

Yeşil Bütçelemenin Karbon Emisyonları Üzerindeki Etkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi

Semra AYDOĞDU BAĞCI¹ – Mervenur ÇELİK²

Yeşil bütçeleme, çevresel sürdürülebilirliğin kamu mali yönetiminin tüm aşamalarına entegre edilmesini amaçlayan bir maliye politikası aracıdır. Bu yaklaşım, bütçe planlaması ve kaynak tahsisinde çevre dostu uygulamaları teşvik ederek sera gazı emisyonlarını azaltmayı, yenilenebilir enerjiye geçişi desteklemeyi ve doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde yönetilmesini hedeflemektedir. Bu çalışma, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne üye (OECD: Organization for Economic Cooperation and Development) 22 ülkenin yeşil bütçeleme uygulamalarının karbon emisyonları üzerindeki etkisini 1994–2023 dönemi için panel veri analiziyle incelemektedir. Ampirik bulgular, yeşil bütçeleme uygulamalarının bazı ülkelerde karbon emisyonlarını pozitif etkilerken; bazı ülkelerde negatif etkilediğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar, politika yapıcıların karbon azaltımını destekleyen ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden bütçeleme stratejilerini güçlendirmeleri gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Maliye Politikası, Yeşil Bütçeleme, Çevresel Vergiler, Karbon Emisyonu.

JEL Kodları: E62, H23, Q58, Q53.

The Impact of Green Budgeting on Carbon Emissions: Panel Data Analysis for Selected OECD Countries

Abstract

Green budgeting is a fiscal policy tool that aims to integrate environmental sustainability into all stages of public financial management. This approach seeks to reduce greenhouse gas emissions, support the transition to renewable energy, and ensure the sustainable management of natural resources by promoting environmentally friendly practices in budget planning and resource allocation. This study examines the impact of green budgeting practices in 22 member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) on carbon emissions for the period 1994–2023, using panel data analysis. Empirical findings reveal that green budgeting practices have a positive effect on carbon emissions in some countries, while negatively affecting them in others. The results indicate that policymakers need to strengthen budgeting strategies that support carbon reduction and encourage the use of renewable energy.

Keywords: Fiscal Policy, Green Budgeting, Environmental Taxes, Carbon Emissions.

JEL Codes: E62, H23, Q58, Q53.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Şereflikoçhisar Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, semraaydogdubagci@aybu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8078-5626.

² Pamukkale Üniversitesi, Maliye Bölümü, mervenurcelikk@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-9767-4061.

Extended Summary

Climate change, which has come to the forefront with global warming, has become one of the most important issues at the intersection of the global economy and environmental policies. Rising carbon emissions, dependence on fossil fuels in energy consumption, and overuse of natural resources are forcing countries to integrate environmental sustainability into their economic decision-making processes. In this context, public finance policies are being reshaped not only in terms of economic growth and budget balance, but also in line with environmental goals.

The green budgeting approach means using the public budget as a strategic policy tool to address climate change and its negative impacts and to establish sustainable resource management. Its main goal is to reduce greenhouse gas emissions through public spending and revenue policies, support renewable energy investments, protect biodiversity, and ensure the sustainable management of natural resources. The green budgeting approach is directly related to the United Nations' 2030 Sustainable Development Goals, and is particularly aligned with the goals of "Climate Action," "Responsible Production and Consumption," and "Accessible and Clean Energy."

This study analyzes the impact of green budgeting policies of the 22 OECD countries on CO₂ emissions using data from 1994–2023. Per capita CO₂ emissions were used as the dependent variable, while per capita Gross Domestic Product (GDP), environmental tax revenue, renewable energy public research, development and demonstration (RD&D) budget, and fossil fuel public R&D and development budget were used as independent variables. Preliminary tests revealed the presence of heterogeneous panel data models, inter-unit correlation, and a large time dimension (T: 30 years) and unit dimension (N: 22 countries). Therefore, the Common Correlated Effects Mean Group (CCE-MG) and Extended Mean Group (AMG) estimators were used. An examination of the combined panel results of the CCE-MG and AMG estimators reveals that an increase in GDP per capita increases CO₂ emissions. This finding specifically supports the idea that economic growth, particularly the increase in goods and services production, is directly proportional to the increase in CO₂ emissions released into the atmosphere from production facilities.

It is expected that those who pollute the environment more will pay more environmental taxes (LNERTR), thus leading to an increase in these tax revenues. Therefore, an increase in environmental tax revenues is expected to cause an increase in CO₂ emissions. In line with this expectation, Denmark and Turkey were identified as countries where an increase in the LNERTR variable led to an increase in CO₂ emissions in the CCE-MG estimator. In the AMG estimator, the countries where an increase in environmental tax revenues led to an increase in CO₂ emissions were identified as the Netherlands, Turkey, and the United Kingdom. While Australia and New Zealand were identified as countries where an increase in the LNERTR variable led to a decrease in CO₂ emissions in the CCE-MG estimator, these countries were identified as Finland, Hungary, Sweden, and the USA in the AMG estimator. This result in these countries indicates that CO₂ emissions are being prevented through measures other than just taxation.

Public spending on environmentally friendly renewable energy is expected to reduce CO₂ emissions. According to the CCE-MG estimator, Belgium and France are the countries where increased public spending on renewable energy leads to a decrease in CO₂ emissions; while in the AMG estimator, Belgium, Canada, France, and the USA are the countries where this occurs. Conversely, according to the CCE-MG estimator, Finland, Japan, the Netherlands, and New Zealand are the countries where increased public spending on renewable energy leads to an increase in CO₂ emissions; while in the AMG estimator, Australia, Finland, Germany, Japan, the Netherlands, and New Zealand are the countries where this occurs. This suggests that despite environmentally friendly public spending, CO₂ emissions remain high in these countries.

Conversely, increased public spending on less environmentally friendly fossil fuels is expected to increase CO₂ emissions. Empirical findings consistent with this expectation were observed in Australia, New Zealand, Portugal, and Spain for the CCE-MG estimator, and in New Zealand, Portugal, and Spain for the AMG estimator. This result indicates a need to reduce public spending on fossil fuels in these countries, which is causing an increase in CO₂ emissions. Contrary to expectations, the countries where increased public spending on fossil fuels led to a decrease in CO₂ emissions were Belgium, Finland, Italy, and the Netherlands in the CCE-MG estimator; and Finland, France, Hungary, the Netherlands, and the USA in the AMG estimator. This result shows that despite public spending on fossil fuels, these countries have taken serious measures to reduce CO₂ emissions.

This study focuses on the need for manufacturers to make greater efforts towards green transition and reduce CO₂ emissions. Adopting green budgeting enables the redirection of public spending to environmentally friendly areas, encourages renewable energy investments, and facilitates the sustainable management of natural resources. For policymakers, these findings demonstrate that fiscal planning can be used as a strategic tool in combating climate change, and that deterrent measures should be taken to minimize CO₂ emissions. This would also contribute to the climate action goal under the United Nations Sustainable Development Goals, the goal of responsible production and consumption, and the goal of accessible and clean energy supporting production from renewable sources. Furthermore, this will support the goals of a less polluted environment, protecting aquatic and terrestrial life, and preserving sustainable environments and ecosystems.

Under the Paris Agreement, which aims to reduce greenhouse gas emissions by 43% by 2030 to limit global warming to 1.5°C, national action plans developed by countries must be reliable, sustainable, verifiable, and implementable. Stricter monitoring and deterrent measures for national action plans will guide both their implementation and sustainability.

1. Giriş

Günümüzde iklim değişikliğinin başlıca itici gücü, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonlarıdır. Karbondioksit (CO₂) ile birlikte metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gibi diğer sera gazları; fosil yakıtların yakılması, çelik, çimento ve plastik gibi sanayi ürünlerinin üretimi ve gıda üretim süreçleri sırasında atmosfere salınmaktadır (Ritchie, v.d., 2023).

İklim değişikliği, küresel ekonomi ve çevre politikalarının kesişim noktasında yer alan en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir. Artan karbon emisyonları, enerji tüketiminde fosil yakıt bağımlılığı ve doğal kaynakların aşırı kullanımı, ülkeleri çevresel sürdürülebilirlik konusunda ekonomik karar alma süreçlerine entegre etmeye zorlamaktadır. Bu bağlamda, kamu maliyesi politikaları yalnızca ekonomik büyüme ve bütçe dengesi açısından değil, aynı zamanda çevresel hedefler doğrultusunda da yeniden şekillenmektedir. Yeşil bütçeleme yaklaşımı, iklim değişikliği ve onun yol açtığı olumsuz etkilerin giderilmesini sağlamak ve sürdürülebilir bir kaynak yönetimini tesis etmek amacıyla kamu bütçesinin stratejik bir politika aracı olarak kullanılması anlamına gelmektedir (Tepekule ve Köslü, 2023:374).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC: UN Framework Convention on Climate Change)'ye imza atan ülkeler ilk kez sanayileşmiş ülkeler için yasal olarak bağlayıcı bir emisyon azaltma hedefi belirleyen Kyoto Protokolü'nü 1997 yılında imzalamıştır. Bu protokol 2020 yılında sona ermiştir. 2015 yılında UNFCCC kapsamında kabul edilen Paris Anlaşması aracılığıyla ülkeler, iklim korumasına olan bağlılıklarını yenilemiş ve küresel ısınmayı sınırlama çabalarını hızlandırmak için yeni hedefler üzerinde anlaşmışlardır (Europäischer Rat, 2025). 190'dan fazla ülke tarafından onaylanan Paris Anlaşması, küresel iklim değişikliğiyle mücadele çabalarını kademeli olarak güçlendirmeyi amaçlayan küresel hedefleri, ulusal taahhütleri ve çok taraflı süreçleri güvence altına almaktadır. 2018 yılında taraflar, gayri resmi olarak Paris "kurallar kitabı" olarak bilinen anlaşmanın uygulanmasına ilişkin ayrıntılı kurallar ve prosedürler kabul etmiştir (Huang, 2019: 1). Tüm ulusları iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve etkilerine uyum sağlamak için bir araya getiren ve ilk kez bağlayıcı bir anlaşma niteliği taşıyan Paris Anlaşması, çok taraflı iklim değişikliği sürecinde bir dönüm noktasıdır. Bu anlaşmanın amacı, küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlamak için sera gazı emisyonlarının 2030'a kadar %43 oranında azalmasını sağlamaktır. Bu anlaşma kapsamında ülkeler küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlamak için, 2020 yılından itibaren her 5 yılda bir ulusal eylem planlarını (NDC: Nationally Determined Contributions) belirleyip, bu hedefe ulaşmak için yapacakları eylemleri ve atacakları adımları iletirler. Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşmak için iklim değişikliğiyle mücadele önlemlerinin artırılması, düşük karbonlu çözümleri ve yeni pazarları tetiklemiştir. Giderek daha fazla ülke, bölge, şehir ve şirket karbon nötrlüğü hedefleri belirlemektedir. Sıfır karbonlu çözümler, emisyonların %25'ini temsil eden ekonomik sektörlerde rekabetçi hale gelmekte, en çok enerji ve ulaşım sektörlerinde öncü şirketler için birçok yeni iş fırsatı meydana

gelmektedir. 2030 yılına kadar, sıfır karbonlu çözümler küresel emisyonların %70'inden fazlasını temsil eden sektörlerde rekabetçi olunabileceğini göstermektedir (The United Nations Framework Convention on Climate Change, 2025). 2020 yılında Avrupa Birliği (AB), iklim krizi ve biyolojik çeşitlilik kaybı, okyanus kirliliği ve ormansızlaşma gibi çevresel sorunlara yanıt olarak Avrupa Yeşil Anlaşması'nı (European Green Deal) başlattı. Bu girişim, AB'nin iklim, enerji, ulaşım ve vergilendirme politikalarını net sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla en az %50 (ve en fazla %55) azaltma hedefi ile uyumlu hale getirme çabalarını ortaya koymaktadır (Chironi & della Porta, 2026: 1). 2021 yılında Avrupa Komisyonu, "Fit for 55" paketi kapsamında yıllık sera gazı tüketimi 2030 yılına kadar %55 azaltmak ve daha sürdürülebilir enerji sistemlerine geçişi sağlamak için bir dizi önlem önermiştir. Ayrıca Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ve ardından gelen enerji krizi ile birlikte Mayıs 2022'de Avrupa Komisyonu, REPowerEU planı ile bu süreci hızlandırmayı amaçlamıştır. Bu plan; enerji verimliliğini teşvik ederek daha fazla enerji tasarrufu sağlamayı (ve böylece enerji bağımlılığını azaltmayı), Avrupa'nın temiz enerjiye geçişini hızlandırmayı ve Rus fosil enerjisine bağımlılığı azaltmak için enerji arzını çeşitlendirmeyi amaçlamaktadır (Vezzoni, 2023: 1-4).

Bütçeler, kamusal kaynakların elde edilmesi ve dağıtılmasına ilişkin temel planlar olup, sınırlı kaynaklar ve artan devlet sorumlulukları nedeniyle önceliklendirme gerektirmektedir. Günümüzde çevresel sürdürülebilirlik önemli bir sorun hâline gelmiş, sınır aşan çevresel etkiler ise uluslararası anlaşmalar yoluyla devletlere çeşitli yükümlülükler yüklemiştir (Avcı, 2022: 899). Yeşil bütçeleme, kamu harcamalarının çevresel etkilerini sistematik olarak izlemeyi, sınıflandırmayı ve değerlendirmeyi amaçlayan bütüncül bir mali yönetim yaklaşımıdır (Özdemir, 2025: 550). Yeşil bütçelemenin temel hedefi, kamu harcamaları ve gelir politikaları aracılığıyla sera gazı emisyonlarını azaltmak, yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemek, biyolojik çeşitliliği korumak ve doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde yönetilmesini sağlamaktır. Bu yaklaşım, Birleşmiş Milletler'in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ile doğrudan ilişkilidir; özellikle "İklim Eylemi", "Sorumlu Üretim ve Tüketim" ve "Erişilebilir ve Temiz Enerji" hedefleriyle uyum göstermektedir. Bununla birlikte, yeşil bütçeleme politikalarının uygulanması, bazı ülkelerde politik direnç, kamuoyu muhalefeti, mali kapasite eksikliği ve veri sınırlılıkları gibi çeşitli engellerle karşılaşabilmektedir. Ancak uluslararası iş birliği, bilgi paylaşımı ve iklim finansmanı alanındaki gelişmeler, bu sürecin etkinliğini artırma potansiyeli taşımaktadır. Çalışmada analize dahil edilen ülkelerin yeşil bütçeleme için uyguladıkları vergileme politikalarının yanında yeşil bütçeleme için bu ülke yönetimlerinin yaptıkları kamu harcamaları ve teşviklerine değinilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, OECD üyesi 22 ülkede yeşil bütçeleme uygulamalarının CO₂ üzerindeki etkisi 1994–2023 dönemine ait veriler kullanılarak panel veri analizi yöntemiyle incelenmektedir. Çalışmanın amacı, yeşil bütçeleme politikalarının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini ampirik olarak ortaya koymak ve politika yapımcılar için karbon azaltımı ile bütçe planlaması arasındaki ilişkiye dair kanıta dayalı çıkarımlar

sunmaktır. Elde edilen bulgular, çevre dostu bütçeleme yaklaşımlarının CO₂ emisyonlarının azaltılmasında etkili olduğunu ve bu politikaların sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir araç işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde yeşil bütçeleme ve karbon emisyonu ilişkisini inceleyen çalışmalara ait literatürün açıklanması planlanmaktadır. Sonrasında analizde kullanılacak veri seti tanıtılarak, uygulanacak metodoloji açıklanacaktır. Bu bölümde ayrıca elde edilen bulguların sunulması amaçlanmaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise elde edilen somut kanıtlar ışığında politika yapımcılar için öneriler açıklanmaktadır.

2. Seçilmiş OECD Ülkelerinin Yeşil Bütçeleme ile İlgili Politikaları

Yeşil bütçeleme, merkezi ve yerel yönetimler tarafından doğal çevrenin korunması, yaşam standartlarının iyileştirilmesi ve çevresel tahribatın azaltılması için benimsenen bir uygulamadır. Yeşil bütçeleme anlayışı, bütçedeki tüm gelir–gider kalemleri ile vergi yapısının çevresel sürdürülebilirliği destekleyecek biçimde düzenlenmesine dayanmaktadır (Armağan, 2023:4). Çevreye duyarlı bütçeleme, iklim dengesi, hava kalitesi, toprak, su, hammadde kaynakları ve biyolojik çeşitlilik gibi doğal varlıkların tüketimini değerlendirmeye, izlemeye, raporlamaya, kontrol etmeye ve planlamaya olanak sağlayan bir yönetim aracı olarak tanımlanabilmektedir (Kılıçer, 2016: 38).

Yeşil bütçeleminin teorik çerçevesi; çevre ekonomisi, sürdürülebilir kalkınma ve maliye politikası etkileşimi temelinde şekillenmektedir. Özellikle “kirleten öder” prensibi, kamu maliyesinde çevresel dışsallıkların fiyatlandırılması için önemli bir çıkış noktası olup, çevresel vergiler ve yeşil teşviklerin bütçe kapsamına alınmasına teorik dayanak oluşturmaktadır (Kargı ve Yüksel, 2010: 196). Böylece ekonomik faaliyetlerin yol açtığı çevresel zararların mali araçlarla minimize edilmesi hedeflenmektedir.

Yeşil bütçeleminin temel amacı, kamu harcamaları ve vergi politikaları aracılığıyla çevresel sürdürülebilirliği desteklemektir. Yeşil bütçeleme; kamu fonlarının çevreye duyarlı alanlara yönlendirilmesini sağlayarak uzun vadede düşük karbonlu kalkınma stratejilerinin etkin biçimde uygulanmasına katkı sunmaktadır. Bu süreçte yeşil harcama etiketleme, çevresel etki analizi, karbon bütçelemesi, sürdürülebilir yatırım çerçeveleri ve çevreye zararlı sübvansiyonların azaltılması gibi araçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araçlar sayesinde devletler, bütçe dokümanlarında hangi harcamaların çevreye pozitif veya negatif katkı sağladığını şeffaf şekilde ortaya koyabilmekte, hesap verebilirliği artırabilmektedir (Ergen, 2021: 67).

2.1. Sera Gazı Emisyonlarına Karşı Ülkelerin Vergilendirme Politikaları

Çevre sorunlarının olumsuz sonuçları; siyasetçileri, Kyoto Protokolü’nde belirtilenler gibi CO₂ azaltım hedeflerine ulaşmak için etkili çevre yasalarıyla bu sorunları ele almaya itmiştir (Abdullah ve Morley, 2014). Vergiler, bu hedefe ulaşmak için en iyi alternatif araçlar arasındadır. Hükümetler için çevre vergileri ekolojik zararı azaltma ve

mali açıkları giderme amacına hizmet etmektedir (Bozatlı ve Akca, 2023).

Enerji kullanımı ve sera gazı emisyonlarına yönelik vergisel düzenlemeler, ülkelerin hem kamu gelirlerini artırma hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleme amacıyla başvurduğu temel mali araçlar arasında yer almaktadır. İncelenen ülkeler itibarıyla değerlendirildiğinde, enerji vergilendirmesi büyük ölçüde fosil yakıt tüketimi, elektrik kullanımı, karbon emisyonları ve belirli sektörlerdeki enerji yoğun faaliyetler üzerinden şekillenmektedir.

Avustralya'da 1 Nisan 2023 itibarıyla enerji kullanımı ve sera gazı emisyonlarına yönelik başlıca vergisel araçlar tüketim vergisi ve yakıt tüketim vergisidir. Tüketim vergisi; benzin, motorin, gazyağı, akaryakıt, diğer sıvı petrol türevleri, LNG, CNG, denatüre etanol ve biyodizel gibi enerji ürünleri üzerinden alınırken, yakıt tüketim vergisi kamu yollarında faaliyet gösteren ağır taşıtların benzin ve motorin tüketimine uygulanmaktadır. (OECD, 2024: 4-5).

Avusturya'da mineral yağ vergisi ile enerji vergileri; Belçika'da yakıt tüketim vergisi, özel tüketim vergisi, elektrik tüketim vergisi ve stok bulundurma katkı payı; Çekya'da maden yağı vergisi, doğal gaz vergisi, katı yakıt vergisi ve elektrik vergisi uygulanmaktadır. Danimarka'da maden yağı vergisinin yanı sıra doğalgaz vergisi, kömür vergisi, karbon vergisi, F-gaz vergisi ve azot oksit vergisi yer almaktadır. Finlandiya'da enerji içerik vergisi, karbon vergisi ve elektrik üzerinden özel tüketim vergisi uygulanırken; Fransa'da kömür vergisi, enerji ürünleri iç tüketim vergisi, doğalgaz için yakıt tüketim vergisi ve elektrik tüketim vergisi tahsil edilmektedir. Almanya, 2021'den itibaren ısıtma ve ulaştırma sektörlerinde ulusal CO₂ emisyon ticareti sistemi çerçevesinde fiyatlandırma uygulamasına geçmiştir; ayrıca kömür, benzin, dizel, LPG, doğal gaz ve elektrik üzerinde enerji vergileri uygulamaktadır. Macaristan sıvı, gaz ve katı fosil yakıtlar ile elektriği vergilendirirken, ayrıca stratejik stoklama vergisi uygulamaktadır. İtalya'da dizel, benzin, akaryakıt, LPG, doğal gaz, kömür ve kok üzerinden özel tüketim vergisi alınmakta; özellikle karayolu taşımacılığında kullanılan benzin ve dizel yüksek oranlı vergilere tabi tutulmaktadır (OECD, 2024). İtalya 2006 yılından bu yana, enerji verimliliği düşük konutların enerji performansını iyileştirmeyi amaçlayan ve aynı zamanda enerji yoksulluğunu azaltmaya katkı sağlayan özel vergi teşvikleri uygulamaya koymuştur (Carfora, Minervini & Scandurra, 2025: 3). Hollanda kömür ve koktan kömür vergisi, sıvı yakıtlardan yakıt tüketim vergisi, doğal gaz ve elektrikten ise elektrik tüketim vergisi almaktadır. Norveç'te yol kullanım vergisi, elektrik tüketim vergisi, kara rüzgâr enerjisi vergisi, CO₂ vergisi, F-gaz vergisi ve SF₆ vergisi uygulanmaktadır (OECD, 2024). Hollanda, Vergi Planı 2023'te belirtildiği üzere vergi politikalarının kademeli olarak sıkılaştırarak uzun vadeli çevresel hedeflere ulaşma konusundaki kararlılığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Hollanda hükümetinin çevre koruma stratejisinin bir parçası olarak sera gazı vergisini yürürlüğe koyması, yüksek emisyonlu sektörlerin vergilendirilerek emisyonları sınırlandırmaktadır (Abbas, Imran & Sattar, 2025: 13)

Portekiz'de enerji vergileri ve CO₂ vergisi; İspanya'da hidrokarbon vergisi, kömür

özel vergisi, florlu gazlar vergisi ve elektrik özel tüketim vergisi; İsveç'te CO₂ vergisi ve enerji vergisi; İsviçre'de ise maden yağları vergisi, ek maden yağları vergisi, CO₂ vergisi ve elektrik tüketim vergisi yürürlüktedir (OECD, 2024).

Diğer gelişmiş ekonomilerde de benzer eğilimler gözlenmektedir. Kanada'da eyaletler ve bölgeler tarafından benzin, dizel, LPG ve diğer sıvı fosil yakıtlar üzerinde yakıt vergileri uygulanmakta, ayrıca birçok eyalette karbon fiyatlandırması sistemi bulunmaktadır. Japonya'da fosil yakıtların vergilendirilmesi Petrol ve Kömür Vergisi kapsamında sürdürülmekte; buna ek olarak dizel yakıt teslimat vergisi, benzin vergisi, yerel benzin ve petrol gazı vergisi, uçak yakıtı vergisi ve elektrik tüketim vergisi uygulanmaktadır. Yeni Zelanda'da benzin ve LPG üzerinden özel tüketim vergilerinin yanı sıra motorlu taşıt, petrol veya motor yakıtı izleme vergisi, gaz güvenliği izleme ve enerji verimliliği vergisi bulunmaktadır. Birleşik Krallık'ta sıvı yakıtlar ile LPG ve doğal gaz motor yakıtı olarak kullanıldığında yakıt vergisine tabi tutulurken, katı fosil yakıtlar, LPG, doğal gaz ve elektriğe işletme ve kamu sektörü kullanıcıları için iklim değişikliği vergisi uygulanmaktadır. ABD'de ise karayolu motor yakıt vergisi, genel havacılık yakıt vergisi, ticari havacılık yakıt vergisi, iç su yolları güven fonu vergisi ve sızıntılı yeraltı depolama tankı güven fonu vergisi gibi uygulamalar öne çıkmaktadır (OECD, 2024).

Türkiye'de ise enerji vergilendirmesi esas olarak 4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanunu çerçevesinde şekillenmektedir. Kanuna ekli (I) sayılı listedeki petrol ürünleri ve doğalgaz türevleri ile (II) sayılı listedeki motorlu taşıtlar için, ürün türüne, CO₂ emisyon miktarına veya aracın elektrik motorlu olup olmamasına göre farklı vergi oranları uygulanmaktadır. Ayrıca 2464 sayılı Belediye Gelirleri Kanunu uyarınca elektrik ve havagazı tüketimi üzerinden Elektrik ve Havagazı Tüketim Vergisi alınmaktadır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2026a; Gelir İdaresi Başkanlığı, 2026b). Genel olarak değerlendirildiğinde, ülkeler arasında vergi araçları ve kapsamı farklılık gösterse de enerji vergileri, karbon fiyatlandırması, tüketim vergileri ve sektörel çevre vergileri yoluyla hem çevresel hedeflerin desteklenmesi hem de kamu gelirlerinin güçlendirilmesi ortak bir eğilim olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum, enerji vergilendirmesinin günümüzde yalnızca mali değil, aynı zamanda iklim politikalarının da önemli bir bileşeni haline geldiğini göstermektedir.

2.2. Sera Gazı Emisyonlarına Karşı Ülkelerin Harcama ve Teşvik Politikaları

Net sıfır emisyon ve iklim nötrlüğü hedefleri yalnızca çevre politikalarıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda enerji güvenliği, sanayi politikası, teknolojik yenilik, altyapı modernizasyonu ve bölgesel kalkınma hedefleriyle bütünleşik şekilde ele alınmaktadır. Bu kapsamda kamu otoriteleri; yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, temiz ulaşım, hidrojen teknolojileri, batarya sistemleri, karbon yakalama uygulamaları ve düşük emisyonlu sanayi yatırımlarını desteklemek amacıyla sübvansiyonlar, düşük faizli krediler, vergi teşvikleri ve kamu-özel iş birliği uygulamalarından yararlanmaktadır.

Avustralya, net sıfır hedefi doğrultusunda yeşil dönüşümü büyük ölçüde kamu

destekli finansman mekanizmalarıyla yürütmektedir. Yenilenebilir enerji, düşük emisyonlu teknolojiler, sanayinin karbonsuzlaşması, tarım ve bölgesel dönüşüm alanlarında özel sektör yatırımları teşvik edilmektedir (Australian Government, 2025: 38, 83-84). Avusturya'da toplam emisyonların yaklaşık yarısı binalar ve ulaşımdan kaynaklanmaktadır. Bu sektörlerdeki geçişi ilerletmek için hükümet, bina yenilemesini, fosil yakıtlardan sürdürülebilir ısıtma sistemlerine geçişi ve ulaşımın elektrifikasyonunu desteklemekte ve toplu taşıma altyapısına yatırım yapmaktadır (The International Energy Agency, 2025a). Belçika, kamu binalarında enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir ulaşım yatırımları önceliklendirilmiş; kamu harcamaları piyasa dönüşümünü teşvik eden stratejik bir araç olarak kullanılmıştır (Jensen & Hourdin, 2025: 6). Kanada, karbon fiyatlandırması, temiz enerji yatırımları, sıfır emisyonlu araçlar ve altyapı modernizasyonunu kapsayan bütüncül bir iklim politikası izlemektedir. Ayrıca verimsiz fosil yakıt teşviklerinin kaldırılması ve kapsamlı federal iklim planları aracılığıyla kamu harcamaları yeşil büyümenin temel aracı hâline getirilmiştir (International Energy Agency, 2022).

Çekya'da enerji dönüşümü hem ulusal bütçe hem de AB fonlarıyla desteklenmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları, bölgesel dönüşüm programları, bina yenilemeleri, düşük karbonlu ısıtma sistemleri ve elektrik şebekesi modernizasyonu, kamu teşviklerinin temel odak alanlarını oluşturmaktadır (The International Energy Agency, 2025b). Danimarka hükümeti petrol ve gaz kazanlarının kullanımını aşamalı olarak sonlandırmak ve enerji renovasyonlarını hızlandırmak amacıyla beş ayrı teşvik programı uygulamaktadır. Bunlar; ısı pompası programı, enerji renovasyon fonu, hurdaya ayırma programı, şebekeden ayrılma programı ve bölgesel ısıtma havuzudur (OECD, 2026: 119). Finlandiya, yüksek yenilenebilir ve nükleer enerji payına dayalı düşük karbonlu enerji sistemini daha da güçlendirmektedir. Kömürün sistemden tamamen çıkarılması, karbon yakalama teknolojileri için yeni bütçe destekleri ve karbon yutaklarını artırmaya yönelik yatırım programları, ülkenin iklim politikasının temel bileşenleri arasında yer almaktadır (State Treasury Republic of Finland, 2024; Ministry of the Environment Finland, 2025).

Fransa'nın enerjiye yönelik yatırımları esas olarak elektrik şebekeleri, yenilenebilir/düşük karbonlu ısı sistemleri, nükleer enerji, offshore rüzgâr enerjisi üzerine yoğunlaşmaktadır. (Douillet vd., 2025). Almanya; ekonominin karbonsuzlaştırılmasına, şarj ve yakıt ikmal altyapısına, alternatif yakıtların yaygınlaştırılmasına, yeşil teknolojilerin yerleştirilmesine, toplu taşıma altyapısının geliştirilmesine, enerji verimli bina yenilemelerine, elektrik şebekesinin dönüşümüne ve hidrojen ve CO2 altyapılarına yönelik projeleri desteklemektedir (Gawel & Korte, 2023).

Macaristan hükümeti, Haziran 2020'den itibaren yeşil devlet tahvilleri ihraç ederek iklim ve çevre hedefleriyle ilgili hükümet girişimleri için kaynak sağlamaktadır. Bu kaynak ağır endüstri alanında özellikle çelik, çimento ve kimyasal üretiminin karbonsuzlaştırılması için verilmektedir (Hungarian Heavy Industry Decarbonisation, 2023).

İtalya'da güneş fotovoltaik enerji son yıllarda önemli ölçüde büyümüştür. Güney

İtalya’da fotovoltaik enerjinin yaygınlaşma sorunlarını aşmak amacıyla İtalyan yönetimi, yenilenebilir enerji projeleri için ihaleler düzenlemek ve sistem istikrarını korumak üzere enerji depolamayı teşvik etmek gibi önlemler uygulamaya koymuştur. Bunun yanında rüzgar enerjisinin yaygınlaştırılması devlet tarafından desteklenmektedir. Ayrıca biyokütle ve biyoenerji üretimi yaygınlaşmaktadır. İtalya hükümeti, biyo-metan üretimi için teşvikte bulunmaktadır. İtalya’da yaklaşık 4.300 adet hidroelektrik santrali bulunmaktadır. Devlet, deniz enerjisi dönüştürücüleri gibi yenilikçi tesisleri teşvik etmektedir. Büyük ölçekli elektrik depolama tesislerinin kurulmasını sağlamak amacıyla İtalyan Hükümeti, 2023 yılının sonlarında Avrupa Komisyonu tarafından onaylanan bir program uygulamaya koymuştur. İtalya, büyük ölçekli elektrik depolama projeleri yatırımını teşvik etmeyi hedeflemektedir (Raihan vd., 2025: 5-16). Japonya hükümeti, yeşil dönüşümü hızlandırmak amacıyla tahvil ihraç ederek kamu-özel işbirliği çerçevesinde şirketlerin yenilenebilir enerji, nükleer enerji, çelik ve kimya gibi sektörlerde yapısal dönüşüm, enerji tasarrufu, kaynak geri dönüşümü ve karbon yakalama teknolojilerine yönelik erken dönem yatırımlarını desteklemeyi hedeflemektedir. Bunun yanında Japonya hükümeti karbon fiyatlandırması yoluyla karbon emisyonlarına fiyat koyarak yeşil dönüşüm ile bağlantılı ürün ve faaliyetlerin ekonomik değerini artırmayı amaçlamaktadır (Nakai, 2024: 505-506)

Hollanda, yüksek teknoloji endüstrilerde karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin benimsenmesini teşvik ederek emisyonları azaltmakta ve daha sürdürülebilir bir sanayi sektörü oluşturmaktadır. Hollanda ayrıca yeşil ekonomiye geçiş hedefi çerçevesinde sürdürülebilir ve yenilenebilir malzemelerin kullanılması, ürünlerin dayanıklılık ve geri dönüştürülebilirlik açısından tasarlanması ve yeniden kullanım, onarım ve yenileme gibi uygulamalarla atıkların en aza indirilmesini desteklemektedir (Abbas, Imran & Sattar, 2025: 13, 18).

Yeni Zelanda’da 2008 ve 2020 yıllarında temiz ve verimli enerji sübvansiyonları ile bu alanlarda özellikle 2020 yılından itibaren kamu harcamalarında artış gözlenmektedir. Bu kapsamda öne çıkan üç temel program bulunmaktadır. Bunlardan ilki, enerji tüketimini azaltmak ve sağlık sonuçlarını iyileştirmek amacıyla konut yalıtımını destekleyen sübvansiyon programıdır. İkinci program elektrikli araçların teşvik edilmesine, üçüncü program ise sanayinin daha verimli, düşük karbonlu enerji kaynaklarına dönüşümünün desteklenmesine yöneliktir (Hughes, 2025: 29-30).

Norveç Hükümeti, 2025 Devlet Bütçesi’nden ENOVA projesi ile denizcilik sektöründe hidrojen ve amonyak yatırımlarına yönelik sermaye desteği sağlayabileceğini açıklamıştır. Ayrıca yeni iklim ve enerji çözümleri ile hanehalkı enerji verimliliği iyileştirmelerini desteklemek üzere 8,1 milyar NOK tahsis edilmesi öngörülmüştür. Buna ek olarak bazı Norveç şirketleri AB fonlarından da önemli ölçüde yararlanmaktadır. Öneğin İnovasyon Fonu’ndan 484 milyon avro kaynak sağlanmış ve SKIGA projesi hidrojen ihalesinde 81,3 milyon avro hibe almaya hak kazanmıştır (Bjørndalen vd., 2024: 15). Norveç’te, özellikle bina üstü güneş enerjisi uygulaması hükümet tarafından en büyük desteğe sahiptir. Ancak arazi tipi güneş enerjisine yönelik destek, doğa kaybı ve görsel etki

kaygıları nedeniyle daha sınırlıdır.

Portekiz, yenilenebilir enerji payını artırırken aynı zamanda elektrik şebekesinin yönetimi ve batarya depolama kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik yatırımlara öncelik vermektedir (Energy Storage New, 2025). İspanya, yenilenebilir enerji, yeşil hidrojen ve enerji depolama yatırımlarını büyük ölçekli ulusal ve uluslararası fonlarla desteklemektedir. Ülkenin stratejisi, güçlü doğal kaynaklar, sanayi altyapısı ve teknoloji kapasitesiyle birleşerek karbonsuzlaşmayı ekonomik dönüşümle bütünleştirmektedir (Spain's Energy and Green Transition, 2024). İsveç, özellikle kuzey bölgelerde hızlanan sanayileşmenin yarattığı teknik ve sosyal sorunları çözmek için 2024'te bölgesel bir dönüşüm stratejisi benimsemiştir. Ülkenin sanayi politikası ise büyük ölçüde çevre politikası ve iklim hedefleriyle bağlantılı biçimde şekillenmiştir. Bu kapsamda sektörler, Fossil Free Sweden girişimi altında 2045 net sıfır hedefine yönelik yol haritaları hazırlamış, devlet de yeşil çelik üretimi ve madencilik faaliyetlerinin karbonsuzlaştırılması gibi önemli projeleri desteklemiştir (Monteiro de Macedo v.d., 2025).

İsviçre, binalar, ulaşım ve sanayi sektörlerinde emisyon azaltımını teşvik eden çok sayıda destek programı yürütmektedir. Ayrıca sanayinin karbonsuzlaştırılması, bina sektörü, enerji ve iklim uyum kapasitesi için geliştirilen programlar, ülkenin iklim politikasını çok yönlü hâle getirmektedir (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2025). Türkiye, 2053 net sıfır hedefi doğrultusunda yeşil taksonomi, dögüsel ekonomi, enerji verimliliği, temiz teknoloji ve sürdürülebilir altyapı yatırımlarını içeren uzun dönemli bir dönüşüm çerçevesi oluşturmaktadır. Bu kapsamda sektörel teşvik mekanizmaları, temiz enerji projeleri, çevreci ulaşım uygulamaları ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu yapısal dönüşüm politikaları geliştirilmektedir (Türkiye, 2024; Anadolu Ajansı, 2025; Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025; T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2024). Birleşik Krallık, düşük karbonlu ulaşım altyapısı, sıfır emisyonlu otobüsler, tramvay sistemleri, yerel demiryolu yatırımları ve ileri nükleer teknolojiler için önemli kamu kaynakları tahsis etmektedir (Spending Review, 2025). ABD, enerji sektöründeki emisyon azalımını yenilenebilir enerji kullanımının artışı ve kömürden uzaklaşma ile desteklemektedir. Bunun yanında hidrojen ve yakıt hücresi Ar-Ge'si, sıfır emisyonlu kamu araçları, ağır vasıta hidrojen altyapısı ve yeni ulaşım teknolojilerine yönelik destekler aracılığıyla temiz enerji dönüşümünü hızlandırmaktadır (The Center for Climate and Energy Solutions, 2025; Department of Energy FY, 2025).

3. Literatür Taraması

Yeşil bütçeleme, kamu harcamalarının çevresel etkilerini sistematik olarak izleyip yönlendirmeyi amaçlayan bir mali yönetim yaklaşımı olarak öne çıkmakta ve karbon emisyonlarının azaltılmasında potansiyel bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma literatürde çalışılan yeşil bütçeleme ile ilgili çalışmalardan yenilenebilir ve fosil yakıt ile ilgili yapılan kamu harcamaları ile teşvikleri ve uygulanan çevre vergilerinin ülke bazlı tespitleri ile ayrılmaktadır. Ayrıca yeşil bütçelemenin karbon emisyonuna olan etkisini çok az çalışma ele aldığından ve çok ülkeyi kapsamamasından dolayı bu çalışma özgün bir çalışma

niteliği taşımaktadır. Ayrıca analiz olarak da çalışma özgündür, heterojen panelin bu alanda çalışıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatürde yeşil bütçeleme ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiye dair yapılan ampirik çalışmalar makalenin ek kısmında yer almaktadır.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, yeşil bütçeleme, çevresel vergiler, Ar-Ge harcamaları ve kamu çevre politikalarının karbon emisyonları, yenilenebilir enerji tüketimi ve sürdürülebilir kalkınma göstergeleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların son yıllarda belirgin biçimde arttığı görülmektedir. Kavramsal ve literatür temelli çalışmalar (Kılıçer, 2016; Yapıcı, 2019; Şentürk Ulucak, 2024; Ulucak, 2024) yeşil bütçeleme sürdürülebilir kalkınma, çevresel kalite ve kamu mali yönetimi açısından stratejik bir araç olduğunu vurgularken; karşılaştırmalı ve politika odaklı analizler (Kete, 2022; Tepekule & Köslü, 2023; Armağan, 2023; Özdemir, 2025) uygulama başarısının ülkelere özgü kurumsal yapı, bütçe disiplini ve politika tasarımına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ampirik panel veri ve eşbütünlük temelli çalışmalar ise çevre vergileri, çevre koruma harcamaları ve Ar-Ge yatırımlarının karbon emisyonları ve yenilenebilir enerji üzerindeki etkilerinin ülke ve dönem bazında heterojenlik gösterdiğini bulgulamaktadır (Petrović & Lobanov, 2020; Akçay vd., 2023; Aydın vd., 2023; Aydın, 2024; Değirmenci & Yavuz, 2024; Güney & Zeren, 2025; Ayas, 2025). Özellikle kantil regresyon, AMG–DCCE dinamik panel, nedensellik analizleri ve veri zarflama yöntemleri kullanan çalışmalar, mali araçların etkisinin gelir düzeyi, kurumsal kalite, siyasi ideoloji, finansal gelişmişlik ve doğal kaynak yapısı gibi değişkenlere duyarlı olduğunu göstermektedir (Sajjad vd., 2024; Arslan & Hazman, 2024; Tawiah & Zakari, 2024). Bunun yanında sürdürülebilir finansman, altyapı fonları ve kamu yatırımlarının rolünü inceleyen araştırmalar (Klimek vd., 2024; La Torre vd., 2024; Nicolas vd., 2025) finansman erişiminin yeşil dönüşümün belirleyici unsurlarından biri olduğunu ortaya koymaktadır. Genel eğilim, çevresel mali araçların doğru tasarlandığında emisyon azaltıcı ve yeşil inovasyonu teşvik edici etki yaratabileceği yönünde olmakla birlikte, bulguların yöntemsel tercihlere, veri kapsamına ve ülke özgü yapısal dinamiklere bağlı olarak farklılaştığı anlaşılmaktadır. Bu çerçevede literatürde ortak bir sürdürülebilirlik yönelimi bulunmasına rağmen, politika araçlarının etkinliğini bütüncül ve karşılaştırmalı bir model çerçevesinde analiz eden çalışmalara duyulan ihtiyaç devam etmektedir. Bu doğrultuda çalışmada kullanılacak olan ampirik modelin, maliye politikası araçlarının çevresel performans üzerindeki etkilerini ülke bazında ayrıştıran literatürdeki boşluğa katkı sağlaması beklenmektedir.

4. Veri Seti, Ön testler ve Yöntem

Bu bölümde çalışmanın ampirik çerçevesi sistematik biçimde sunulacaktır.

4.1. Veri Seri

Çalışmada kullanılan veri seti, 22 OECD ülkesine ait 1994–2023 dönemini kapsamaktadır. Analizde, yeşil bütçeleme uygulamalarının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla makroekonomik ve çevresel göstergeler seçilmiştir. Söz konusu değişkenler, kamu maliyesi politikaları ve çevresel çıktılar arasındaki ilişkiyi ortaya

koymaya yöneliktir. Tablo 1’de, analizde kullanılan değişkenler, açıklamaları ve veri kaynakları özetlenmiştir.

Tablo 1

Analizde Kullanılan Değişkenlerin Açıklamaları ve Kaynakları

Değişkenler	Değişkenlerin Açıklamaları	Kaynaklar
CO ₂	Kişi başına düşen CO ₂ emisyonu	Veri Dünyamız
GDP	Kişi başına düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, Satın Alma Gücü Paritesi (SAGP), (2021 ABD Doları)	Dünya Bankası, Dünya Kalkınma Göstergeleri
ERTR	Çevre ile ilgili vergi geliri (milyon, ABD doları)	OECD Veri Bankası, Çevre ve İklim Değişikliği, Çevre Politikası
REN	Yenilenebilir enerji kamu Ar-Ge ve demonstrasyon bütçesi (kamu enerji Ar-Ge ve geliştirme bütçesinin yüzdesi)	OECD Veri Bankası, Çevre ve İklim Değişikliği, Yeşil Büyüme
FOS	Fosil yakıt kamu Ar-Ge ve demonstrasyon bütçesi (kamu enerji Ar-Ge ve geliştirme bütçesinin yüzdesi)	

Tablo 1’de bağımlı değişken olarak kişi başı karbondioksit emisyonu alınmış ve CO₂ olarak kısaltılmıştır. Bu değişken, fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkan karbondioksit ve endüstriyel süreçlerden kaynaklanan karbondioksit emisyonu olmakla birlikte ulaşım, elektrik üretimi ve ısıtmadan kaynaklanan emisyonları içermekte, ancak arazi kullanımındaki değişiklikleri kapsamamaktadır (Our World in Data, 2025).

GDP olarak kısaltılan Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), bir muhasebe döneminde bir ekonomik bölgede mal ve hizmet üretimi yoluyla elde edilen toplam geliri ifade etmektedir. Bu gösterge, SAGP’ye dönüştürülmüş ve baz yılı olarak 2021 yılının alındığı sabit fiyatlar ile hesaplanmıştır (World Bank Group, 2025).

ERTR olarak kısaltılan ve US dolar cinsi ile ifade edilen çevre ile ilgili vergiler; (a) ulaşım amaçlı enerji ürünleri (benzin ve dizel) ile diğer enerji ürünleri (fosil yakıtlar ve elektrik) için ödenen vergilerden, (b) motorlu taşıtlar ile bunların ulaşımı üzerinden alınan vergilerden (tek seferlik ithalat veya satış vergileri, mülkiyet, tescil veya yol kullanımı için tekrarlanan vergiler), (c) ozon tabakasını incelten maddelerin emisyonu ile ilgili vergiler ile atık yönetimi (nihai bertaraf, ambalajlama ve diğer atıkla ilgili ürün vergileri) için alınan vergilerden ve (d) kaynakların kullanılmasından alınan vergilerden oluşmaktadır (OECD, 2023: 11).

Hidroelektrik, jeotermal, güneş, rüzgâr, gelgit/dalga/okyanus enerjisi ile yanıcı yenilenebilir enerji kaynakları ve diğer yenilenebilir enerji teknolojilerini kapsayan yenilenebilir enerji Ar-Ge faaliyetlerine tahsis edilen kamu bütçesidir. (OECD, 2017: 156-157). Bu değişken REN olarak kısaltılmıştır. Petrol, gaz ve kömürü kapsayan fosil yakıt enerjisi ile ilgili Ar-Ge çalışmaları için ayrılmış kamu bütçesi ise FOS olarak kısaltılmıştır. Fosil yakıtlar, enerji üretmek için yakıldığında, karbondioksit gibi zararlı sera gazı emisyonlarına neden olmakta iken; yenilenebilir enerji üretimi, fosil yakıt yakmaya göre çok daha düşük emisyonlar meydana getirmektedir (United Nations Climate Action, 2025). Tablo 2’de tanımlayıcı istatistik sonuçları yer almaktadır.

Tablo 2*Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları*

Gösterge	Ortalama	Standart Sapma	Min	Max	Gözlem (N) / Gözlemlenen Grup
CO ₂	9.103	4.087	2.79	21.35	660/22
GDP	49958.81	14404.99	12166.79	91051.08	660/22
LNGDP	10.771	0.329	9.406	11.419	660/22
ERTR	26510.15	30425.83	1	155104.9	658/22
LNERTR	9.416	1.685	0	11.952	658/22
REN	21.271	14.832	0	81.65	614/22
FOS	8.771	12.141	0	72.49	583/22

Tablo 2’de sunulan tanımlayıcı istatistikler, analizde kullanılan değişkenlerin ülkeler ve yıllar arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. CO₂ emisyonları, kişi başına GSYH ve çevresel vergi gelirleri değişkenleri hem ortalama hem de maksimum değerler açısından belirgin heterojenlik sergilerken; REN ve FOS gibi enerji Ar-Ge bütçeleri bazı ülkelerde sıfır değerler ve yüksek uç değerler içermektedir. Bu bulgular, panel veri analizinde değişkenler arası farklılıkların dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. CO₂ emisyonlarının yeşil bütçeleme ve ekonomik değişkenlerle ilişkisini incelemek amacıyla aşağıdaki panel veri modeli kullanılmıştır:

$$CO_{2it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}LNGDP_{it} + \beta_{2it}LNERTR_{it} + \beta_{3it}REN_{it} + \beta_{4it}FOS_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada CO_{2it}, kişi başına CO₂ emisyonunu; LNGDP_{it}, kişi başına GSYH’in doğal logaritmasını; LNERTR_{it} çevresel vergi gelirlerini; REN_{it} ve FOS_{it} sırasıyla yenilenebilir ve fosil enerji Ar-Ge bütçelerini göstermektedir. Hata terimi u_{it} ise ülke ve zamana özgü rassal etkileri içermektedir. Model, ekonomik büyüme, çevresel vergiler ve kamu tarafından gerçekleştirilen fosil ve yenilenebilir enerji konusundaki Ar-Ge harcamalarının CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini panel zaman serisi çerçevesinde eş zamanlı olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

4.2. Öntestlerin Sınanması

Modelin geçerliliğini ve tahmin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, çoklu doğrusal bağlantı, birimler arası korelasyon, homojenlik ve birim kök ön testleri uygulanmıştır. Bu testler, izlenecek metodolojinin sağlam bir temele dayanmasını garanti etmektedir.

4.2.1. Çoklu Doğrusal Bağlantı

Birden fazla bağımsız değişkenin yer aldığı çoklu regresyon modellerinde bağımsız değişkenlerin ikisinin, bazılarının ya da tümünün arasında ilişki olması çoklu doğrusal bağlantı olarak adlandırılır. Varyans büyüme faktörü (VIF) ile parametre tahminlerinin varyanslarının çoklu doğrusal bağlantı nedeniyle gerçek değerlerinden ne kadar uzaklaştığı saptanmaktadır (Belsley v.d., 1980: 93). Tablo 3’te çoklu doğrusal bağlantının ölçüldüğü VIF kriterinin sonucu yer almaktadır.

Tablo 3*VIF Kriteri Sonucu*

Değişken	VIF
LNGDP	1.03
LNERTR	1.02
REN	1.01
FOS	1.00
Ortalama VIF	1.02

Tablo 3'te tüm VIF değerlerinin 5'in altında yer aldığı ve çoklu doğrusal bağlantı sorununun bulunmadığı görülmektedir.

4.2.2. Birimler Arası Korelasyon (Yatay Kesit Bağımlılık) Testi

Yatay kesit bağımlılığı olarak da adlandırılan birimler arası korelasyonun olması durumunda, geleneksel En Küçük Kareler (OLS) tabanlı tahminler verimsiz olmakta ve tahmin edilen standart hatalar yanlış çıkmaktadır. Bu durum da yanıltıcı sonuçlara yol açmaktadır (Coakley v.d., 2002: 2). Pesaran (2006) tarafından gerçekleştirilen Monte Carlo deneyi, panel veri çalışmasında yatay kesit bağımlılığının test edilmesinin önemini göstermekte, ayrıca tahminlerde yatay kesit bağımlılığı göz ardı edildiğinde ortaya çıkan önemli sapmaları ve boyut bozulmalarını da ortaya koymaktadır. Yatay kesit bağımlılığı, Pesaran (2004) CD testi yardımıyla test edilmiştir. Tablo 4'te bu testin sonuçları bulunmaktadır.

Tablo 4*Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonucu*

Değişken	CD Test	P
CO ₂	59.63	0.000
LNGDP	75.12	0.000
LNERTR	34.94	0.000
REN	12.42	0.000
FOS	23.52	0.000

H0: Yatay kesit bağımlılığı bulunmamaktadır.

H1: Yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır.

Tablo 4'te yer alan Pesaran (2004) CD test sonucuna göre ilgili teste ilişkin p değerlerinin 0.05'ten küçük olduğu bu sebeple H0 hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Bu sonuca istinaden değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı sorununun bulunmadığı tespit edilmiştir.

4.2.3. Birimler Arası Korelasyon (Yatay Kesit Bağımlılık) Testi

Sabit ve eğim parametrelerinin birimlere göre homojen ya da heterojen olması durumuna göre modelin tahmin yöntemi ve testleri seçilmektedir. Swamy (1971) tarafından türetilen ve Pesaran & Yamagata, (2008) tarafından geliştirilen Swamy S Testi ile heterojenliği test etmek için verinin panel yapısını göz ardı eden birimlere özgü OLS tahmincileri ile sabit etkiler (FE: Fixed Effect) tahmincilerinin ağırlıklı ortalama matrisleri arasındaki fark göz önünde bulundurulmaktadır. Hipotez;

$$H_0: \beta_i = \beta \quad (2)$$

Şeklinde kurulmakta ve bu hipotezde parametrelerin homojen olduğu kabul edilmektedir. Bu testte istatistik,

$$\hat{S} = \chi^2_{k(N-1)} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*)' \hat{V}_i^{-1} (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*) \quad (3)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. $\hat{\beta}_i$ birimlere göre regresyonlardan elde edilen OLS tahmincileri, $\bar{\beta}^*$ ağırlıklı FE tahmincileri, \hat{V}_i ise iki tahmincinin varyansları arasındaki farkı belirtmektedir. Test istatistiği $K(N-1)$ serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımına sahiptir. Test istatistiği kritik değerden büyükse, parametrelerin heterojen olduğu tanısı konulmaktadır. Swamy S testi, birim boyutunun (N: 22 ülke) zaman boyutuna (T: 30 yıl) göre daha az olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Tablo 5'te modelin Swamy S homojenlik test sonucu yer almaktadır.

Tablo 5

Swamy S Homojenlik Test Sonucu

Chi kare	p değeri
31428.10	0.000

H0: Model homojendir.

H1: Model heterojendir.

Tablo 5 incelendiğinde Swamy S testi sonucuna göre p değerinin 0.05'ten küçük olduğu tespit edilmiştir. Buna dayanarak modelin homojen olduğunu ifade eden H_0 reddedilmiş ve modelin heterojen olduğu ispatlanmıştır.

4.2.4. Birimler Arası Korelasyon (Yatay Kesit Bağımlılık) Testi

Yatay kesit bağımlılığı sorununun bulunmaması ve modelin heterojen olması durumunda; Im, Pesaran ve Shin (IPS, 2003) tarafından geliştirilen birim kök testi veya Fisher (1932) testinin temel olarak Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2001) tarafından geliştirilen Fisher Genişletilmiş Dickey Fuller (Fisher ADF) ve Fisher Phillips Perron (Fisher PP) birim kök testleri kullanılmaktadır. Tablo 6'da IPS, Tablo 7'de ise Fisher PP birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6

IPS Birim Kök Test Sonucu

Değişken	IPS Test İstatistik Değeri	P değeri
CO ₂	10.521	1.000
Δ CO ₂	-21.064	0.000
LNGDP	-2.6967	0.004
LNERTR	1.229	0.891
Δ LNERTR	-17.25	0.000
REN	-3.373	0.000
FOS	-3.568	0.000

H0: Tüm birimler birim kök içermektedir.

H1: Bazı birimler durağandır.

Tablo 7*Fisher PP Birim Kök Test Sonucu*

Değişken	Fisher PP χ^2 Test İstatistik Değeri ³	P değeri
CO ₂	-4.411	1.000
Δ CO ₂	70.293	0.000
LNGDP	4.406	0.000
LNERTR	-1.008	0.843
Δ LNERTR	34.636	0.000
REN	4.485	0.000
FOS	13.132	0.000

H0: Tüm birimler birim kök içermektedir.

H1: En az bir birim durağandır.

Tablo 6 ve Tablo 7 incelendiğinde hem IPS hem de Fisher PP birim kök testlerinin sonuçlarının birbirleriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Buna göre CO₂ ve LNERTR değişkenlerinin p değerlerinin 0.05'ten büyük olduğu ve böylece H₀ hipotezinin reddedilemeyeceği tespit edilmiştir. Buna istinaden CO₂ ve LNERTR değişkenlerinin birim kök içerdiği tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu değişkenlerin ilk farkı alınarak birim kök kontrolü tekrar yapılmıştır. Örneğin; CO₂ değişkenine ait serinin ilk farkı örneğin Δ CO₂ için Δ CO₂=CO_{2t}-CO_{2t-1}, başka bir şekilde ifade edilecek olursa serinin bu yıllık değerinden bir önceki yıla ait değerinin çıkarılması yolu ile bulunmaktadır (Göktaş, 2005: 9). Aynı işlem LNERTR değişkeninin ilk farkı olan Δ LNERTR için de yapılmıştır. Bu değişkenlerin ilk farkının p değerinin iki test için de 0.05'ten küçük çıkmasından dolayı H₀ reddedilmiş ve bu değişkenlerin ilk farkta durağan (I(1)) oldukları saptanmıştır. LNGDP, REN ve FOS değişkenlerinin ise düzeyde durağan (I(0)) oldukları tespit edilmiştir.

Model heterojen ve birimler arası korelasyonlu olduğundan panel veri modellerinin tahmini için üç tahminci bulunmaktadır. Bunlardan ilki Görünürde İlişkisiz Regresyon (SUR) tipi tahminciler, ikincisi Ortak Korelasyonlu Etkiler (CCE) ve Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup (CCE-MG) ve üçüncüsü Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincisidir. SUR tipi tahminci birim boyutunun kısa (N≤10) ve zaman boyutunun büyük olduğu durumda kullanılmakta iken; N ve T'nin büyük olması durumunda CCE, CCE-MG tahminci ve AMG tahmincisi kullanılmaktadır. Bu çalışmada N ve T büyük olduğundan CCE-MG Tahmincisi ve AMG Tahmincisi kullanılmıştır.

4.3. Bulgular ve Tartışma

Pesaran (2006), N ve T sonsuza gittiği durumda çok faktörlü kalıntı modeli önermiş, faktörleri gözlenen ve gözlenemeyen ortak faktörler olmak üzere kategorize etmiş ve tutarlı asimptotik normal parametre tahmincileri üretmiştir. Bu sayede ortak etkilerin birimler üzerinde farklı etkiler oluşturmasına ve aynı zamanda ortak faktörler ile bağımsız değişkenler arasında korelasyon derecesinin değişmesine imkân sağlanmaktadır. CCE tahmincisi, gözlenemeyen ortak faktörlerin farklı etkilerini ortadan kaldırmak için

³ Fisher PP testinde, düzeltilmiş ters ki-kare değeri olan χ^2 test istatistik değeri alınmıştır.

regresyon bağımlı ve bağımsız değişkenlerin yatay kesit ortalamaları ile genişletilerek model En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilmektedir. Bu yöntem ile iki farklı ancak ilişkili tahmin yapılmaktadır. Birinci tahminci birimlere özgü modellerden elde edilen parametreler (CCE), diğeri ise Swamy'deki gibi tesadüfi varsayılan birimlere özgü modellerden tahmin edilen parametrelerin ortalamalarıdır (CCE-MG) (Pesaran, 2006: 969). Tablo 8'de CCE-MG tahmincisinin birimlere özgü doğrusal trendli versiyonunun sonucu yer almaktadır.

Tablo 8
CCE-MG Tahmincisi

ÜLKELER	SABİT	LNGDP	LNERTR	REN	FOS
Panel	-9.417	4.074**	0.163	0.001	-0.019
Avustralya	-201.506***	23.027***	-0.296**	-0.007	0.007**
Avusturya	76.534**	-4.082**	-0.011	-0.001	-0.025
Belçika	13.556	-9.547	-0.053	-0.020*	-0.175**
Kanada	-135.610***	12.870**	0.037	-0.018	0.012
Çekya	-13.114	7.819***	0.128	-0.011	0.010
Danimarka	244.686***	-6.250	2.421**	0.005	-0.062
Finlandiya	245.392***	4.612	0.215	0.044*	-0.230***
Fransa	7.679	2.199	-0.297	-0.025*	-0.012
Almanya	-10.060	11.420***	0.046	-0.003	0.001
Macaristan	-21.829	2.116*	-0.172	0.004	-0.016
İtalya	-53.090*	8.349**	0.349	0.000	-0.024**
Japonya	-52.305	5.842**	0.361	0.015***	-0.035
Hollanda	121.434***	0.228	0.384	0.015***	-0.038*
Yeni Zelanda	-74.423*	3.102	-0.195**	0.011*	0.012*
Norveç	-6.5731	4.159	-0.047	-0.001	0.001
Portekiz	-94.644**	2.163	-0.139	-0.005	0.036***
İspanya	-126.041***	5.190	0.059	-0.001	0.068**
İsveç	81.354***	-1.635	0.046	0.001	0.023
İsviçre	9.215	3.484	0.073	-0.009	-0.030
Türkiye	-41.564*	1.708**	0.287**	-0.001	0.002
Birleşik Krallık	-9.349	-4.030	0.434	0.006	0.009
ABD	-166.907***	16.887***	-0.032	-0.013	-0.084

Wald Chi Kare Testi

17.56***

*** : %1; ** : %5 ve * : %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 8'de bağımlı ve bağımsız değişkenlerin yatay kesit ortalamalarının faktörler olarak modele dahil edilmesiyle oluşturulan modelin tahmini tüm panel için ve birimler bazında görülmektedir. CCE-MG tahmincisinin bütün paneli kapsayan sonucuna göre modelin genel olarak anlamlılığını test eden Wald testinin olasılık değeri 0.01'den küçük olduğundan model genel olarak anlamlı çıkmıştır. Tüm panel için LNGDP değişkeninin bağımlı değişken olan CO₂ değişkenini açıklamakta anlamlı olduğu tespit edilmiştir. LNGDP değişkeninde görülen %1'lik bir artış CO₂ değişkenini yaklaşık %4.1 oranında artırmaktadır. Birimler bazında bakıldığında ise 9 ülkede (Avustralya, Kanada, Çekya, Almanya, Macaristan, İtalya, Japonya, Türkiye ve ABD) LNGDP'deki artışın CO₂ emisyonunu artırdığı, 2 ülkede (Avusturya ve Belçika) ise LNGDP'deki artışın CO₂ emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç çoğunluklu olarak ele alındığında

LNGDP'deki artışın istatistiksel açıdan özellikle CO₂ emisyonunu artırdığını ortaya koymaktadır. Özellikle sanayi alanında yapılan üretimden kaynaklı artan milli gelirin CO₂ emisyonunu çoğalttığı söylenebilir.

LNERTR değişkenindeki artışın Danimarka ve Türkiye'de CO₂ emisyonunu artırdığı; Avustralya ve Yeni Zelanda'da ise LNERTR değişkenindeki artışın CO₂ emisyonunu azalttığı saptanmıştır. LNERTR değişkenindeki %1'lik bir artışın CO₂ emisyonunu azalttığı 2 ülkede bu etkinin yaklaşık olarak %0.3'ten az olduğu saptanmıştır. Bu sonuç CO₂ emisyonundan dolayı alınan çevre ile ilişkili vergi gelirlerindeki artışın eser miktarda da olsa CO₂ emisyonunu artırdığını göstermektedir.

REN değişkenindeki %1'lik bir artışın Finlandiya (%0.04), Japonya (%0.01), Hollanda (%0.02) ve Yeni Zelanda'da (%0.01) CO₂ emisyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç özellikle çevreye fosil yakıtlara göre daha duyarlı ve daha çok çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılan bütçedeki artışın CO₂ emisyonunu azaltması beklentisi ile uyusmamaktadır. Bunun nedeni ülkeye özgü spesifik faktörler olabilmektedir. REN değişkenindeki %1'lik bir artışın Belçika'da CO₂ emisyonunu %0.02, Fransa'da ise %0.03 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Belçika ve Fransa için yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlardaki artışın CO₂ emisyonunu azaltması ile ilgili bu bulgu beklentiyi karşılamaktadır.

Avustralya, Yeni Zelanda, Portekiz ve İspanya'da FOS değişkenindeki artışın CO₂ emisyonunu artırdığı saptanmıştır. Yenilenebilir enerjiye göre çevreye daha az duyarlı olan fosil kaynaklara yapılan yatırımlardaki artışın CO₂ emisyonunu artırması fosil kaynakların çevreye olan kötü etkileri ile ilişkilendirilebilmektedir. Belçika, Finlandiya, İtalya ve Hollanda'da ise FOS değişkenindeki artışın CO₂ emisyonunu azalttığı bulgusuna ulaşılmıştır. Bu sonuç ilgili ülkelerin CO₂ emisyonunu azaltmaya yönelik caydırıcı tedbirleri aldığı ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

Eberhardt ve Teal (2010), Eberhardt ve Bond (2009) tarafından türetilen AMG tahmincisi, Pesaran'ın (2006) CCE-MG tahmincisine seçenek olarak ortaya koyulmuştur. AMG tahmincisinin ilk adımında hata düzeltme modeli bir önceki döneme ait zaman gölge değişkeni eklenerek birinci farklar yöntemi ile tahmin edilmekte, ikinci adımda ise bu tahminler her bir birim için kurulan hata düzeltme modeline dahil edilmektedir. Üçüncü adımda ise Pesaran ve Smith'in (1995) MG metodu yardımıyla birimlere özgü parametrelerin ortalaması alınarak AMG tahmincisi elde edilmektedir. Tablo 9'da AMG tahmincisinin birimlere özgü doğrusal trendli versiyonunun sonucu gösterilmiştir.

Tablo 9'da AMG tahmincisi sonuçları panelin tamamı için en üstte, birimler bazında ise altta yer almaktadır. Wald testi modelin genel olarak anlamlılığına işaret etmekle birlikte bu testin p değerinin 0.05'ten küçük olması panelin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir. AMG tahmincisinin bütün paneli kapsayan sonucuna göre LNGDP değişkeninin CO₂ emisyonunu açıklamakta istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ve bu değişimde meydana gelen %1'lik bir artışın CO₂ emisyonunu yaklaşık % 3.95 oranında

artırdığı saptanmıştır. Ülkeler bazında incelendiğinde LNGDP değişkeninin CO₂ emisyonunu açıklamakta istatistiksel olarak anlamlı bir sonucun çıkmadığı ülkeler Belçika, Danimarka ve Birleşik Krallık'tır. LNGDP'deki artışın CO₂ emisyonunu azalttığının tespit edildiği ülkeler Hollanda ve İsveç iken; LNGDP'deki artışın CO₂ emisyonunu artırdığının tespit edildiği ülkeler Avustralya, Avusturya, Kanada, Çekya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İtalya, Japonya, Yeni Zelanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsviçre, Türkiye ve ABD'dir. Ülkelerin çoğunda LNGDP'deki artışın CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç mal ve hizmet miktarındaki artışı ifade eden LNGDP'deki artışın CO₂ emisyonunu artırdığını ampirik olarak ortaya koymakta ve uygulamada da üretim artışı ile birlikte emisyonlarda da artış beklenmektedir.

Tablo 9*AMG Tahmincisi*

ÜLKELER	SABİT	LNGDP	LNERTR	REN	FOS
Panel	-32.087***	3.955***	-0.046	-0.002	-0.003
Avustralya	-123.645***	13.276***	0.014	0.000**	0.003
Avusturya	-71.896***	7.456***	0.013	-0.009	-0.019
Belçika	12.669	0.499	-0.622	-0.037***	-0.019
Kanada	-80.918***	9.223***	0.001	-0.044*	-0.004
Çekya	-14.508	2.610**	0.020	-0.010	-0.004
Danimarka	32.945	-1.189	-0.917	-0.001	0.026
Finlandiya	-16.490	2.862**	-0.123**	0.055**	-0.225***
Fransa	-24.276***	3.137**	-0.208	-0.017**	-0.010*
Almanya	-21.922	3.370**	-0.339	0.023**	0.007
Macaristan	-26.778***	4.108***	-1.074***	-0.000	-0.035***
İtalya	-87.174***	8.531***	0.311	0.007	-0.014*
Japonya	-49.495***	5.190***	0.390	0.055***	0.013
Hollanda	35.674***	-3.112**	0.968***	0.019***	-0.047*
Yeni Zelanda	-73.517***	7.777***	-0.019	0.010**	0.010*
Norveç	-34.785***	3.777***	0.257	-0.000	-0.006
Portekiz	-46.221***	4.846***	0.205	-0.004	0.030***
İspanya	-76.844***	7.885***	0.071	-0.003	0.075***
İsveç	18.145***	-1.043**	-0.038**	0.001	0.056
İsviçre	-17.240**	1.992*	0.206	-0.005	-0.020
Türkiye	-21.148***	2.364***	0.219***	-0.002	0.000
Birleşik Krallık	12.846	-1.067	0.766**	0.007	0.010
ABD	-45.904***	6.318***	-0.080***	-0.030**	-0.036*
Wald Chi Kare Test		20.84***			

*** : %1, ** : %5 ve * : %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

LNERTR olarak ifade edilen çevre ile ilişkili vergilerin parasal değerindeki artışın CO₂ emisyonunu artırdığının saptandığı ülkeler Hollanda, Türkiye ve Birleşik Krallık iken; LNERTR değişkenindeki artışın CO₂ emisyonunu azaldığının tespit edildiği ülkeler Finlandiya, Macaristan ve İsveç'tir.

REN değişkeninde meydana gelen artışın CO₂ emisyonu artışına neden olduğunun saptandığı ülkeler; Avustralya, Finlandiya, Almanya, Japonya, Hollanda ve Yeni Zelanda iken; REN değişkeninde meydana gelen artışın CO₂ emisyonu azalışına neden olduğunun

tespit edildiği ülkeler; Belçika, Kanada, Fransa ve ABD'dir. Doğa dostu yenilenebilir enerji konusunda yapılan kamu harcamalarının sonucu olarak CO₂ emisyonunda azalış beklenmektedir. Buna uygun analiz sonucunun ortaya çıktığı ülkeler Belçika, Kanada, Fransa ve ABD'dir. Bu sonuca aykırı sonucun çıktığı ülkeler ise Finlandiya, Almanya, Japonya, Hollanda'dır. Bu ülkelerde devlet otoritesi tarafından yenilenebilir enerjiye yapılan kamu harcamalarındaki artışının CO₂ emisyonunda herhangi bir azalış meydana getirmemesi yapılan harcamaların yeterli miktarda olmadığından kaynaklanabilmektedir.

FOS değişkenindeki artışın Finlandiya, Macaristan, Hollanda ve ABD'de CO₂ emisyonunda azalışına neden olurken; FOS değişkenindeki artışın Yeni Zelanda, Portekiz ve İspanya'da CO₂ emisyonunda artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerjiye göre çevreye daha az duyarlı olan Fosil yakıtlara yapılan kamu harcamalarındaki artış ile birlikte CO₂ emisyonunda artışın gerçekleşmesi beklenmektedir. Buna uygun sonucun çıktığı ülkeler Yeni Zelanda, Portekiz ve İspanya'dır. Finlandiya, Macaristan, Hollanda ve ABD'de ise fosil kaynaklara yapılan kamu harcamalarındaki artış CO₂ emisyonunda azalışa neden olmuştur. Bu sonuç bize bu ülkelerin fosil kaynaklara kamu harcaması yapmasına rağmen çevreye duyarlı yatırımlarda bulunarak CO₂ emisyonunu azaltma konusunda oldukça ciddi önlemler aldığını göstermektedir.

5. Sonuç

OECD'ye üye 22 ülkede 1994-2023 dönemini ele alan toplam 30 yıllık süre için yapılan panel zaman serisi analizinde ilk yöntem olarak kullanılan CCE-MG Tahmincisi bulgularına göre panelin tamamı ve tek tek ülkeler ele alındığında 9 ülke için LNGDP'de görülen bir artışın CO₂ emisyonunda bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. İkinci yöntem olarak kullanılan AMG Tahmincisi sonucuna göre de panelin tamamı ve birimler bazında incelendiğinde toplam 17 ülkede LNGDP'de görülen bir artışın CO₂ emisyonunda bir artışa sebebiyet verdiği ortaya çıkmıştır. İki metotta da benzer bulguların çıkması, LNGDP'deki artışa neden olan mal ve hizmet artışı için yapılan üretimin çevre kirliliğini olumsuz etkilediğini desteklemektedir.

Çevreyi daha fazla kirletenin daha fazla çevre ile ilişkili vergiyi (LNERTR) ödemesi ve böylece bu vergi gelirlerinde artışa neden olması beklenmektedir. Dolayısıyla çevre ile ilişkili vergi gelirlerindeki artışın da CO₂ emisyonunda artışa sebep olması beklenmektedir. Bu beklentiye uygun olarak LNERTR değişkenindeki artışın CO₂ emisyonunu artırdığının saptandığı ülkeler CCE-MG tahmincisinde Danimarka ve Türkiye'dir. AMG tahmincisinde ise çevre ile ilişkili vergi gelirlerindeki artışın CO₂ emisyonunda artışa neden olduğu ülkeler Hollanda, Türkiye ve Birleşik Krallık olarak tespit edilmiştir. CCE-MG tahmincisinde LNERTR değişkenindeki artışın CO₂ emisyonunu azalttığının tespit edildiği ülkeler Avustralya ve Yeni Zelanda iken; AMG tahmincisinde bu ülkeler Finlandiya, Macaristan, İsveç ve ABD'dir. Bu ülkelerde ortaya çıkan bu sonuç sadece vergileme yöntemi yerine başka önlemler yoluyla CO₂ emisyonunun önlendiğine işaret etmektedir.

Çevre dostu olan yenilenebilir enerji konusunda yapılan kamu harcamalarının CO₂

emisyonunu azaltması beklenmektedir. CCE-MG tahminisinde yenilenebilir enerji alanındaki kamu harcamalarındaki artışın CO₂ emisyonunda azalışa neden olduğu ülkeler Belçika ve Fransa iken; AMG tahminisinde Belçika, Kanada, Fransa ve ABD çıkmıştır. Yenilenebilir enerji alanındaki kamu harcamalarındaki artışın CO₂ emisyonunda artışa neden olduğu ülkeler ise CCE-MG tahminisine göre Finlandiya, Japonya, Hollanda ve Yeni Zelanda'da iken; AMG tahminisinde Avustralya, Finlandiya, Almanya, Japonya, Hollanda ve Yeni Zelanda ülkeleri saptanmıştır. Bu sonuç bu ülkelerde çevre dostu kamu harcamalarına rağmen CO₂ emisyonlarının yüksek olduğunu düşündürmektedir.

Çevreye daha az dost olan fosil yakıtlara yapılan kamu harcamalarındaki artışın ise emisyonunu artırması beklenmektedir. Beklentiye uygun ampirik bulgular CCE-MG tahmincisi için Avustralya, Yeni Zelanda, Portekiz ve İspanya'da; AMG tahmincisi için ise Yeni Zelanda, Portekiz ve İspanya'da çıkmıştır. Bu sonuç bu ülkelerde CO₂ emisyonu artışına neden olan fosil yakıt alanındaki kamu harcamalarındaki azaltılması gerektiğine işaret etmektedir. Beklentinin tersine fosil yakıt alanındaki kamu harcamalarındaki artışın CO₂ emisyonunda azalışa neden olduğu ülkeler ise CCE-MG tahmincisinde Belçika, Finlandiya, İtalya ve Hollanda; AMG tahmincisinde ise Finlandiya, Fransa, Macaristan, Hollanda ve ABD çıkmıştır. Bu sonuç fosil yakıt alanındaki kamu harcamalarına rağmen bu ülkelerin CO₂ emisyonunu azaltma konusunda ciddi önlemler aldığını göstermektedir.

Yapılan bu çalışma, üreticilerin yeşil dönüşüm için daha fazla çaba harcamaları ve CO₂ emisyonunun azaltmaya çalışmaları gerektiğine odaklanmaktadır. Yeşil bütçelemenin benimsenmesi, kamu harcamalarının çevre dostu alanlara yönlendirilmesini, yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesini ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimini mümkün kılmaktadır. Politika yapıcılar açısından bu bulgular, mali planlamanın iklim değişikliğiyle mücadelede stratejik bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir, CO₂ emisyonunu minimize etmek için caydırıcı önlemler almalıdır. Bu sayede Birleşik Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kapsamında iklim eylemi amacına, sorumlu üretim ve tüketim amacına, yenilenebilir kaynaklara yönelik üretimi destekleyen erişilebilir ve temiz enerji amacına da hizmet edilmiş olacaktır. Ayrıca daha az kirlenmiş çevre ile sudaki yaşam ve karasal yaşam amaçlarına da destek sağlanmış ve sürdürülebilir bir çevre ile eko-sistemler korunmuş olacaktır. Küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlamak için sera gazı emisyonlarını 2030'a kadar %43 oranında azalmasını sağlamak hedefini taşıyan Paris Anlaşması kapsamında ülkelerin yaptıkları ulusal eylem planlarının güvenilir, sürdürülebilir, denetlenebilir ve uygulanabilir olması gerekmektedir. Ulusal eylem planlarının daha sıkı denetime tabi tutularak caydırıcı olması hem uygulanabilirliği hem de sürdürülebilirliği sağlamak için yönlendirici olacaktır.

Bu çalışmada kullanılan verilerin bazı ülkelerde oldukça eksik olmasından dolayı bazı OECD ülkeleri dışarda bırakılmıştır. Gelecekteki çalışmalar zaman serisi analizi ile ülke bazlı araştırmalarına odaklanarak ülkelerin yeşil bütçeleme alanında uyguladıkları maliye politikalarına daha detaylı odaklanarak hangi maliye politikasının daha faydalı olabileceği konusunda geleceğe ışık tutabilirler.

Yazarlık Beyanı: Tüm yazarlar çalışmanın tasarımı, veri toplama, analiz ve makale yazımına katkıda bulunmuştur. Tüm yazarlar makalenin son halini gözden geçirecek onaylamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar, araştırma, yazarlık ve yayınlama süreçlerinde herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

Finansman: Yazarlar, bu çalışmaya herhangi bir mali destek veya finansman sağlanmadığını beyan eder.

Etik Beyanı: Yaza(lar, bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğunu ve kullanılan tüm kaynakların düzgün bir şekilde alıntılındığını beyan eder.

Yapay Zeka Beyanı: Yazarlar, bu çalışmada üretken yapay zeka kullanmadıklarını beyan eder.

Kaynakça

- Abbas, Q., Imran, M., & Sattar, A. (2025). From linear to circular: The impact of economic policies and technological innovations on greenhouse gas emissions in the Netherlands. *Carbon Balance and Management*, 20(11), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s13021-025-00297-1>
- Abdullah, S., & Morley, B. (2014). Environmental taxes and economic growth: Evidence from panel causality tests. *Energy Economics*, 42, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.013>.
- Ağcakaya, S., & Erduran, Y. (2025). Yeşil bütçeleme kapsamında program esaslı performans bütçede dönem performansının değerlendirmesi: 2021-Q1/2023-Q4 dönemi Entropi temelli Waspas örneği. *Fiscaoeconomia*, 9(3), 1545–1559. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1481129>.
- Akçay, F., Yavuz, E., & Kılıç, E. (2023). Karbon emisyonu ile vergileme arasındaki ilişkinin cumhuriyettan günümüze analizi: Kantil eşbütünleşme yaklaşımından kanıtlar. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(Özel Sayı), 59–78. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1310434>.
- Alaz Karbon. (2024). Türkiye 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefi. <https://alazkarbon.com/en-US/blog/carbon-footprint/turkiye-2053-yilina-kadar-net-sifir-emisyon-hedefi>.
- Anadolu Ajansı. (2025). Enerji terminali. <https://www.aa.com.tr/tr/enerjiterminali/analiz/dogal-gaz-dagitimina-2024te-15-milyar-lira-yatirim-yapildi/49310>.
- Armağan, A. (2023). Yeşil bütçeleme yaklaşımı: Türkiye’de uygulanabilirliği. *Scientific Journal of Finance and Financial Law Studies*, 3(1), 1–22. <https://izlik.org/JA92NZ38GG>.
- Australian Government. (2025). Australia’s net zero plan. <https://www.dceew.gov.au/sites/default/files/documents/net-zero-report.pdf>.
- Avcı, M. (2022). OECD ülkelerinde yeşil bütçe girişimleri ne durumda? Kanıtların değerlendirilmesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 20(46), 885–914. <https://doi.org/10.35408/comuybd.1151646>.
- Ayas, I. (2025). Çevre vergileri ve kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyona etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 177–188. <https://doi.org/10.33707/akuiibfd.1635682>.
- Aydın, B. (2024). The effects of environmental taxes on carbon emissions: A study on select EU member states. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 1–18. <https://doi.org/10.33416/baybem.1498838>.
- Aydın, M., Sogut, Y., & Altundemir, M. E. (2023). Moving toward the sustainable environment of European Union countries: Investigating the effect of natural resources and green budgeting on environmental quality. *Resources Policy*, 83, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103737>.
- Azhar, A., Abutabenjeh, S., & Nukpezah, J. (2025). Budgeting system and economic development outcomes.

- Public Administration Quarterly, 49(2), 106–124. <https://doi.org/10.1177/07349149241258921>.
- Batmaz, T. (2025). Dynamic interrelationships among energy prices, exchange rates, and inflation: An empirical analysis for the Turkic Republics. *Bilig*, 112, 63–104. <https://doi.org/10.12995/bilig.7933>.
- Belsley, D. A., Kuh, E., & Welsch, R. E. (1980). *Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. John Wiley & Sons.
- Bjørndalen, J., Flagstad, O. A., Hadizadeh, M., Koefoed, A. L., McConnell, E., Midtsund, M., Narula, H., Ono, T., Romanenko, E., Scafidi, J., Selvakkumaran, S., Furuseh, S. V., Zambon, A., & Zwart, R. J. (2024). Energy transition outlook Norway 2024 (pp. 1–67). https://ticaret.gov.tr/data/5b8a43355c7495406a227616/DNV_ETO_Norway_2024_launch.pdf.
- Bozatlı, O., & Akca, H. (2023). The effects of environmental taxes, renewable energy consumption and environmental technology on the ecological footprint: Evidence from advanced panel data analysis. *Journal of Environmental Management*, 345, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118857>.
- Carfora, A., Minervini, I. F., & Scandurra, G. (2025). Fiscal incentives for energy poverty in Italy: Bridging the gap or missing the mark? *Energy Research & Social Science*, 126, Article 104161, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104161>.
- Chironi, D., & della Porta, D. (2026). The contentious politics of renewable energy: Territorial cleavages in Italy's 'green' transition. *Territory, Politics, Governance*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/21622671.2026.2618188>.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249–272. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6).
- Coakley, J., Fuertes, A., & Smith, R. P. (2002). A principal components approach to cross-section dependence in panels. 10th International Conference on Panel Data, Berlin, Germany. <https://ideas.repec.org/p/cpd/pd2002/b5-3.html>.
- Değirmenci, T., & Yavuz, H. (2024). Environmental taxes, R&D expenditures and renewable energy consumption in EU countries: Are fiscal instruments effective in the expansion of clean energy? *Energy*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131466>.
- Department of Energy. (2025). Budget in brief. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-03/doe-fy-2025-budget-in-brief.pdf>.
- Douillet, M., Ledez, M., Dutrievoz, L., & Hainaut, H. (2025). Panorama des financements climat. I4CE – Institute for Climate Economics. https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2025/07/Panorama-des-financements-climat-ed-2025_Synthese-et-resultats.pdf.
- Eberhardt, M., & Bond, S. (2009). Cross-section dependence in nonstationary panel models: A novel estimator. *Munich Personal RePEc Archive*, No. 17870, 1–26.
- Eberhardt, M., & Teal, F. (2010). Productivity analysis in global manufacturing production (Economics Series Working Papers No. 515). University of Oxford, Department of Economics.
- Energy Storage News. (2025). Portugal to invest €400 million into grid and BESS after Iberian blackout. <https://www.energy-storage.news/portugal-to-invest-e400-million-into-grid-and-bess-after-iberian-blackout/>.
- Ergen, Z. (2021). Ekolojik dengeyle uyumlu yeşil bütçeler ve yerel yönetim uygulamaları. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30(2), 62–73. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.944665>.
- Europäischer Rat. (2025). Rat der Europäischen Union: Pariser Klimaschutzübereinkommen. <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/paris-agreement-climate/>.

- Fisher, R. A. (1932). *Statistical methods for research workers*. Oliver and Boyd.
- Gawel, E., & Korte K. (2023). Ein grünes Investitionsprogramm für Deutschland. Umweltbundesamt; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/05_2023_uib_ein_gruenes_investitionsprogramm.pdf.
- Gelir İdaresi Başkanlığı. (2026). 2464 - Belediye Gelirleri Kanunu. <https://www.gib.gov.tr/mevzuat/kanun/449>.
- Gelir İdaresi Başkanlığı. (2026). 4760 - Özel Tüketim Vergisi Kanunu. <https://www.gib.gov.tr/mevzuat/kanun/437>.
- Göktaş, Ö. (2005). Teorik ve uygulamalı zaman serileri analizi. Beşir Kitabevi.
- Grüne Sachwerte Ökologische Geldanlagen. (2025). Erneuerbare energien in Kanada. <https://www.gruene-sachwerte.de/news/erneuerbare-energien-in-kanada/>.
- Güney, Y., & Zeren, F. (2025). Yeşil Ar-Ge yatırımları, yeşil teknoloji ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin incelenmesi: G7 ülkeleri örneği. *Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(18), 50–74. <https://doi.org/10.51947/yonbil.1716299>.
- Hidayati, S. N., Suyono, J., & Hartomo, D. D. (2022). The role of budgeting in realizing a green economy and economic growth. In 9th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1114/1/012077>.
- Huang, J. (2019). A brief guide to the Paris agreement and rulebook. Center for Climate and Energy Solutions. <https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2019/06/paris-agreement-and-rulebook-guide.pdf>.
- Hughes, T. (2025). Changing patterns of government expenditure 2006–2025. *New Zealand Treasury Paper*, 25(1), 1–55. <https://www.treasury.govt.nz/publications/tp/tp-25-01>.
- Hungarian Heavy Industry Decarbonisation. (2023). Roadmap. https://v4decarb.org/wp-content/uploads/2023/07/Roadmap_HU_Final.pdf.
- Im, K., Pesaran, H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).
- Jensen, L., & Hourdin, C. (2025). Briefing: Fahrplan der EU zur klimaneutralität. Kontrolle der mitgliedstaaten. Klimaschutzstrategie der EU. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/772887/EPRS_BRI\(2025\)772887_DE.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/772887/EPRS_BRI(2025)772887_DE.pdf).
- Kargı, V., & Yüksel, C. (2010). Çevresel dışsallıklarda kamu ekonomisi çözümleri. *Maliye Dergisi*, 159, 183–202. <https://izlik.org/JA44TX88RX>.
- Kete, H. (2022). Green budgeting: France and Italy practices. *Uluslararası Sosyal, Siyasal ve Mali Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 102–115. <https://izlik.org/JA58XP75KE>.
- Kılıçer, E. (2016). Çevreye duyarlı bütçeleme. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 6(2), 37–53. <https://izlik.org/JA49UF38KN>.
- Klimek, J. A., Klimek, J., Barej-Kaczmarek, E., Gębski, B., Kołodziejczak, S., & Terelak, A. (2024). Infrastructure fund as an alternative driver in the implementation of green energy policy in European countries. *Energy Reports*, 11, 1766–1773. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.01.041>.
- Koç Arslan, S., & Gürler Hazman, G. (2024). OECD üyesi ülkelerin çevre koruma harcamalarının etkinliğinin belirleyicileri: İki aşamalı veri zarflama analizi uygulaması. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 11(36), 124–138. <https://doi.org/10.70490/gumrukticaretdergisi.1536364>.
- La Torre, M., Leo, S., Palma, A., & Zapata, J. D. S. (2024). Public spending and green finance: A systematic

- literature review. *Research in International Business and Finance*, 68, Article 102197, 1–34. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2023.102197>.
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(1), 631–652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.61.s1.13>.
- Ministry of the Environment Finland. (2025). Annual climate report 2025 (Publications of the Ministry of the Environment 2025:30). <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-726-1>.
- Monteiro de Macedo, P., Berghmans, N., Kauffmann, C., & Lévy, P. (2025). New industrial policies: Lessons for the EU and the clean industrial deal. https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Etude/202510-ST0425-new%20industrial%20policies_1.pdf.
- Nakai, T. (2024). Japan's triple sustainability challenge. *Asia Pacific Business Review*, 30(3), 1–15. <https://doi.org/10.1080/13602381.2024.2320541>.
- Nicolas, R., Titl, V., & Schotanus, F. (2025). European funds and green public procurement. *Ecological Economics*, 227, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108400>.
- OECD. (2017). Green growth indicators 2017. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264268586-en>.
- OECD. (2023). Methodological guidelines for environmentally related tax revenue accounts. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/d752d120-en>.
- OECD. (2024). Supplement to pricing greenhouse gas emissions 2024: Gearing up to bring emissions down (OECD Series on Carbon Pricing and Energy Taxation). OECD. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/carbon-pricing-and-energy-taxes/carbon-pricing-background-notes.pdf>.
- OECD. (2026). OECD economic surveys: Denmark 2026. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3d6cb4b8-en>.
- Our World in Data. (2025). CO₂ emissions per capita. <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita?time=1993..latest&country=~BEL>.
- Özdemir, H. (2025). Kamu maliyesinde yeşil dönüşüm: Yeşil bütçe etiketleme uygulamaları ve Türkiye'ye yönelik politika önerileri. *Sayıştay Dergisi*, 36(138), 545–573. <https://doi.org/10.52836/sayistay.1704203>.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Econometrics*, No. 0435, 1–39. <https://doi.org/10.2139/ssrn.572504>.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967–1012. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00692.x>.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1995). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. *Cambridge Working Papers in Econometrics*, No. 9514, 1–31. <https://doi.org/10.1017/CCOL0521633230.01>.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>.
- Petrovic, P., & Lobanov, M. (2020). The impact of R&D expenditures on CO₂ emissions: Evidence from sixteen OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 248, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119187>.
- Raihan, A., Rahman, J., Tanchangya, T., Ridwan, M., & Islam, S. (2025). An overview of the recent

- development and prospects of renewable energy in Italy. *Renewable & Sustainable Energy*, 2(2), 1–23. <https://doi.org/10.55092/rse20240008>.
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). CO₂ and greenhouse gas emissions. <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>.
- Sajjad, S., Bhuiyan, R. A., Dwyer, R. J., Bashir, A., & Zhang, C. (2024). Balancing prosperity and sustainability: Unraveling financial risks and green finance through a COP27 lens. *Studies in Economics and Finance*, 41(8), 545–570. <https://doi.org/10.1108/SEF-06-2023-0353>.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2025). Förderungen für mehr Klimaschutz. <https://www.bafu.admin.ch/de/foerderungen-klimaschutz>.
- Seghini, C., & Dees, S. (2024). The green transition and public finances. *SSRN Electronic Journal*, 1–38. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4713405>.
- Spain's Energy and Green Transition. (2024). https://www.business-sweden.com/49aae0/contentassets/447a1343736e4600adb456803f8ee317/report_energy-and-green-transition-study-spain.pdf.
- Spending Review. (2025). Presented to Parliament by the Chancellor of the Exchequer by Command of His Majesty. <https://www.gov.uk/government/publications/spending-review-2025-document/spending-review-2025-html>.
- State Treasury Republic of Finland. (2024). Energy transition. <https://www.treasuryfinland.fi/investor-relations/sustainability-and-finnish-government-bonds/data-and-facts-energy-transition/>.
- Swamy, P. (1971). *Statistical inference in random coefficient regression models*. Springer.
- Şentürk Ulucak, Z. (2024). Sürdürülebilir kalkınma perspektifinde yeşil bütçeleme ve vergi politikaları. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 9(2), 478–493. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/4204676>.
- Tang, Z., Zhang, Z., & Deng, W. (2024). Government environmental expenditure, budget management, and regional carbon emissions: Provincial panel data from China. *Sustainability*, 16, Article 6707, 1–17. <https://doi.org/10.3390/su16156707>.
- Tawiah, V., & Zakari, A. (2024). Government political ideology and green innovation: Evidence from OECD countries. *Economic Change and Restructuring*, 57(125), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10644-024-09712-y>.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). 2053 net sıfır emisyon hedefimiz ve dögüsel ekonomiye geçişte önemli bir adım. <https://csb.gov.tr/haberler/bakan-kurum-2053-net-sifir-emisyon-hedefimiz-ve-dongusel-ekonomiye-geciste-onemli-bir-adim-302193>.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024). Yeşil ulaşım için hedef sıfır emisyon. <https://www.uab.gov.tr/haberler/yesil-ulasim-icin-hedef-sifir-emisyon>.
- Tepekule, U., & Köslü, G. (2023). Yeşil bütçeleme yaklaşımı ve performans esaslı program bütçe uygulaması: Türkiye için bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 59, 373–406.
- The Center for Climate and Energy Solutions. (2025). <https://www.c2es.org/content/u-s-emissions/>.
- The International Energy Agency. (2022). Canada 2022 energy policy review. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7ec2467c-78b4-4c0c-a966-a42b8861ec5a/Canada2022.pdf>.
- The International Energy Agency. (2025a). Energy system of Austria. <https://www.iea.org/countries/austria>.
- The International Energy Agency. (2025b). Energy policy review Czechia 2025.

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/4c97beb3-4dc7-48ec-9010-4f3fd2f50592/Czechia2025.pdf>.

The United Nations Framework Convention on Climate Change. (2025). <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>.

Vezzoni, R. (2023). Green growth for whom, how and why? The REPowerEU plan and the inconsistencies of European Union energy policy. *Energy Research & Social Science*, 101, Article 103134, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103134>.

World Bank Group. (2025). DataBank: Metadata glossary. https://databank.worldbank.org/metadataglossary/all/series#C_G.

Yapıcı, F. (2019). Transition from economic growth to green growth: Green budgeting. 34th International Public Finance Conference, Turkey.

Ek A

Yeşil Bütçeleme ve Karbon Emisyonu İlişkisini Araştıran Çalışmalar

Çalışmanın Yazar(lar)ı - (Yılı) - Ülke(ler) - Dönem	Yöntem	Bulgular
Kılıçer (2016) / Türkiye	Literatür Analizi	Çevreye duyarlı bütçelemenin sürdürülebilir kaynak yönetimi ve yaşam kalitesi için önemli bir araç olduğunu ve yerel bütçelerle entegrasyonunun çevre korumayı kolaylaştırdığını göstermektedir.
Petrović & Lobanov (2020) / 1981 – 2014 / 16 OECD Ülkesi	Panel Regresyon Analizi	Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının uzun vadede ortalama CO ₂ emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. Etkiler ülke bazında değişkenlik göstermektedir.
Yapıcı (2019)	Literatür Taraması	Yeşil bütçelemeyle çevresel sorunlarla mücadelede devletler için kritik bir araç olduğu ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklediği vurgulanmaktadır. Yeşil bütçelemeyle etkin uygulanabilmesi için bileşenlerin ve gerekliliklerin doğru şekilde belirlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.
Avcı (2022) / 35 OECD Ülkesi	Anket Yöntemi	14 ülkenin uyguladığı yeşil bütçelemede en büyük motivasyon çevresel duyarlılığı artırmak olup, araç çeşitliliğine rağmen metodoloji ve kaynak eksikliği temel sorunları oluşturmaktadır.
Hidayati vd. (2022) / Endonezya	Doküman Analizi	Bütçeleme, Endonezya’da yeşil ekonomi ve sürdürülebilir büyüme için kritik bir araçtır. Bu araç, 2050 vizyonuna uygun stratejilerle uygulanmalıdır.
Kete (2022) / Fransa ve İtalya	Karşılaştırmalı Analiz	Her iki ülkenin yeşil bütçe uygulamalarında başarılı olduğu ve kendi dinamikleri ile elde ettikleri bu başarıların politika yapımcılar için rehber niteliği taşıdığı belirlenmiştir.
Akçay vd. (2023) / AB Ülkeleri	Kantil Eşbütünleşme Analizi	Karbon emisyonları ve çevre vergi gelirleri arasında nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir. Çevre vergilerinin emisyon azaltıcı potansiyeli sonucuna ulaşılmıştır.
Tepekule & Köslü (2023) / Türkiye	Karşılaştırmalı Analiz	Türkiye’de yeşil bütçelemeyle uygulanması için bütçenin çevresel önceliklere göre düzenlenmesi ve iklim politikalarını denetleyecek bağımsız bir mekanizma kurulması gerekmektedir.
Armağan (2023) / Türkiye	Karşılaştırmalı	Fosil yakıt destekleri azaltılarak düşük karbon

	Analiz	üretimi teşvik edecek vergi ve harcama planları yapılmalı ve yeşil bütçeleme çevresel sürdürülebilirlik için kullanılmalıdır.
Sajjad vd. (2024) / G-7 Ülkeleri	Kantil Regresyon Analizi	Ekonomik büyümenin karbon emisyonlarını artırdığını ancak etkin kaynak kullanımı, gelişmiş finansal sistemler ve yeşil inovasyonun emisyonları azaltarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklediği görülmektedir. Ayrıca finansal risk yönetiminin, çevresel kaliteyi korumada ve gelecekteki emisyonları önlemede önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Aydın vd. (2023) / 1995- 2018 / 20 AB Ülkesi	Panel Eşbütünleşme Testi	Çevre koruma harcamaları ve vergileri bazı AB ülkelerinde ekolojik ayak izini azaltırken, doğal kaynak rantlarının artışı çevre kirliliğini artırmaktadır. Bu nedenle AB çevre politikalarının revize edilmesi gerekmektedir.
Şentürk Ulucak (2024)	Literatür Taraması	Yeşil bütçeleme uygulamalarının sadece çevresel amaçlara değil ekonomik/ sosyal sürdürülebilirliğe; çevresel vergiler ve bütçe araçlarının da sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkısı vurgulanmıştır.
Tang vd. (2024) / Çin'in 30 Eyaleti	İki Yönlü Sabit Etkiler Paneli	Hükümet çevre harcamalarının ve bütçe yönetiminin karbon emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiş; çeşitli bölgelerde farklı etkiler gözlenmiştir.
Aydın (2024) / Seçilmiş AB Ülkeleri	Nedensellik (Dumitrescu-Hurlin) Analizi	Ulusal gelir, kamu harcamaları ve Ar-Ge ile çevresel vergiler ile karbon emisyonları arasında Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Özellikle çevre vergileri emisyon davranışlarını etkilemektedir.
Değirmenci & Yavuz (2024) / AB Ülkeleri	AMG & DCCE Dinamik Panel	Çevre vergileri yenilenebilir enerji tüketimini bazı ülkelerde pozitif yönde, bazı ülkelerde de diğerlerde negatif yönde etkilemektedir. Ar-Ge harcamalarının yenilenebilir enerji tüketimine etkisi ülkelere göre heterojendir.
Klimek vd. (2024) / Avrupa Ülkeleri	Veri Analizi	Altyapı fonları Avrupa'da yeşil enerji yatırımlarını desteklemektedir. Doğu Avrupa'da az yatırım olmasına rağmen kârlılık yüksek ve potansiyel büyüktür.
Azhar vd. (2025)	Anket Yöntemi	Çalışma, yerel yönetimlerde ekonomik kalkınmanın planlama, bütçeleme ve değerlendirme unsurlarını birlikte içeren bütüncül bir bütçe sistemi çerçevesinde ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Değerlendirme unsurunun yaşam kalitesi, vergi tabanı ve istihdam üzerinde; bütçeleminin ise vergi tabanı, çevresel sürdürülebilirlik ve istihdam üzerinde pozitif ve anlamlı etkiler yarattığı saptanmıştır. Planlamanın etkisi ise yalnızca çevresel sürdürülebilirlik alanında anlamlı bulunmuştur.
Arslan & Hazman (2024) / 2008-2020 / 30 OECD Ülkesi	İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi	Ekonomik büyüme çevre koruma harcamalarının etkinliğini artırırken; artan nüfus yoğunluğu bu etkinliği azaltmaktadır.
La Torre vd. (2024) / 1992-2022	Sistematik	Çalışma, Avrupa kamu yönetimlerinde

/ Avrupa Ülkeleri	Literatür Taraması		sürdürülebilir finans alanında birçok araştırma yapıldığını, ancak özellikle yeşil finans ve finansman yöntemleri konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.
Ulucak (2024)	Literatür Taraması		Yeşil bütçeleme ve dijital bankacılık entegrasyonu, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen kritik bir araçtır.
Seghini & Dees (2024) / 2030-2050	Dinamik Stokastik Genel Denge Analizi		Aşırı kamu harcamaları borcu artırırken, karbon fiyatlandırması ve dengeli politikalar emisyonları azaltıp mali yükü sınırlandırmaktadır.
Batmaz (2025) / 2010 – 2022 / Türkiye, Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan ve Özbekistan	Toda ve Yamamoto Yaklaşımı ile Granger Nedensellik Analizi		Ampirik bulgular, enflasyonun doğal gaz fiyatlarından etkilendiğini, petrol fiyatlarının dolaylı olarak enflasyona yol açtığını, döviz kurunun etkisinin ülkeye özgü olduğunu, enerji ile döviz kurları arasında zayıf bir ilişki bulunduğunu göstermektedir.
Tawiah & Zakari (2024) / 2010 – 2018 / 20 Demokratik Çok Partili Ülke	Panel Analizi	Veri	Sol görüşlü hükümetler yeşil inovasyonu olumsuz etkilerken; sağ görüşlü hükümetler teknolojik ilerlemeyi teşvik etmekte, seçim yılları bu etkiyi değiştirmemektedir. Bu durum, siyasi ideolojinin çevresel yenilikleri şekillendirmede belirleyici olduğunu göstermektedir.
Güney & Zeren (2025) / G7 Ülkeleri	Panel Analizi	Veri	Yeşil Ar-Ge yatırımlarının çevre kirliliğine etkisi ülkeler arasında heterojendir: çoğu G7 ülkesinde Ar-Ge, çevre kirliliğini azaltmak yerine arttırıcı etki göstermektedir. Kurumsal yapının önemi vurgulanmıştır.
Ayas (2025) / Seçilmiş AB Ülkeleri	Panel Analizi	Veri	Çevre vergileri ve kamu yenilenebilir enerji yatırımlarının yeşil inovasyon üzerinde etkileri incelenmiş, vergi politikalarının yeşil inovasyonu teşvik edebileceği bulgulanmıştır.
Özdemir (2025) / Türkiye	SWOT Analizi		Türkiye’de merkezi bütçeleme kurumsallaşmış olsa da yeşil bütçe etiketleme uygulamalarında bazı yapısal eksiklikler bulunmakta ve yeşil dönüşüm için kurumsal ve teknik önerilere ihtiyaç bulunmaktadır.
Ağcakaya & Erduran (2025) / 2021-2023 / Türkiye	Entropi ve WASPAS Yöntemi		Programların yeşil bütçeye dâhil edilme gereççeleri tartışılmış, yıllara göre ağırlık hesaplamaları yapılmış ve en etkin dönemin 2023-Q4 olduğu belirlenmiştir; I. düzey programlar arasında en yüksek ağırlık Şehircilik ve Risk Odaklı Bütünleşik Afet Yönetimi’ne aittir.
Nicolas vd. (2025) / 2006 – 2019 / Çekya	Veri Analizi		Avrupa yapısal ve yatırım fonları ortak finansmanı yeşil kamu alımları kullanımını sınırlı ama anlamlı şekilde arttırmakta ve yeşil kamu alımları kullanımını esas olarak finansman mevcudiyetine bağlıdır.