan en etkili politika olarak görülmektedir (Manta vd., 2023). Çevre vergileri, çevre kirliliğinin ve ekolojik yıkımın sosyal maliyetini içselleştirerek olumsuz dışsallıkları çözmede etkili bir araçtır. Böylece bir sosyal maliyet işletme maliyetine dönüştürülür (Fan vd., 2018). Çevre vergilerinin temel amacı gelir elde etmek değil, çevresel olumsuz dışsallıkları en aza indirmek için firmaların hesap verebilirliğini zorlayarak davranışlarını değiştirmeye yönlendirir (International Chamber of Commerce, ICC, 2013). Kaynaklar açısından bakıldığında, daha yüksek çevre vergileri, ülkelerdeki sınırlı kaynakların kullanımının azaltılmasında hayati bir rol oynamaktadır (Söderholm, 2011). Dünya bankasının raporuna göre, çevre vergileri ilk konulduğu zaman firmalar üzerinde yeşil teknoloji dönüşümü açısından olumlu bir etki yaratmakta ancak vergilerde meydana gelen daha sonraki artışlar firmaları olumsuz yönde etkilemektedir (World Bank, 2020). Çevre vergileri kirliliğin azaltılmasının yanı sıra yeşil teknolojilerinin iyileştirilmesinde de olumlu bir etkiye sahiptir (Fan vd., 2018; Shahzad, 2020). Piyasa ekonomisi için kirliliğin ana gövdesini işletmelerin faaliyetleri oluşturmaktadır.

Yeşil inovasyon, çevre kirliliğini azaltmak ve çevresel sorunlarla mücadele işletme için üretilecek yeni fikir, ürün, hizmet, süreç ve yönetim sistemlerinin üretilmesini ifade etmektedir. Yani çevresel yükün azaltılmasında ve sürdürülebilir ekolojik kalkınmanın sağlanmasında işletmelerin yeni davranışlar, ürünler ve süreçler yaratmasıdır (Rennings, 2000). Aynı şekilde üretilen yeşil ürünlerinin tasarımı, üretilirken yapılan enerji tasarrufu, üretim esnasında ortaya çıkan atıkların geri dönüşümü, kirliliğin azaltımındaki kurumsal çevre yönetimiyle ilgili teknolojilerdeki inovasyonlar da bu kapsamda ele alınmaktadır (Chen vd., 2006, s. 332; Li vd., 2017, s. 41; Saunila vd., 2018, s. 632). Araştırmalara göre çevresel teknoloji inovasyonunun çevresel bozulmayı önlediği ileri sürülmüştür. Yeşil teknolojiye yönelik araştırma geliştirme (arge) yatırımları bu anlamda oldukça etkili olmuştur (Fernandez vd., 2018). Çin'de yapılan bir araştırmada çevre vergilerinin yeşil inovasyon üzerinde ters u etkisine sahip olduğu tespit edilmiştir (Wei vd., 2023). Ancak bazı akademisyenlere göre çevre vergileri yeşil inovasyonu olumsuz yönde etkilemektedir (Chintrakarn, 2008; Carri'on-Flores and Innes, 2009). Çevresel bozulmayı en aza indirmek amacıyla iyi yapılandırılmış çevre vergisinin inovasyon için teşvik sağlasa da bazen bazı bireylerin vergi nedeniyle artan ürün maliyetlerinin tüm aktörler için karbon emisyonunu azaltmayı teşvik etmeyebileceğini düşünüp isteksiz olabilirler. İşletmeler için ise yüksek risk, maliyet ve uzun geri ödeme süreleri yeşil

inovasyon konusunda isteksizliği artırabilir. Değişen ekonomik koşullar dolayısıyla firmalar genellikle yeşil teknolojilere yapılan yatırımların getirilerinin başlangıç maliyetlerine yetmemesi sebebiyle de bu teknolojilere yatırım konusunda isteksiz olabilirler (Liu vd., 2023). Bu isteksizliği azaltmak ve firmaların yeşil teknolojilere yatırım yapmalarını sağlamak amacıyla hükümetlerin bununla ilgili politikaları desteklemesi gerekmektedir. Hükümetlerin çevre dostu inovasyon yapan firmaları ödüllendirmek ve karbon emisyonlarını azaltmaya elverişli olmayan kirli teknolojilerin kullanımı için cezalar uygulamak gibi bir dizi aracı bir arada kullanabilir (Rong vd., 2022; Zou vd., 2023).

Politika yapıcılarının vergi politikasının yanında çeşitli teşvik, sübvansiyon ya da harcama politikaları firmaların yeşil teknolojileri seçimlerini arttıracak ileri sürülmektedir (Krass vd., 2013). Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için hükümet karbon vergisi gibi bir çevre vergisi koyabilir ya da karbon sübvansiyonu gibi herhangi bir harcama politikası düzenleyebilir. Karbon sübvansiyonu ile yeşil teknolojilere yatırım yaparak firmaların karbon emisyonunun azaltılmasına katkıda bulunabilir. Buna genellikle havuç politikası da denir (Chen vd., 2019; Zolfagharinia vd., 2023). Buna karşılık, karbon vergisi gibi bir çevre vergisi ise firmaların çevreye zararlı teknolojileri kullanma motivasyonlarını azalttığı için sopa politikası olarak adlandırılır (Drake vd., 2016; Sun vd., 2022; Fan vd., 2023). Bununla birlikte hükümetler iki stratejiyi de benimseyebilir. Sübvansiyon ve vergi ödemelerini eş zamanlı sağlayabilir. Bu iki politika birleştirilerek uygulandığı durumda daha güçlü bir sinerji yaratabilir. Uygulanan karma politika hükümetin firmalarla koordineli bir şekilde yürütmesi karbonsuzlaştırma inovasyonu da denilen yeşil inovasyonu teşvik edilmesini kolaylaştırabilir (Xia vd., 2024). Firmaların yeşil ürünlere yeşil yatırım maliyetlerini karşılamada yetersiz kalan düşük taleple karşı karşıya kalabilir. Bu doğrultuda hükümetin firmaların çevre dostu ürettiği ürünleri kullanmak üzere tüketicileri teşvik edecek politikalar uygulaması oldukça önemlidir. Bu adım sürdürülebilir ürünlere talebi arttırmada elzemdir (Li ve Wu, 2020; Guo ve Huang, 2022; Zolfagharinia vd., 2023; Zou vd., 2023).

Literatürde Porter hipotezi diye geçen kavrama göre çevresel düzenlemelerin yalnız çevre sorunlarını çözmekle kalmaz aynı zamanda firmaların rekabet gücünü arttıracak yenilikleri teşvik ettiğini ileri sürmektedir (Porter ve Van der Linde, 1995). Bir grup akademisyene göre bu çevresel politikaların uygulanmasının sera gazı emisyonunu azaltmanın yeşil inovasyon dönüşümünü hızlandırmaktadır. Sera gazı emisyonunu azaltmada karbon fiyatlaması olarak görülen piyasa temelli yaklaşımlardan karbon vergisi veya emisyon ticareti işletmelerin düşük karbonlu üretim süreçlerini olumlu anlamda desteklemektedir. Yüksek emisyon maliyetine katlanmaktansa düşük karbonlu üretim süreçlerine yatırım yapılması sera gazı emisyonunun azaltılmasına katkı sağlarken, yeşil inovasyonu da desteklemektedir. Firmaların karbon emisyonlarını azaltacak yenilikçi teknolojilere yönelmeleri bu geçişi destekler. Firmalar bu yenilebilir enerji kaynaklarını daha fazla tercih edebilir, üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji yatırımlarının kullanılması yeşil inovasyonu ivmelendirebilir. Yeşil inovasyonların artması için iç ve dış itici güçler bulunmaktadır. İç itici güçler, yeşil inovasyon dostu işletme kültürü, sermaye ve bilgi, yöneticilerin çevresel farkındalığı, çalışanların güçlendirilmesidir. Dış itici faktörler arasında ise dijital dönüşüm, dijital ekonomi ve reel ekonominin entegrasyonu, akran etkisi, piyasa faktörleri ve çevresel düzenlemeler yer almaktadır (Wang vd., 2024). Hükümetin çevresel düzenlemeler yapmak adına çevre vergisi uygulamaları veya yenilebilir enerji yatırımları yapmak suretiyle yaptığı harcamalar (çevresel sübvansiyonlar) dış itici güçlere örnektir. Yenilenebilir enerji doğada sürekli bir şekilde kendini yenileyen kullandıkça tükenmeyen ve sınırsız bir enerjidir (Ziyadlı, 2021, s. 9).

Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar yeşil inovasyonu olumlu etkilemektedir. Nötr karbon hedefine ulaşmak üzere yenilenebilir enerji ve yeşil inovasyon etkileşimi kritik önem sahiptir Aynı zamanda bu yatırımlar çevre dostu teknolojilerin gelişimini sağlamak üzere gerekli alt yapı ve kaynakları sağladıkları için yeşil inovasyonun gelişiminde gereklidir (Wang vd., 2023). Kishwar (2023) yaptığı çalışmada yenilenebilir enerjinin karbon emisyonunu azalttığı raporlanmıştır. Zhao vd. (2023) firma düzeyinde hükümet sübvansiyonların ve vergi indirimi politikalarının firma düzeyinde yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde olumlu etki bıraktığını tespit etmişlerdir. Devlet tarafından yenilenebilir enerji yatırımlarının hem karbon azaltıcı etkisi bulunmakta hem de firmaların bu konuda yatırıma teşvik etmektedir.

Bazı çalışmalarda hükümetlerin çevre ile ilgili sıkı önlemleri özel sektör harcamalarını bu alana kaydırması nedeniyle ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisi olacağı ileri sürülmüştür (Jichi, 2008; Shahzad, 2020; Abdullah ve Moley, 2014). Ancak bazı çalışmalarda ise çevre vergilerinin de elde edilen gelirlerin teknolojik yenilik alanlarına kaydırılması ile ekonomik büyümede bir artış yaratacağı iddia edilmiştir (Oueslati, 2014). Yeni yaratılan teknolojilerin mevcut teknolojilerden daha çevre dostu olması koşuluyla, yeşil vergilerin yapıcı bir büyüme meydana getirdiği ileri sürülmüştür (Aghion ve Howitt, 1990; Ricci, 2007)

Yeşil inovasyonun küresel düzeyde karbon emisyonunu azaltmada olumlu etkisi olduğuna yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Weina vd., 2016; Nikzad ve Sedigh, 2017; Omri, 2020; Ulah vd., 2021). Dolayısıyla çevre vergileri ve devlet tarafından yapılan yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyona etkisinin ölçülmesi nötr karbon hedefindeki başarıyı sağlamada önemli rol oynamaktadır. Çevre vergilerinin karbondioksit azaltılmasında ancak ileri teknoloji gelişimi ile eşgüdümlü olarak daha düşük bir göreceli maliyetle etkili olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (Bashir vd., 2021; He vd., 2021). Yeşil teknoloji inovasyonunun belirsizliği ve yaydığı pozitif dışsallıkları hükümet politikaları ile desteklenmesini gerekli kılmaktadır.

2. Literatür Taraması

Laffont ve Tirole (1996), çevre vergilerinin sosyal refahı azaltan parasal yükü ortadan kaldırmak amacıyla firmaları çevre dostu inovasyona aşırı yatırım yapmaya teşvik edebileceğini ortaya koymuştur.

Carraro vd. (1997) çevre vergilerinin tek başına yeterli olamayacağını firmaların pozitif dışsallıkları olan Ar-Ge yatırımları yapma konusunda isteksiz davrandıklarını ileri sürmüşlerdir.

Nakada (2004) çevre vergileri, ara firmaların gelirlerini azalttıkça, üretimde, yani ara girdilerde, meydana gelen daralmanın Ar-Ge programlarına daha fazla sermaye sağlayarak teknolojik yeniliklere yol açtığını göstermiştir.

Carraro ve Filar (2013) imalat organizasyonu modelini uygulayan işletmeler üzerine yapılan çalışmada firmalar çevre vergisi konulduğunda yavaş inovasyon yapma eğiliminde olduklarını tespit etmişlerdir.

Çevre vergilerinin inovasyon üzerine etkilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında Karmaker vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada 1995-2018 dönemi arasında yüksek ve orta gelirli 42 ülkeyi kapsayan çalışmaya göre çevre vergilerinin teknolojik gelişmeyi teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla karbon emisyonunun azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma için çevre vergilerinin önemli bir rolü olabileceği vurgulanmıştır.

Miceikiene ve diğerleri (2018), yaptığı çalışmada çevre vergilerinin çevre kalitesini iyileştirip iyileştirmediğini incelemişlerdir. Bu vergilerinin enerji ve çevre sektörlerinde teknolojik inovasyona öncelik verildiğinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Wang ve Yu (2021) tarafından yapılan çalışmada maden endüstrisini baz alarak yaptığı çalışmada maden kaynaklarından oluşan dışsallıkların içselleştirilmesinde çevre vergisinin kirliliğin azaltılması ve yeşil teknoloji üretiminde etkin olduğunu tespit etmiştir. Çevre vergisinin hava ve su üzerine konulan vergiler diye ayırdığında hava kirliliğine konulan çevre vergisinin yeşil teknoloji inovasyonu üzerinde doğrusal olmayan bir etkiye sahip olduğu ve konulacak verginin optimal vergiden daha az olduğunu hesaplamışlardır. Buna karşılık su kirliliği vergisinin optimal bir seviyesi olmamakla birlikte yeşil inovasyon üzerinde belirsiz bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yazarlar Çin’de uygulanacak çevre vergisinin kirliliğin azaltılması ve teknolojik inovasyonun artırılması için kademeli olarak artırılmasını önermişlerdir.

Wang vd. (2024) Çin için yaptıkları çalışmada 2018 yılında yürürlüğe giren, yeşil vergi sisteminin atılan temel olarak nitelendirilen Çevre Koruma Vergisi Kanunu’nun yeşil inovasyona etkisi incelenmiştir. İşletme bazında yapılan incelemede 2015-2021 yılları arasında borsada işlem gören işletmelerden elde edilen verilerle bir deney çalışması yapılmıştır. Vergiye tabi kirlletici yayan işletmeler ile diğer sektörlerdeki işletmeler arasındaki yeşil patent verilerini karşılaştırmışlardır. Verginin bir kaldıraç görevi görerek yeşil inovasyonu desteklediği sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmada yazarlar yeşil inovasyon göstergesinin niceliksel artmasına rağmen patent kalitesinde bir düşüş olduğuna da dikkat çekmişlerdir.

Zhu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada çelik işletmeleri üzerine yapılmış bir çalışmada hem komuta temelli hem de gönüllü çevresel düzenlemelerin işletmelerdeki teknolojik yenilik konusunda olumlu bir etkisi olduğunu raporlamıştır.

Kafeel vd. (2023) yılında yaptıkları çalışmada yeşil inovasyon, yenilebilir enerjiyi teşvik eden stratejilerin çevre vergisi mevzuatındaki düzenlemelerin karbon emisyonunu azaltacağını vurgulamıştır. Ancak bununla birlikte ekonomik büyümenin tetikleneceğini ve bu tetiklenme ile karbon emisyonlarının artacağı ileri sürülmüştür. Dolayısıyla ekonomik büyüme sonucu ortaya çıkan karbon emisyonunun yeşil inovasyondaki olumlu etkiyi azaltacağı ileri sürülmüştür.

Sun vd. (2023) güçlü çevre vergilerinin firmaları yeşil inovasyona doğru ittiğini ve yeşil verimliliği önemli ölçüde kolaylaştırdığını ileri sürmektedir. Dolayısıyla yazarlar hem karbon vergisinin hem de yenilenebilir enerji yatırımının yeşil teknoloji inovasyonu olumlu yönde etkilediğini iddia etmektedir.

Wang vd. (2023), çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında hem çevre vergilerinin hem de yenilebilir enerji yatırımlarının yapılması gerektiğini ileri sürmüştür.

Xia vd. (2024), hükümet müdahalelerinden hangisinin yeşil inovasyona katkı sağladığına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar yeşil inovasyon üzerinde karbon vergisi ve yenilenebilir enerji yatırım sübvansiyonlarının etkisini teorik temelde incelemişlerdir. Mikro düzeyde yapılan incelemede hükümetin kullandığı araçların tüketicilerin sosyal refahları üzerinde etkisinin ölçülmüştür. Karbon sübvansiyonu, karbon vergisi ve hibrit politikanın (her ikisinin birlikte uygulanması) etkinliğini incelemişlerdir. Tüketicilerin sosyal refahının maksimum olduğu politikaların hibrit politikalar olduğunu ileri sürmektedir.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında daha çok mikro yani işletme düzeyinde çalışma bulunduğu ancak makro yani ülkeler arası karşılaştırma yapan çalışma sayısı az olduğu görülmektedir. Bununla birlikte karbon vergisi, çevre vergisi, çevresel düzenlemeler, çevresel sıkılık, yeşil inovasyon gibi değişkenlerin bir arada kullanıldığı çalışma çok sayıda mevcuttur. Ancak bağımlı değişken olarak genellikle karbon emisyonunun ya da çevresel sürdürülebilirlik gibi değişkenlerin kullanıldığı görülmüştür. Bağımsız değişkenler

açısından bakıldığında ise yenilebilir enerji tüketimi değişkeninin daha çok kullanıldığı görülmüştür. Ancak devlet tarafından yapılan yenilebilir enerji yatırımlarının ve çevre vergilerinin birlikte modellendiği makro düzeyde inceleme yapan herhangi bir ampirik çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmada, seçilmiş Avrupa Birliği ülkelerinde¹ devlet tarafından yapılan mali politikalardan çevre vergisi ve yenilebilir enerji yatırımlarından hangisinin yeşil inovasyonu daha çok teşvik ettiğine ilişkin ampirik sonuçların elde edilmesi ile literatüre katkı sağlanacaktır.

3. Ekonometrik Metodoloji

Çalışmada yatay kesit bağımlılığı, homojenite testi, Hadri Kurozumi birim kök testi ve Emirmahmutoğlu Köse nedensellik testi yapılmıştır.

3.1. Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Panel veri analizindeki serilerin yatay kesit birimleri arasındaki ilişkilerin varlığının tespit edilmesi gereklidir (Pesaran,2004). Bu ilişki incelenmeden araştırılmanın yapılması yanıltıcı sonuçlar doğurabilir (Breush ve Pagan,1980). Dolayısıyla birim kök ve diğer tüm testlerin yapılmasından önce birimler arası yatay kesit bağımlılığı testinin yapılması önceliklidir. Yatay kesit bağımlılığı testinde t (zaman boyutu) ve n (birim boyutu) büyüklüklerine bakılır. Zaman boyutunun, birim boyutuna göre daha büyük olduğu durumda, Breusch ve Pagan (1980) LM testi, herhangi birisinin büyük olduğu durumlarda ise Pesaran (2004) CD testi yapılır. Breush ve Pagan (1980)'nin türettiği formül denklem 1'de verilmiştir.

$$CD_{BP} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N p_{ij}^2 \quad (1)$$

Formüldeki kesit boyutu büyükse (n) bu dezavantajın giderilmesi için Pesaran tarafından geliştirilen testin formülü aşağıda verilmiştir. Bu eşitlik zaman boyutu ya da birim boyutunun büyük olduğu durumlar için uygulanmaktadır.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N p_{ij}^2 - 1 \right) \quad (2)$$

Pesaran (2004) CD testinin boş hipotezi $H_0 : Cov(\mu_{it}, \mu_{it}) = 0$, alternatif hipotezi ise $H_1 : Cov(\mu_{it}, \mu_{it}) \neq 0$ dir.

182

3.2. Homojenite Testi

Panel veri analizinde yapılması gereken diğer önemli test homojenite testidir. Çünkü eğim katsayılarının homojen ve heterojen olması halinde uygulanması gereken testler farklılık göstermektedir (Pesaran ve Yamagata,2008, s. 56). Eğimlerinin homojen olup olmadığının kontrolü delta testi ile yapılır. Swamy (1970) tarafından türetilen formülün genişletilmiş versiyonu olan testlere ilişkin denklem 3'te verilmiştir.

$$\Delta = \sqrt{N \left(\frac{N^{-1}S - k}{\sqrt{2k}} \right)}_{ve} \Delta_{adj} = \sqrt{\frac{N(N^{-1}S - E(z_{it}))}{\sqrt{var(z_{it})}}} \quad (3)$$

3.3. Hadri – Kurozumi Birim Kök Testi

Hadri- kurozumi birim kök testi zaman serileri için yapılan KPSS birim kök testinin panel veri versiyonudur. Yatay kesit bağımlılığını dikkate almakta olan testin temeli Pesaran (2007) birim kök testine dayanmaktadır. Hadri-Kurozumi testinde Za_{la} ve Za_{spac} olmak üzere iki tür testi istatistiği hesaplanmaktadır. İki testinde sonsuza yakınsarken normal dağılıma sahip oldukları varsayılmaktadır. Böylece sahte birim kök testlerinin oluşabileceği CADF'nin yeterli olmadığı durumları önlemek amacıyla yapılan bir sağlama testi olarak da görülmektedir. (Hadri-Kurozumi,2012).

$$Z_A^{SPC} = \frac{1}{\sigma_{iSPC}^2 T^2} \sum_{t=1}^T (S_{it}^W)^2 \quad (4)$$

$$Z_A^{LA} = \frac{1}{\sigma_{iLA}^2 T^2} \sum_{t=1}^T (S_{it}^W)^2 \quad (5)$$

¹ Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İtalya, Hollanda, Polonya, Slovakya, İspanya, İsveç Ayas (2025).

3.4. Emirmahmutoglu Köse Nedensellik Testi

Heterojen panellerde kullanılan bu test ikinci nesil bir testtir. Testin diğer testlere göre üstünlüğü paneldeki her bir ülke için verilen zaman boyunda tahminler yapılmasıdır. Bununla birlikte panelin geneline ilişkin bir nedensellik tahmini de yapılır (Emirmahmutoglu & Köse, 2011). Panel VAR modellerine dayanan bu yaklaşımda Toda ve Yamamoto (1995) VAR modeli kullanılır, değişkenler birim köklü ise dmax derecesi belirlenir ve model bu şekilde kurulur. Modelde boş hipotez “H0 = A12,ij = 0” şeklinde kurulur.

$$Z_{i,t} = u_i + A_{ik}z_{i,t} + A_{ik}z_{i,t-k_i} + \sum_{l=k}^{k_i+d_{\max i}} A_{il}z_{i,t-l} + u_{i,t} \quad (6)$$

i:1,2,...,N ve t=1,2,...,T iken k_i+d_{max} maksimum gecikme sayısını, A_{in} parametre kısıtlarını göstermektedir.

4. Veri

Çevre vergileri için OECD veri tabanından alınan çevre vergilerinin toplam vergi gelirleri içindeki payı kullanılmıştır. Kamu sektörü tarafından yapılmış yenilenebilir enerji yatırımları Uluslararası Enerji Ajansı'nın veri tabanından elde edilmiştir. Dolar cinsi 2023 fiyatları ve satın alma gücü paritesine göre olan veri baz alınmıştır. Yeşil inovasyon için çevre ile ilgili alınmış patent sayıları yine OECD veri tabanından elde edilmiştir. Araştırma kapsamına 14 Avrupa birliği üye ülkesi dâhil edilmiştir. Ülke seçimi ve sayısında dengeli panel oluşturma kriteri göz önünde bulundurulmuştur. Bu ülkeler Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İtalya, Hollanda, Polonya, Slovakya, İspanya, İsveç'tir. 2010 ile 2021 dönemi incelenmiştir.

5. Bulgular

Araştırmada yeşil inovasyon üzerinde devletin mali politikaları olarak bilinen harcama ve vergi politikalarının etkileri tespit edilmek üzere toplam 168 gözlemden oluşan panel veri seti oluşturulmuştur. Öncelikle homojenite varsayımının test edilmesi için delta testi yapılmıştır.

Tablo 1. Delta Testi Sonuçları

Delta Testi	Test İstatistiği	Prob.
$\tilde{\Delta}$	4.425	0.000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	5.318	0.000

Delta testi sonuçlarına göre verilerin homojen olmadığı, heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yatay kesit bağımlılığının test edilmesi üzere Pesaran CD (2004) yatay kesit bağımlılığı testi yapılmıştır.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İst.	
	CD _{BP}	CD _{LM}
Inyi	389.4450*	11.62534*
Incv	460.5876*	13.89340*
Inkyat	200.7298*	9.704142*
Model	303.9241*	7.238340*

Not: * %1 anlamlılık seviyesinde temel hipotez reddedilmiştir.

Değişkenlerin ve modelin yatay kesit bağımlılığı vardır. Bu sonuçlara göre heterojenliği dikkate alan ikinci nesil testler uygulanmıştır.

Değişkenlerin durağanlıklarının incelenmek üzere Hadri-Kurozumi durağanlık testi yapılmıştır.

Tablo 3. Hadri-Kurozumi Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Düzyey	T-ist.	P değeri
Inyi		
ZA_spc	-2.5487	0.9946 ***
Za_la	-0.9372	0.8257 ***
Incv		
ZA_spc	-1.2613	0.8964 ***
Za_la	1.8742	0.0305 ***
Inkyat		
ZA_spc	-2.1987	0.9861 ***
Za_la	-2.6109	0.9955 ***

Not: *** % 1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir

Hadri-Kurozumi birim kök testi sonuçlarına göre değişkenler düzey değerlerinde durağandır I(0). Değişkenlerin durağanlığı saptandıktan sonra Emirmahmutoglu Köse panel nedensellik testi yapılmıştır. Sonuçları tablo 4 ve tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Emirmahmutoğlu Köse Panel Nedensellik Testi (Yeşil İnovasyon- Çevre Vergisi)

H ₀ : Inyi → Incv			H ₀ : Incv → Inyi	
Ülke	Wald İst.	Olasılık (p)	Wald İst.	Olasılık (p)
Avusturya	1.653	0.198	13.412	0.000***
Çek Cumh.	0.012	0.911	3.528	0.060*
Danimarka	4.424	0.109	8.117	0.017**
Finlandiya	0.733	0.392	8.215	0.004*
Fransa	2.864	0.261	6.991	0.030**
Almanya	0.795	0.672	42.323	0.000***
Macaristan	0.173	0.678	4.237	0.040**
İrlanda	1.782	0.182	5.182	0.023**
İtalya	0.296	0.586	1.087	0.297
Hollanda	5.118	0.024**	1.129	0.288
Polonya	4.684	0.030**	0.496	0.481
Slovakya	3.639	0.162	0.527	0.769
İspanya	3.008	0.083*	0.225	0.635
İsveç	3.208	0.071	31.777	0.000***
Panel	Fisher İst	Olasılık (p)	Fisher İst	Olasılık (p)
Panel	44.748	0.023**	144.212	0.000***

Not: ***%1 düzeyinde anlamlılık, ** %5 düzeyinde anlamlılık, * %10 düzeyinde anlamlılık.

Yeşil inovasyondan çevre vergilerine doğru nedensellik ilişkisinin tespit edildiği ülkeler Hollanda, Polonya, İspanya'dır. Çevre vergilerinden yeşil inovasyona doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler ise Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan ve İrlanda ve İsveç'tir. Panelin geneline ilişkin istatistiğe bakıldığında yeşil inovasyon ve çevre vergileri arasında çift yönlü nedensellik bulunmaktadır.

Tablo 5. Emirmahmutoğlu Köse Panel Nedensellik Testi (Yeşil İnovasyon-Kamu Yenilenebilir Enerji Yatırımları)

H ₀ : Inyi → Inkyat			H ₀ : Inkyat → Inyi	
Ülke	Wald İst.	Olasılık (p)	Wald İst.	Olasılık (p)
Avusturya	2.463	0.117	3.077	0.079
Çek Cumh.	0.045	0.833	1.232	0.267
Danimarka	1.695	0.429	1.429	0.490
Finlandiya	2.694	0.260	12.417	0.002***
Fransa	13.844	0.001***	4.558	0.102
Almanya	0.525	0.769	1.165	0.558
Macaristan	0.691	0.708	1.487	0.475
İrlanda	1.178	0.278	0.011	0.918
İtalya	1.093	0.579	13.073	0.001***
Hollanda	8.306	0.004***	0.446	0.504
Polonya	0.537	0.765	2.060	0.357
Slovakya	6.064	0.048**	0.760	0.684
İspanya	0.265	0.607	0.045	0.831
İsveç	2.195	0.334	8.698	0.013**
Panel	Fisher İst	Olasılık (p)	Fisher İst	Olasılık (p)
Panel	48.631	0.009***	55.266	0.002***

Not: ***%1 düzeyinde anlamlılık, ** %5 düzeyinde anlamlılık, * %10 düzeyinde anlamlılık.

Yeşil inovasyondan kamu yenilenebilir enerji yatırımlarına doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Fransa, Hollanda ve Slovakya'dır. Kamu yenilenebilir enerji yatırımlarından yeşil inovasyona doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Finlandiya, İtalya, İsveç'tir. Panelin genelinde kamu yenilenebilir enerji yatırımlarından yeşil inovasyon arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Sonuç

Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve karbon emisyonlarının azaltılması için birçok araç kullanılmaktadır. Çevre vergileri, yenilenebilir enerji yatırımları bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada seçilmiş AB ülkelerinin yeşil inovasyon ile devletin mali politikaları olarak bilinen çevre vergileri ile yenilenebilir enerji yatırımlarının ilişkisi incelenmiştir. İlgili literatüre bakıldığında yeşil inovasyonu tetikleyen çalışmaların genellikle mikro düzeyde firmaların davranışları üzerine çalışmalar olduğu görülmektedir. Teorik düzeyde sadece bir çalışma bulunmaktadır. Bu değişkenlerin birlikte modellendiği ampirik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada devletin mali politikalarının yeşil inovasyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Pigocu vergi olarak da bilinen çevre vergileri aynı zaman sopa politikası olarak bilinmektedir. Devletin bir alanın gelişmesine yönelik yaptığı yatırımlar, teşvikler ise sübvansiyonlar havuç politikası olarak isimlendirilmektedir. Çalışmada yeşil inovasyon üzerinde sopa politikası mı, havuç politikasının mı etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Seçilmiş AB ülkelerinin 2010-2021 dönemi arası verileri kullanılmıştır. Değişkenlerin birinci dereceden durağan olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla hem birim hem de kesit için sonuçlar veren Emirmahmutoğlu Köse nedensellik analizi yapılmıştır. Çalışmada her iki değişken için panelin genelinde değişkenler arasında nedensellik ilişkisi anlamlı çıkmıştır. Yani yeşil inovasyon ile çevre vergileri arasında çift yönlü nedensellik, yeşil inovasyon ile kamu yenilenebilir enerji

yatırımları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ülke bazında sonuçlara bakıldığında yeşil inovasyondan çevre vergilerine doğru nedensellik ilişkisinin tespit edildiği ülkeler Hollanda, Polonya, İspanya'dır. Yani bu ülkelerde çevre vergilerinin gelecek değerini belirlemede yeşil inovasyonun önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Hollanda'da yeşil inovasyon, hem çevre vergilerinin hem de kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının belirleyicisi olmuştur. Hollanda'da yeşil inovasyon ve çevre vergileri konusunda Avrupa'nın önde gelen ülkelerinden biridir. Hükümet tarafından inovasyonu ve araştırma ve geliştirme faaliyetlerini teşvik etmek üzere birçok vergi teşviki verilmektedir. Yine Polonya'daki son yıllarda yüksek miktarda inovasyona yatırım yapılmıştır. Aynı şekilde Hollanda da yenilebilir enerji yatırımlarından rüzgar ve güneş enerjisine oldukça önem verilmektedir. İspanya'da ise karbon yutak projeleri, yeşil hidrojen üretimi ve plastik poşet vergisi çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması adına atılan önemli adımlardandır. Hollanda'da sürdürülebilir hidrojen üretimi ile fosil yakıtların kullanımını azaltmayı amaçlar. İspanya yeşil hidrojen ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yaparak çevre dostu yeşil inovasyonu desteklemiştir. Temiz enerjiye geçiş ve enerji depolama yatırımları bu anlamda dikkat çekmektedir. Çevre vergilerinden yeşil inovasyona doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler ise Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan ve İrlanda ve İsveç'tir. Yani bu ülkelerde yeşil inovasyonun gelecek değerlerini belirlemede çevre vergilerinin yani sopa politikasının en etkili olmuştur. Bu ülkelerde ortak dikkat çeken vergiler, karbon vergisi, plastik poşet vergisi ve eko-vergi adı altında yakıt ve taşımacılıktan alınan vergilerdir. Yeşil inovasyondan kamu yenilenebilir enerji yatırımlarına doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Fransa, Hollanda ve Slovakya'dır. Yani bu ülkelerde kamu yenilenebilir enerji yatırımların gelecek değerlerini belirlemede yeşil inovasyon etkili olmuştur. Fransa'da enerji dönüşümü yasası bu etkinin ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir. Daha önce de belirtildiği üzere Hollanda yenilenebilir enerji yatırımlarına oldukça önem verilmektedir. Slovakya'da 2010 yılından sonra yenilenebilir enerji yatırımlarına büyük öncelik verilmiş, biyokütle, hidroelektrik ve güneş enerjisine yatırım yapılmıştır. Kamu yenilenebilir enerji yatırımlarından yeşil inovasyona doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğu ülkeler Finlandiya, İtalya, İsveç'tir. Yani yeşil inovasyonun gelecek değerlerinin belirlenmesinde, devlet tarafından yapılan yenilenebilir enerji yatırımları etkili olmuştur. Bu aynı zamanda bu ülkelerde havuç politikasının etkili olduğu anlamına gelmektedir. Finlandiya'da 1999 yılında devletin yenilenebilir enerji yatırımı eylem planı bu etkinin ortaya çıkmasına etkili olabilecek uygulamalardandır. Bu uygulama ile yenilenebilir enerji kaynaklarına % 30'a kadar, rüzgar enerjisine %40'a kadar yatırım desteği sağlanmıştır. İsveç'te de enerji verimliliği sağlanmak üzere fosil yakıt kullanımının azaltılmasına, hidroelektrik, biyokütle ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklara yatırım yapmayı sürdürmektedir. Havuç ve sopa politikasının birlikte etkili ülkeler İsveç ve Finlandiya'dır. İsveç ve Finlandiya'da yeşil inovasyonun belirleyicileri, çevre vergileri ve yenilenebilir enerji yatırımlarıdır. Finlandiya'nın çevre vergisi kapsamında karbon vergisini uygulayan ilk ülke olması ve bir yıl sonra İsveç'in karbon vergisini yürürlüğe koyması bu durumda etkili olabilir. Bu durumda bu iki ülke için yeşil inovasyonun gelişiminde hibrit politikaların (havuç ve sopa politikaların birlikte uygulanması) etkili olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak yeşil inovasyonun gelişimi hükümetler tarafından desteklenmesi gereken önemli bir konudur. Bu doğrultuda konulan çevre vergileri ile birlikte devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına ayırdığı kaynakların artırılması karbon emisyonunun azaltılması hedefinin gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır. Diğer yandan yeşil inovasyon üzerinde etkili politikaların belirlenmesi, AB'nin karbon kaçağını önlemek ve karbon emisyonun genel olarak azaltılması amacıyla AB dışındaki ülkeler ile yapılan ticarete uygulayacağı, 2026 yılında yürürlüğe girecek olan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na (SKDM) uyum sağlamak açısından da önemlidir. AB ile ticaret ilişkisi olan hükümetlerin, firmaları yeşil inovasyona teşvik etmesi ve uygun mali politikaları kullanması (havuç ve sopa) SKDM'ye uyumu hızlandıracağı düşünülmektedir.



This research article has been licensed with Creative Commons Attribution - Non-Commercial 4.0 International License. Bu araştırma makalesi, Creative Commons Atıf - Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

Yazar Katkıları

Yazar, çalışmayı tek başına hazırladığını beyan etmiştir.

Teşekkür Beyanı

Yazar(lar), çalışma için teşekkür beyanında bulunmamışlardır.

Destek Beyanı

Yazar(lar), çalışma için herhangi bir destekleyen beyanında bulunmamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazar(lar), çalışma için herhangi bir çıkar çatışması beyanında bulunmamışlardır.

Etik Beyanı

Yazar(lar), çalışma için Etik Kurul Onayı alınması gerektiğini beyan etmişlerdir.

Kaynakça/References

- Abdullah S. ve Morley B. (2014). Environmental taxes and economic growth: evidence from panel causality tests. *Energy Econ* (42), 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.013>.
- Aghion, P. ve Howitt, P. (1990). A model of growth through creative destruction. *NBER Work Pap*, 1-50.
- Bashir, MF., Benjiang, MA., Shahbaz, M., Shahzad, U., ve Vinh, VX. (2021). Unveiling the heterogeneous impacts of environmental taxes on energy consumption and energy intensity: empirical evidence from OECD countries. *Energy* (226) 120-366. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120366>.
- Breusch, T.S. ve Pagan, A.R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics, *The review of economic studies*, 47(1), 239-253.
- Carraro, C. ve Topa G. (2013). Taxation and Environmental Innovation, Carraro C. and Filar, JA (Eds.), Control and game-theoretic models of the environment,. *Annals of the International Society of Dynamic Games (AISDG, volume 2)* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Carraro, C. ve Galeotti, M. (1997). Economic growth, international competitiveness and environmental protection: R & D and innovation strategies with the WARM model. *Econ Costs Consequences Environ Regul* (19) 277-304. [https://doi.org/10.1016/s0140-9883\(96\)01005-5](https://doi.org/10.1016/s0140-9883(96)01005-5).
- Carrion-Flores, C. E. ve Innes. R. (2009). Environmental Innovation and Environmental Performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, forthcoming.
- Chen, J.Y., Dimitrov, S. ve Pun, H. (2019). The impact of government subsidy on supply chains sustainability innovation. *Omega-Int. J. Manage. Sci.*, 86, 42–58.
- Chen, Y.-S., Lai, S.-B. ve Wen, C.-T. (2006). The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*, 67(4), 331–339. <https://doi.org/10.1007/S10551-006-9025-5>.
- Chintrakarn, P. (2008). Environmental regulation and US states' technical inefficiency. *Econ. Lett.*, 100, 363–365
- Drake, D.F., Kleindorfer, P.R. ve Van Wassenhove, L.N. (2016). Technology choice and capacity portfolios under emissions regulation. *Prod. Oper. Manag.* 25 (6), 1006–1025.
- Emirmahmutoglu, F. ve Köse, N. (2011). Testing for granger causality in heterogeneous mixed panels. *Economic Modelling*, (28), 870-876.
- European Commission (2019). *A European Green Deal*, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
- Fan, D., Liang, P. ve Liu B. (2018). Analysis on the double dividend effects of the environmental tax and fee policies in China-the estimation of the system GMM and the panel threshold model. *China Environ. Sci.* 38 (9), 3576-3583.
- Fan, X., Chen, K. ve Chen, Y.J. (2023). Is price commitment better solution to control carbon emissions and promote technology investment? *Manage. Sci.* 69 (1), 325–341.
- Fernandez, Y., Fernandez Lopez MA. ve Olmedillas Blanco B. (2018), Innovation for sustainability: the impact of R&D spending on CO2 emissions. *J Clean Prod*;172:3459e67. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.001>.
- Guo, J. ve Huang, R. (2022). A carbon tax or a subsidy? Policy choice when a green firm competes with a high carbon emitter. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29 (9), 12845–12852.
- Hadri, K. ve Eiji K. (2012), "A Simple Panel Stationarity Test in The Presence of Serial Correlation and A Common Factor", *Economics Letters*, 115, 31-34.
- He P., Ning, J., Yu, Z., Xiong, H., Shen, H. ve Jin H. (2019). Can environmental tax policy really help to reduce pollutant emissions? An empirical study of a panel ARDL model based on OECD countries and China. *Sustain Times* 11. <https://doi.org/10.3390/su11164384>.
- ICC (2013) Environmental Taxation Principles-Fiscal instruments and environmental policy-making. vol. 53. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>;
- Jichi, I. (2008). Can environmental taxation stimulate growth? The role of indeterminacy in endogenous growth models with environmental externalities. *J Econ Dynam Contr*;32:1156e80. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2007.05.002>.
- Kafeel, K., Zhou J., Phetkhammai M., Leyan L. ve Khan S. (2023), Green innovation and environmental quality in OECD countries: the mediating role of renewable energy and carbon taxes, *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 2214-2227.
- Karakaya E., Akkoyun G. ve Hıçyılmaz B., (2023). Sera Gazı Emisyonu Azaltımı İçin Karbonun Fiyatlanması: Karbon Vergisi mi Emisyon Ticareti mi? *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 8(4): 813-841
- Kishwar A., Du J., Kirikkaleli D., Oláh J., ve Bakhsh S.(2023), Do environmental taxes, environmental innovation, and energy
- Ayas (2025).

- resources matter for environmental sustainability: Evidence of five sustainable economies, *Heliyon*, Volume 9, Issue 11, e21577.
- Krass, D., Nedorezov, T. ve Ovchinnikov, A. (2013). Environmental taxes and the choice of green technology. *Prod Oper Manag* (22)10, 35-55. <https://doi.org/10.1111/poms.12023>.
- Laffont, J-J. ve Tirole, J. (1996). Pollution permits and compliance strategies. *J Publ Econ* 62, 85-125.
- Li, D., Zheng, M., Cao, C., Chen, X., Ren, S., ve Huang, M. (2017). The impact of legitimacy pressure and corporate profitability on green innovation: Evidence from China top 100. *Journal of Cleaner Production*, 141, 41-49. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.08.123>
- Li, J. ve Wu, D.A. (2020). Do corporate social responsibility engagements lead to real environmental, social, and governance impact? *Manag. Sci.* 66 (6), 2564-2588.
- Liu, X., Wojewodzki, M., Cai, Y. ve Sharma, S. (2023). The dynamic relationships between carbon prices and policy uncertainties. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 188, 122325.
- Manta A. G., Doran N. M., Badircea R. M., Badereu G. ve Taran A. M. (2023). Does the implementation of a Pigouvian tax be considered an effective approach to address climate change mitigation?, *Economic Analysis and Policy*, 80, 1719-1731.
- Miceikiene, A., Ciuleviciene, V., Rauluskeviciene, J. ve Streimikiene D. (2018), Assessment of the effect of environmental taxes on environmental protection. *Ekon Cas*, 66, 286-308.
- Nakada, M. (2004). Does environmental policy necessarily discourage growth? *J Econ Zeitschrift Fur Natl* 81, 249-75. <https://doi.org/10.1007/s00712-002-0609-y>.
- Nikzad, R. ve Sedigh, G. (2017). Greenhouse gas emissions and green technologies in Canada. *Environmental Development*, 24, 99-108.
- Omri, A. (2020). Technological innovation and sustainable development: does the stage of development matter? *Environ Impact Assess Rev*, 83, 106398.
- Oueslati, W. (2014). Environmental tax reform: short-term versus long-term macroeconomic effects. *J Macroecon*, 40, 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2014.02.004>.
- Özsoy, C. E. (2022), *Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması: Türkiye İçin Yeni Bir Risk mi Fırsat mı?*, VI. Anadolu International Conference on Economics, May 13-15, Eskişehir, Türkiye.
- Pesaran, H. M. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in The Presence of Cross-Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels*. Cambridge Working Papers in Economics No. 0435 Cambridge University, Cambridge.
- Pesaran, M. H., ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Porter, M.E. ve Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environmentcompetitiveness relationship. *J. Econ. Perspect.* 9 (4), 97-118.
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation- eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economy*, 32(2), 319-332.
- Ricci, F. (2007). Environmental policy and growth when inputs are differentiated in pollution intensity. *Environ Resour Econ*, 38, 285-310. <https://doi.org/10.1007/s10640-006-9076-1>.
- Rong, L., Chen, J. ve Wen, Z. (2022). Dynamic regulation on innovation and adoption of green technology with information asymmetry. *Nav. Res. Logist.* 69 (1), 110-127.
- Saunila, M., Ukko, J., ve Rantala, T. (2018). Sustainability as a driver of green innovation investment and exploitation. *Journal of Cleaner Production*, 179, 631-641. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.11.211>
- Shahzad, U. (2020), Çevre vergileri, enerji tüketimi ve çevresel kalite: politika çıkarımları ile teorik inceleme. *Environ Sci Pollut Res*, 27:24848e62. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08349-4>.
- Söderholm, P. (2011). Taxing virgin natural resources: lessons from aggregates taxation in Europe. *Resour Conserv Recycl*, 55, 911-22. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.05.011>.
- Sun, C., Wei, J., Zhao, X. ve Yang, F. (2022). Impact of carbon tax and carbon emission trading on wind power in China: based on the evolutionary game theory. *Front. Energy Res.* 9, 811234.
- Swamy, P.A.V.B. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, 38(2), 311-323.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı, (2022). *BM iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi*. Erişim adresi: <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-gerceve-sozlesmesi.tr.mfa>.

- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, (66), 225-250.
- Torres-Reyna, O. (2007). *Panel data analysis fixed and random effects using stata*, Data & Statistical Services, Princeton University. Erişim adresi: https://www.academia.edu/34441090/Panel_Data_Analysis_Fixed_and_Random_Effects_using_Stat
- Ullah S., Ozturk I., Majeed M. T. (2021). Do technological innovations have symmetric or asymmetric effects on environmental quality? Evidence from Pakistan. *J Cleaner Prod*, 316, 128239.
- Wang, Y. ve Yu, L. (2021), Can the current environmental tax rate promote green technology innovation? - Evidence from China's resource-based industries, *Journal of Cleaner Production*, 278,123443.
- Wang, X., Wang S., Wu K., Zhai C. ve Li Y. (2024). Environmental protection tax and enterprises' green technology innovation: Evidence from China, *International Review of Economics and Finance*, 96, 103617.
- Wang, Z., Sami F., Khan S. Alamri M. A. ve Zaidan A. M. Z. (2023) Green innovation and low carbon emission in OECD economies: Sustainable energy technology role in carbon neutrality target, *Sustainable Energy Technologies and Assessments, Volume* 59, 103401.
- Wei, L., Zhang, Y. ve Jia, J. (2023). How do environmental taxes affect green process innovation? Evidence from the Chinese manufacturing industry, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 34 No. 5,669-693.
- Weina D., Gilli M., Mazzanti M. (2016). Green inventions and greenhouse gas emission dynamics: a close examination of provincial Italian data. *Environmental Economics and Policy Studies*, 18, 247–263.
- World Bank (2020). *Carbon pricing dashbord*. [https:// carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data). [Accessed 6 April 2021].
- Xia, J. Zheng Y., Yang L. Xiao Y. (2024). Government intervention in green technology innovation: The carrot, the stick or both? *Technological Forecasting & Social Change*,200,123126.
- Zhao, L., Zhang, Y., Sadiq, M. (2023). Testing green fiscal policies for green investment, innovation and green productivity amid the COVID-19 era. *Econ Change Restruct* 56, 2943–2964. <https://doi.org/10.1007/s10644-021-09367-z>
- Zhu, X., Zuo, X. ve Li, H. (2021). The dual effects of heterogeneous environmental regulation on the technological innovation of Chinese steel enterprises—based on ahigh-dimensional fixed effects model. *Ecological Economy*, 188, 1071.
- Ziyadlı, A. (2021). *Yenilenebilir Enerji Üretiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye Örneği*. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Kayseri, 101 s.
- Zolfagharinia, H., Zangiabadi, M. ve Hafezi, M. (2023). How much is enough? Government subsidies in supporting green product development. *Eur. J. Oper. Res.* 309 (3), 1316–1333.
- Zou, C., Huang, Y., Hu, S. ve Huang, Z. (2023). Government participation in low-carbon technology transfer: an evolutionary game study. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 188, 122320.