



## Çevre Vergileri İklim Değişikliğini Azaltmada Etkili Bir Politika Mıdır? Panel Veri Analizi İle Bir İnceleme \*

*Are Environmental Taxes an Effective Policy in Reducing Climate Change? A Review with Panel Data Analysis*

### ÖZET

1980'li yıllardan itibaren önem kazanan iklim değişikliği, günümüzde küresel bir mesele haline gelmiş ve çözüm arayışlarına odaklanılan dinamik bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslararası toplantılar ve anlaşmalar, iklim değişikliği ile mücadelede atılan adımları belirlemiştir; özellikle karbon salınımı konusunda ülkeler arasında bağlayıcı kararlar alınmıştır. Bu çalışmada, çevre vergilerinin iklim değişikliğine yönelik bir kamu politikası olarak alternatif olup olmadığı ele alınmıştır. Araştırmanın temel amacı, çevre vergilerinin uygulanmasının karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) salınımı üzerindeki etkisini geniş bir tarih aralığı ve farklı ülkeleri kapsayan panel veri analizi ile değerlendirmektir. Çalışmada bağımlı değişken olarak karbon dioksit emisyonu kullanılmış, bağımsız değişkenler ise çevre vergileri, yenilenebilir enerji ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) olarak belirlenmiştir. OECD ülkelerinin 1994-2019 yılları arasındaki verileri incelenmiş olup, ampirik analizde çeşitli istatistiksel testler uygulanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, yenilenebilir enerjide meydana gelen her yüzde birlik artışın karbon dioksit salınımını %11.2 oranında azalttığı, GSYH'da meydana gelen her yüzde bir birimlik artışın ise karbon dioksit salınımını %44 oranında artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, çevre vergilerinde meydana gelen her yüzde bir birimlik artışın da karbon dioksit salınımını %4 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu veriler, çevre vergilerinin iklim değişikliği sorununa alternatif bir kamu politikası olarak uygulanmasının, çevresel açıdan olumlu sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre Vergileri, İklim Değişikliği, Politika, Panel Veri Analizi

### ABSTRACT

Climate change, which has gained importance since the 1980s, has become a global issue today and appears as a dynamic issue on which the search for solutions is focused. International meetings and agreements have determined the steps taken to combat climate change; Binding decisions have been taken between countries, especially regarding carbon emissions. In this study, it is discussed whether environmental taxes are an alternative as a public policy towards climate change. The main purpose of the research is to evaluate the impact of the implementation of environmental taxes on carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions through panel data analysis covering a wide date range and different countries. Carbon dioxide emissions were used as the dependent variable in the study, and the independent variables were determined as environmental taxes, renewable energy and Gross Domestic Product (GDP). Data of OECD countries between 1994 and 2019 were examined and various statistical tests were applied in the empirical analysis. According to the results of the analysis, it has been determined that every one percent increase in renewable energy reduces carbon dioxide emissions by 11.2%, and every one percent increase in GDP increases carbon dioxide emissions by 44%. Additionally, it has been determined that every one percent increase in environmental taxes reduces carbon dioxide emissions by 4%. These data reveal that the implementation of environmental taxes as an alternative public policy to the climate change problem can produce positive environmental results.

**Keywords:** Environmental Taxes, Climate Change, Policy, Panel Data Analysis

### GİRİŞ

Çevre vergileri, çevresel zararları olan faaliyetlere ilişkin ek maliyetleri uygulayarak, çevreyi etkileyen faaliyetlerin ekonomik boyutunu yansıtmaktadır. Örneğin, karbon vergisi gibi karbondioksit emisyonlarına dayalı uygulamalar, fosil yakıt kullanımını azaltarak karbon salınımının kontrol altına alınmasına yönelik bir teşvik oluşturur. Bu sayede, çevre vergileri; çevreye zarar veren faaliyetleri ekonomik olarak maliyetli hale getirirken, çevresel açıdan sürdürülebilir alternatiflere geçişi teşvik eder. Çevre vergilerinin etkisi, kirlenici faaliyetlerin fiyatını artırarak gerçekleşir ve çevreye duyarlı faaliyet gösteren üreticilere rekabet avantajı sağlar. Bu durumda, üreticiler, çevreye daha az zarar veren üretim yöntemlerini benimsemeye teşvik edilirken, tüketiciler de çevre dostu ürünlere yönelmeye özendirilir. Bu şekilde, çevre vergileri; piyasaların çevresel

\* Bu çalışma, Gümrah Can BAŞDAĞ'ın "İklim Değişikliği Sorununa Alternatif Bir Kamu Politikası: Karbon Salınımının Önlenmesinde Çevre Vergileri" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

<sup>1</sup> Arş. Gör. Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Kilis, Türkiye. ROR ID: <https://ror.org/048b6qs33>

Gümrah Can Başdağ<sup>1</sup>

### How to Cite This Article

Başdağ, G. C. (2024). "Çevre Vergileri İklim Değişikliğini Azaltmada Etkili Bir Politika Mıdır? Panel Veri Analizi İle Bir İnceleme", International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 10(1): 130-136. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10620623>

Arrival: 08 December 2023  
Published: 31 January 2024

Social Mentality And Researcher Thinkers is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



etkilerini içselleştirmeye yardımcı olur ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltmaya yönelik bir teşvik mekanizması sağlar.

Çevre vergileri, öncelikle çevre kirliliğine ve çevreyi kirleten faaliyetlere odaklanmalıdır; bu kapsam, çevreye verilen zararın genişliğiyle uyumlu olmalıdır. Vergilendirme şekli, çevresel zarar ve kirliliğin miktarına ve derecesine göre doğrudan bir yaklaşımı benimsemeli ve aynı zamanda çevresel zarar ve kirliliğe neden olan bireylere de uygulanmalıdır. Toplanan vergiler, kirlilik yaratan teknolojilerin yerine geçecek temiz (yeşil, ekolojik) teknolojilerin teşvik edilmesine, toplumun bilinç seviyesini artırmaya yönelik kampanya ve faaliyetlere ve diğer olumsuz vergi oranlarının düşürülmesine yönlendirilmelidir. Elde edilen gelirler, çevre ve diğer çevresel faktörler için geri dönüştürülmezse, çevre vergileri uygulaması diğer yöntemlere kıyasla daha maliyetli ve etkisiz hale gelebilir. Bu durum aynı zamanda toplumun verginin uygulanmasını onaylama eğilimini önemli ölçüde azaltabilir. Gerçekte, birçok ülkede bu gelirlerin geri dönüştürülmediği ve devlet bütçesinde kaybolduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı: İklim değişikliği sorununa alternatif bir kamu politikası önerisi olarak “Çevre Vergileri” uygulamalarının CO<sub>2</sub> (karbondioksit) salınımları üzerinde anlamlı ya da anlamsız bir etkisinin olup olmaması üzerine geniş bir tarih aralığı ve geniş bir ülke perspektifinde istatistiksel olarak olası etkilerin araştırılması hedeflenmektedir. Bu bağlamda çalışma, 1994-2019 yılları arasında OECD ülkelerinin tamamının verilerinden oluşan; geniş bir zaman aralığı ve geniş bir ülke perspektifinde ele alınmış bir analizden oluşmaktadır.

## LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dünya genelinde iklim değişikliği ve çevre konularının önem kazanmasıyla birlikte, özellikle 1990'lı yıllardan itibaren çevre ve iktisat disiplinlerinde faaliyet gösteren akademisyenler tarafından çeşitli ampirik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınımının çevre vergileri, yenilenebilir enerji ve GSYH üzerindeki etkilerine dair yapılan araştırmaların ve elde edilen sonuçların detaylarına yer verilmiştir.

Morley (2012) panel veri analizi yöntemini kullanarak 1995-2006 döneminde AB ülkeleri ve Norveç'te çevre vergileri ile enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmasının sonucunda, çevre vergilerindeki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunda azalmaya yol açtığını belirlemiştir. Miller ve Vela (2013) gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde 1995-2010 döneminde çevre vergileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi yöntemini kullanarak araştırmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, çevre vergilerindeki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı belirlenmiştir. Bayar ve Şaşmaz (2016) panel nedensellik analizi yöntemini kullanarak Danimarka, Finlandiya, Hollanda, İsveç ve Norveç'te 1996-2011 döneminde karbon vergisi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, söz konusu ülkelerde karbon vergisi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında herhangi bir nedensellik bulunmadığı tespit edilmiştir. Topal ve Günay (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışma, 53 ülkenin 2000-2014 dönemi arasındaki verilerini panel veri analizi yöntemiyle incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çevre vergilerinin çevre kalitesi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu etkinin gelişmiş ekonomilerde gelişmekte olan ekonomilere göre daha güçlü olduğu bulguları elde edilmiştir. He vd. (2019) Panel ARDL yöntemi kullanılarak 35 OECD ülkesi ve 31 Çin eyaletinde 2004-2016 döneminde çevre vergilerinin CO<sub>2</sub> emisyonları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, hem OECD ülkelerinde hem de Çin eyaletlerinde çevre vergilerinin kısa ve uzun dönemde CO<sub>2</sub> emisyonlarını azalttığı belirlenmiştir. Canbay (2019) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye için 1990-2016 döneminde ARDL sınır testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, iktisadi büyüme kısa ve uzun dönemde karbondioksit emisyonunu arttırmıştır. Öte yandan, yenilenebilir enerji tüketimi ise karbondioksit emisyonunu azaltmıştır. Aydın (2020) Fourier Granger nedensellik yöntemi kullanılarak OECD ülkelerinde 1995-2016 döneminde çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, Almanya, İsveç ve Danimarka'da çevre vergilerinden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Fransa ve İspanya'da ise ekolojik ayak izinden çevre vergisine doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Damirova ve Yayla (2021) çalışmasında, Panel eşbütünleşme yöntemi kullanılarak Danimarka, İtalya, Macaristan, Hollanda, Malta, Portekiz, İsviçre, Slovakya, İngiltere ve Türkiye'de 1995-2016 döneminde çevre vergileri ile CO<sub>2</sub> emisyonları arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, panel düzeyinde çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, Danimarka ve Portekiz'de çevre vergi gelirlerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu pozitif yönde etkilediği, İtalya, İsviçre, Macaristan ve Türkiye'de ise çevre vergi gelirlerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Meireles vd. (2021) AB ülkelerinde 2008-2018 döneminde panel veri analizi yöntemi kullanarak ulaşım vergileri ile CO<sub>2</sub> emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre, ulaşım vergilerindeki artışın CO<sub>2</sub> emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. Yavuz (2021) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye için 1994-2017 döneminde zaman serisi analizi yöntemi kullanılarak çevre vergilerinin çevresel bozulma üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın

sonucunda, çevre vergilerinin çevresel bozulmayı arttırdığı, ancak yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulmayı azalttığı belirlenmiştir. Rafique vd. (2022) panel eşbütünleşme ve panel FMOLS yöntemlerini kullanarak 29 OECD ülkesinde 1994-2016 döneminde çevre vergilerinin ekolojik ayak izleri üzerindeki etkisi incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre, çevre vergilerinin ekolojik ayak izlerini azaltıcı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, çevre vergilerinin çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağladığını göstermektedir. Eryılmaz vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, 23 AB ülkesinin 1995-2018 yılları arasındaki taşımacılık sektöründen kaynaklanan CO2 emisyonu taşımacılık sektörü çıktı düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi, taşımacılık sektörünün enerji tüketimi ve çevre vergileri verilerinin bir arada yer aldığı bir panel veri analizi uygulaması yapılmıştır. AMG katsayı tahmini yöntemine göre yapılan çalışmanın sonucu olarak, taşımacılık sektöründeki enerji tüketimi artışının kirliliği arttırdığı, çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketiminin ise kirliliği azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın özgünlüğü, OECD ülkelerinin tamamının verilerinden oluşan 1994-2019 yılları arasındaki geniş bir ülke ve geniş bir zaman dilimini kapsayan karbon salınımının bir göstergesi olarak karbondioksit salınımının bağımlı değişken olarak kullanıldığı, bağımsız değişken olarak çevre vergilerinin, yenilenebilir enerji tüketiminin ve GSYH'nın kullanıldığı bir çalışma olmasıdır.

## VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı, çevresel amaçlar doğrultusunda alınan ve Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat) tarafından ekonometrik analizlerde kullanılmak üzere dört kategoriye ayrılan çevre vergilerinin, iklim değişikliği göstergelerinden biri olan karbondioksit (CO2) salınımı üzerindeki etkilerini ampirik olarak değerlendirmektir.

Bu nedenle, bir panel veri modeli oluşturulmuştur. Model, analizin kapsamını OECD ülkeleri ve zaman aralığını 1994-2019 yılları olarak belirleyerek, ekonometrik şekil ile aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{emission}_{it} = \alpha_i + C(1) * \text{tax}_{it} + C(2) * \text{energy}_{it} + C(3) * \text{gdp}_{it} + \mu_{it}$$

Panel veri modelinde, karbondioksit (CO2) salınımı bağımlı değişken olarak kullanılmış ve bu değişken çalışma içinde "emission" olarak adlandırılmıştır. Çalışmada, metrik ton başına düşen kişi başına düşen karbondioksit emisyonu metriği tercih edilmiştir. Karbondioksit salınımı verileri, Küresel Karbon Projesi (GCP) kaynaklı olarak elde edilmiştir. Bu seçim, karbondioksit salınımının iklim değişikliğindeki etkilerini gösteren en önemli verilerden biri olmasından kaynaklanmaktadır.

Panel veri modelinde, çevre vergileri ilk bağımsız değişken olarak ele alınmış ve model içinde "tax" olarak tanımlanmıştır. Araştırmanın temel odak noktası, iklim değişikliği sorununa alternatif bir kamu politikası olarak çevre vergilerinin etkinliğidir. Bu çerçevede, çevre vergilerinin karbondioksit salınımına olan etkisi, pozitif veya negatif yönde analiz edilecektir. Bu çalışmada çevre vergileri verilerine OECD çevre vergileri veri tabanından ulaşılmıştır.

Panel veri modelinde, yenilenebilir enerji ikinci bağımsız değişken olarak dikkate alınmış ve model içinde "energy" olarak adlandırılmıştır. Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki oranı kullanılmıştır. İlk bölümde belirtildiği gibi, iklim değişikliği sorununun önemli faktörlerinden biri fosil yakıt kullanımınıdır. Teknolojik ilerlemeler ve enerji talebindeki artış, küresel ısınmanın ana nedenlerinden biri olarak kabul edilmiş ve devletler bu soruna çözüm olarak yenilenebilir enerji yatırımlarına ve teşviklere ağırlık vermiştir. Yenilenebilir enerji verilerine OECD veri tabanından ulaşılmıştır.

Panel veri modelinde, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) üçüncü bağımsız değişken olarak entegre edilmiş ve model içinde "GDP" olarak tanımlanmıştır. Çalışmada, ülkelerin toplam GSYH'si verisi kullanılmıştır. Literatürde, GSYH'nın karbondioksit salınımına olan etkisini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. GSYH verileri yıllık olarak alınmış, GSYH verilerine OECD veri tabanından ulaşılmıştır.

Panel veri modelinde, "μ" ifadesi hata terimini ifade etmektedir.

Panel veri modeli, tüm OECD ülkelerini içermektedir ve analiz için 1994-2019 yılları arasındaki 26 yıllık geniş bir zaman dilimini kapsamaktadır. Değişkenlerin birbirine yakınsaması ve daha küçük değerlerle çalışma amacıyla logaritma dönüşümü uygulanmıştır. Modelde, lnemission karbon dioksit salınımını, lnenergy yenilenebilir enerjiyi ve lngdp GSYH'nın logaritma dönüşümü yapılmış halini temsil etmektedir. Denklem şu şekildedir:

$$\ln\text{emission}_{it} = \alpha_i + C(1) * \ln\text{tax}_{it} + C(2) * \ln\text{energy}_{it} + C(3) * \ln\text{gdp}_{it} + \mu_{it}$$

Tablo 1'de değişkenlere ait betimsel istatistiklere yer verilmiştir.

**Tablo 1:** Betimsel İstatistikler

Değişkenler- Açıklayıcılar	lnemission	Intax	lnenergy	lngdp
Ortalama	1.837	8.420	8.313	1.223
Medyan	1.802	8.596	8.505	1.234
Maksimum	2.253	1.138	1.195	1.548
Minimum	1.467	0,7998	3.393	8.685
Standart Sapma	1.534	1.657	1.475	1.611

**Kaynak:** Analizden elde edilen bulgulardan oluşturulmuştur

Ekonometri uygulaması dört aşamadan geçmektedir. İlk aşamada, serilerde yatay kesit bağımlılığı ve homojenite testleri gerçekleştirilir. Bu testlerin sonuçlarına dayanarak birim kök testleri yapılır ve serilerin durağanlığı incelenir. İkinci aşamada, yine ilk aşamadaki testlerin sonuçlarına göre uygun bir eş bütünleşme testi kullanılarak değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı araştırılır. Üçüncü aşamada, F-testi, LM testi ve Hausman testleri gibi yöntemler kullanılarak kesit ve zaman boyutlarına uygun bir panel veri modeli tahmin edilir ve model yorumlanır.

### Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenite Testi

Yatay kesit bağımlılığı testi, bir ülkede ortaya çıkan şokların diğer ülkeleri nasıl etkilediğini değerlendirir. Bu testin sonuçlarına göre, analize devam etmek için birinci nesil veya ikinci nesil birim kök testlerinden biri seçilir.

Yatay kesit bağımlılığını araştırmak için Pesaran CD, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM ve Breusch-Pagan LM, olmak üzere 4 farklı test gerçekleştirilmiştir. Tabloda bu testlerin istatistiksel değerleri ve olasılık değerleri (parantez içinde belirtilen) yer almaktadır. Tüm testlerin ortak sonucu, tüm değişkenlerde 0.05 anlam düzeyinde yatay kesit bağımlılığının var olduğudur.

**Tablo 2:** Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Yapılan Test	lnemission	Intax	lnenergy	lnGDP
Pesaran CD	20,97695 (0.000)	108,3121 (0.000)	94,34298 (0.000)	128,5092 (0.000)
Pesaran Scaled LM	150,2103 (0.000)	320,9656 (0.000)	287,0447 (0.000)	434,7342 (0.000)
Bias-Corrected Scaled LM	149,4703 (0.000)	320,2256 (0.000)	286,3047 (0.000)	320,2256 (0.000)
Breusch-Pagan LM	6148,168 (0.000)	12380,14 (0.000)	11142,15 (0.000)	16532,31 (0.000)

**Kaynak:** Analizden elde edilen bulgulardan oluşturulmuştur

Yatay kesit bağımlılığı testinin ardından, bir diğer önemli aşama olan homojenite testi gerçekleştirilmelidir. Homojenite testi, panel veri setinde bulunan kesitlerin benzer karakteristiklere ve yapıya sahip olup olmadığını belirleyerek birim kök testi ve eşbütünleşme testlerinin seçiminde önemli bir rol oynar. Bu test, analizin devamında daha doğru sonuçlara ulaşmamıza katkı sağlar.

Çalışmada, Hsiao (1986) tarafından geliştirilen panelin homojenlik testi uygulanmıştır. Hsiao testi, H1, H2 ve H3 olmak üzere üç farklı hipotezi içermektedir. H1 hipotezi panelin homojen olduğunu varsayar ve boş hipotez olarak kabul edilirken, alternatif hipotez H2'yi temsil eder. H2'nin boş hipotezi H3 olarak belirlenirken, alternatif hipotez panelin heterojen olduğunu gösterir. Son olarak, H3'ün boş hipotezi panelin homojen olduğunu ifade ederken, alternatif hipotez panelin kısmi homojen olduğunu göstermektedir.

**Tablo 3:** Hsiao Homojenite Testi

Hipotez	F İstatistiği	P Değeri
H1	2390,4	0,0000
H2	28,4	5,1E
H3	2201,07	0,0000

**Kaynak:** Analizden elde edilen bulgulardan oluşturulmuştur

Yapılan test sonuçları, tablo 3'te sunulmuştur. H1 hipotezi için elde edilen olasılık değeri 0,00 olarak bulunmuş ve %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Bu nedenle, alternatif hipotez H2, yani panelin heterojen olduğu kabul edilmiştir. H2 için yapılan testte ise elde edilen olasılık değeri 5,1E-21 olarak hesaplanmış ve %5 anlamlılık düzeyinde boş hipotez reddedilerek panelin heterojen olduğu kabul edilmiştir. Son test ise %5 anlamlılık düzeyinde panelin homojen olduğu hipotezini reddetmiş ve panelin kısmi homojen olduğu kabul edilmiştir. Bu üç testin birleşik değerlendirmesiyle panelin heterojen olduğu sonucuna varılmıştır.

Mevcut duruma bakıldığında; panelde yatay kesit bağımlılığı vardır, aynı zamanda panel heterojendir sonucuna ulaşılmıştır.

## Panic Birim Kök Testi

Yatay kesit bağımlılığının varlığı nedeniyle, ikinci nesil birim kök testlerinden birini seçmek gerekmektedir. Bu analizde, Bai ve Ng (2004) tarafından geliştirilen PANIC testi tercih edilmiştir.

**Tablo 4:** Panic Birim Kök Testi

Değişkenler	Sabit		Sabit- Trendli	
	Değer	P- Değeri	Değer	P- Değeri
lnemission	0,000 (4)	0,000	0,000 (4)	0,000
Intax	-3,7423 (4)	0,0001	-6,0821 (4)	0,000
lnenergy	-4,6951 (4)	0,000	4,4282 (4)	0,000
lnGDP	3,3737 (4)	0,0007	1,8184 (6)	0,069

**Kaynak:** Analizden elde edilen bulgulardan oluşturulmuştur

Değişkenlere yönelik birim kök testi sonuçları, aşağıdaki tabloda sunulmaktadır. Birim kök testleri, sabit ve sabit-trendli modeller kullanılarak analiz edilmiştir. CO2 salınımı, çevre vergileri ve yenilenebilir enerji değişkenleri için 4 gecikme uzunluğu ve %1 anlam düzeyinde hem sabit hem de sabit ve trendli modelde durağan olduğu belirlenmiştir. GSYH değişkeni ise sabit modelde 4 gecikme uzunluğu ve %1 anlam düzeyinde durağan iken, sabit ve trendli modelde 6 gecikme uzunluğu ve %10 anlam düzeyinde durağan olduğu tespit edilmiştir.

## Westerlund Eşbütünleşme Testi

Yatay kesit bağımlılığı ve homojenite testlerinin ardından, paneli oluşturan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını değerlendirebilmek için hem yatay kesit bağımlılığına hem de heterojenliğe izin veren bir eşbütünleşme testi uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle, eşbütünleşme testleri arasından en uygun olanının seçilmesi önemlidir. Kao ve Pedroni testleri, yatay kesit bağımlılığını dikkate almamaktadır. Bu bağlamda, panele yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alan Westerlund eşbütünleşme testi tercih edilmiştir.

**Tablo 5:** Westerlund Eşbütünleşme Testi

Zaman Trendi	Eşbütünleşme	İstatistik	P-Değeri
Trendli	Kısmi Bütünleşme	-0.46	0,3171
	Tam Bütünleşme	-1.796	0,0363
Trendsiz	Kısmi Bütünleşme	-2.35	0,0095
	Tam Bütünleşme	-1.8	0,0342

**Kaynak:** Analizden elde edilen bulgulardan oluşturulmuştur

Tablo 5'ten anlaşılacağı üzere, hem trendli hem de trendsiz olmak üzere iki farklı test gerçekleştirilmiştir. Bu testlerde kısmi ve tam eşbütünleşme dikkate alınmıştır. Yapılan testler sonucunda, zaman trendinin trendli olarak seçildiği ve alternatif hipotezin kısmi eşbütünleşme olduğu test haricindeki tüm testlerde %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşmenin varlığı gösterilmiştir. Bu durum, panelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu işaret etmektedir.

## Panel LS Uygulaması

OECD ülkelerini içeren ve 1994-2019 arası kapsayan veri setinin durağan olduğu ve uzun dönemde eşbütünleşik olduğu tespit edildikten sonra, analize geçmeden önce panel LS (Least Squares) uygulanmıştır. Bu analizde, havuzlanmış, sabit ve rassal etkiler olmak üzere üç farklı model bulunmaktadır. Hangi modelin analiz için uygun olduğunu belirlemek amacıyla çeşitli testler yapılmaktadır. Bu testler: F-Testi, LM Testi ve Hausman testidir.

Yapılan F-testi sonucunda elde edilen olasılık değeri (0,000) %5 anlamlılık düzeyinden küçüktür. Bu sonuca göre, havuzlanmış etkiler yerine sabit etkiler modeli tercih edilmektedir, çünkü alternatif hipotez kabul edilmektedir.

Yapılan tüm LM testlerinde elde edilen olasılık değeri (0,000) %5 anlamlılık düzeyinden küçüktür. Bu testlerin sonucunda havuzlanmış etkiler modeli yeniden reddedilmiş ve random etkiler modeli seçilmiştir.

İlk iki test sonucunda sabit ve rassal etkiler tercih edildiğinden, bu iki model arasında bir tercih yapılması gerekmektedir. Hausman Testi yapılarak hangi modelin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Elde edilen olasılık değeri (0,000) %5 anlamlılık düzeyinden küçüktür, bu nedenle sabit etkiler modeli tercih edilmiştir.

Sabit etkiler modelinde, zaman yönünden havuzlanmış etkilerin mi yoksa sabit etkilerin mi kullanılacağını belirlemek için yeniden F-testi yapılmıştır. Bu test sonucunda, olasılık değeri  $(0,000) < 0,05$  olarak belirlenmiş ve zaman yönünden de modelin sabit olduğu anlaşılmıştır.

Panelde; R-kare değeri 0.995349 olarak hesaplanmış ve düzeltilmiş R-kare değeri ise 0.995007 olarak elde edilmiştir. F-istatistik değeri 2909.111 olarak hesaplanmış ve F-olasılık değeri ise 0.000 olarak bulunmuştur. Bu bulgular, modelin bütün olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, değişkenlere ait parametreler ayrı ayrı incelendiğinde, modelle ilgili herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.

$\ln\text{emission} = -0.11 \cdot \ln\text{energy} - 0.04 \cdot \ln\text{tax} + 0.44 \cdot \ln\text{gdp} + 14,2 + CX$  şeklinde iki yönlü sabit etkiler paneli belirlenmiştir.

**Tablo 6:** İki Yönlü Sabit Etkiler Paneli Sonucu

Değişkenler	P- Değeri	Katsayılar	T-İstatistik	Standart Hata
Lntax	0.0000	-0,04	-6.15	0.007
Lnergy	0.0000	-0,112	-8.20	0.01
Lngdp	0.0000	0,44	7.7	0.05

**Kaynak:** Analizden elde edilen bulgulardan oluşturulmuştur

## BULGULAR

Katsayılar analiz edildiğinde, çevre vergilerinin ve yenilenebilir enerjinin uzun dönemde karbon salınımını negatif yönde etkilediği gözlemlenirken, GSYH'nin ise karbon salınımının artmasına neden olduğu görülmektedir. Diğer değişkenler sabit tutulduğunda:

- ✓ Uzun dönemde çevre vergilerinde yüzde bir birimlik artış CO2 salınımında %4'lük bir azalmasını sağlamaktadır.
- ✓ Yenilenebilir enerjide yüzde bir birimlik artış CO2 salınımını %11,2 oranında azalmasını sağlamaktadır.
- ✓ Mevcut modele göre, GSYH'daki yüzde bir birimlik artış CO2 salınımını %44 oranında artıracaktır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

1980'lerden itibaren piyasa ekonomisinin güçlendiği dönemde, çevre vergileri konusu önemli bir yer kazanmıştır. Ancak literatür incelendiğinde, günümüzde dahi çevre vergilerine dair ortak bir tanımın olmadığı gözlemlenmektedir. Çevre vergileri, çevrenin ve doğal kaynakların korunmasını teşvik etmek amacıyla uygulandığında çevresel olarak kabul edilmektedir. Bu tür vergiler, vergilendirme sisteminin uzun bir geçmişine sahip olup yeni vergiler olarak değerlendirilemez. Ancak yenilik, bu vergilerin belirli çevresel hedeflere yönelik olarak uygulanmasıdır. Örneğin, geçmişte petrol ve doğal kaynakların genellikle gelir toplama amaçlı vergilendirilmesi, son yüzyılda bu tür vergilendirmenin çevresel yükleri azaltmak için potansiyel bir araç olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Çevre vergilerinin ortak bir tanımının bulunamaması ve hangi tür vergilerin çevre vergileri kapsamına gireceği konusunda ortak bir görüşe varılamaması, çevre vergileriyle ilgili yapılan çalışmaların sınırlı kalmasına neden olmuştur. Bu nedenle, yapılan çalışmalar genellikle teorik düzeyde yoğunlaşmıştır. Ancak, Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat), çevre vergileriyle ilgili ampirik çalışmaların yapılabilmesi ve analiz kolaylığı sağlamak amacıyla 2015 yılında çevre vergilerini dört farklı kategoriye ayırmıştır. Bu çerçevede, Eurostat'a göre çevre vergilerini enerji vergileri, taşımacılık vergileri, kirlilik vergileri ve doğal kaynak vergileri olarak sınıflandırmak mümkündür.

Araştırmanın temel hedefi, iklim değişikliği göstergelerinden biri olan karbon salınımı üzerinde çevre vergilerinin etkisini analiz etmektir. Çevre vergilerinin kapsamının 2015 yılında Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat) tarafından dört farklı kategoriye ayrılmasının önemine vurgu yapmaktayız. Bu sınıflandırma sayesinde çevre vergileri, enerji vergileri, taşımacılık vergileri, kirlilik vergileri ve doğal kaynak vergileri olarak dört ayrı vergi türüne ayrılarak anlaşılır hale gelmiştir. Bu durum, devletin topladığı çevre vergilerinin farklı değişkenlere etkisinin ampirik olarak analiz edilebileceği bir çerçeve sunar. Çalışmamızda çevre vergilerinin iklim değişikliği üzerindeki etkisi, karbon salınımı değişkeni üzerinden değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar, çevre vergilerindeki her yüzde bir birimlik artışın karbon salınımını %4 oranında azalttığını göstermiştir. Ancak, çevre vergilerinin karbon salınımını azaltmada bu oranın yetersiz olmasının nedeni, toplanan çevre vergilerinin genellikle devletin ek gelir kaynağı olarak kullanılması, çevreyle ilgili konulara yönlendirilmemesidir.

Araştırmanın ikinci bağımsız değişkeni olarak yenilenebilir enerjiyi seçtik. Günümüzde, özellikle tükenbilir fosil yakıtlara olan bağımlılıktan kurtulmak ve iklim üzerindeki fosil yakıt etkisini azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması gereklidir. Yenilenebilir enerji, günümüz teknolojileri

sayesinde en az fosil yakıt enerjisi kadar enerji sağlayabilir ve hem iklim üzerinde olumlu bir etkisi hem de sürdürülebilirliği nedeniyle devlet ve özel kuruluşlar tarafından teşvik edilmelidir. Çalışmamızda bağımsız değişken olarak kullanılan yenilenebilir enerjinin, bağımlı değişken olan karbondioksit salınımı üzerindeki etkisi analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar, yenilenebilir enerjide her yüzde bir birimlik artışın karbondioksit salınımını %11.2 oranında azalttığını göstermiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda devlet, özellikle yeni yatırımlarda yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmeli, mevcut işletmelere yenilenebilir enerji kullanımı konusunda rehberlik etmeli ve fosil yakıt kullanımına yönelik ciddi kısıtlamalar ve yasaklamalar getirmelidir. Fosil yakıt kullanımının yerine yenilenebilir enerjinin ikame edilmesi, %11.2 oranındaki azaltma etkisini daha da artırmak açısından son derece kritiktir.

Çalışmanın son bağımsız değişkeni GSYH'yi ele almaktadır. Özellikle 1980'li yıllardan itibaren piyasa ekonomisinin güçlendiği dönemde, ülke ekonomilerinde sürekli bir büyüme eğilimi gözlemlenmiştir. Ancak, bu büyüme genellikle "sürdürülebilir" nitelikte olmamış ve çevre ile iklim gibi faktörlere ciddi zararlar vermiştir. Yapılan çalışmada, GSYH'da meydana gelen her yüzde bir birimlik artışın karbondioksit salınımını %44 oranında artırdığı belirlenmiştir. GSYH 2022 verilerine göre, dünya sıralamasında ilk sırada bulunan ABD'nin tutumundan da anlaşılacağı üzere, küresel iklim zirvelerinde bağlayıcı anlaşmalara sıcak bakmaması ve bu anlaşmalara imza atmamasıyla dikkat çeken bir durum arz etmektedir. Bu durum, iklim değişikliği sorununun sadece çevresel bir mesele olmanın ötesinde, devletlerarasında bir politika yarışının bir sonucu olduğunu göstermektedir.

Son olarak ülkelerin enerji bağımlılığını azaltmak ve enerjiyi daha verimli kullanmak için, bioenerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımların vergisel ve finansal olarak teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde enerji sektöründe yapılan yatırımların desteklenmesi, enerji kirliliğinin önüne geçilmesine ve iklim değişikliği sorununun çözümüne katkı sağlayacaktır.

#### KAYNAKÇA

- Aydın, M. (2020), "Seçilmiş OECD Ülkelerinde Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kırılmalı Nedensellik Testinden Kanıtlar", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (28): 137–154.
- Bayar, Y. & Şaşmaz, M. Ü. (2016), "Karbon Vergisi, Ekonomik Büyüme ve CO2 Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Danimarka, Finlandiya, Hollanda, İsveç ve Norveç Örneği", *International Journal of Applied Economic and Finance Studies*, 1(1): 32–41.
- Canbay, Ş. (2019), "Türkiye'de İktisadi Büyüme ile Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri", *Maliye Dergisi*, 176: 140–151.
- Damirova, S. & Yayla, N. (2021), "Çevre Kirliliği İle Makroekonomik Belirleyicileri Arasındaki İlişki: Seçilmiş Ülkeler İçin Bir Panel Veri Analizi", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (30): 107–126.
- Eryılmaz, S. & Genç, Y. G., ve Zeren, F. (2023), "Çevresel Vergiler ve Yenilenebilir Enerjinin Taşımacılık Sektörü Kaynaklı Kirlilik Üzerindeki Etkisi: AB Ülkeleri Örneği", *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1): 1-22.
- He, P.; Ning, J.; Yu, Z.; Xiong, H.; Shen, H. & 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", *Sustainability*, 11(16): 98-108.
- Meireles, M.; Robaina, M. & Magueta, D. (2021), "The effectiveness of environmental taxes in reducing CO2 emissions in passenger vehicles: The case of Mediterranean countries", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10): 1-13.
- Miller, S. & Vela, M. (2013), "Are Environmentally Related Taxes Effective?", *Inter-American Development Bank*.
- Morley, B. (2012), "Empirical Evidence on The Effectiveness of Environmental Taxes", *Applied Economics Letters*, 19(18): 1817–1820.
- Rafique, M. Z.; Fareed, Z.; Ferraz, D.; Ikram, M. & Huang, S. (2022), "Exploring the Heterogenous Impacts of Environmental Taxes on Environmental Footprints: An Empirical Assessment from Developed Economies", *Energy*, 238(1): 1-12.
- Topal, M. H. & Günay, H. F. (2017), "Çevre Vergilerinin Çevre Kalitesi Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan ve Gelişmiş Ekonomilerden Ampirik Bir Kanıt", *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 63–83.
- Yavuz, E. (2021), "Çevre Vergileri ile Ekolojik Ayak İzi Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Kanıtlar", *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 7(45): 1937–1945.