

**Araştırma Makalesi • Research Article****Green Fiscal Rules and Economic Growth in Europe: A Panel Data Approach**

Nuran Halise Belet\*

**Abstract:** The European Union's progress toward a 2050 carbon-neutrality goal has led to a central role for green fiscal rules in its economic and environmental governance structure. The study examines the effects of green fiscal policies, as gauged by environmental revenues, on economic growth in 23 EU countries from 2008 to 2022 via panel random-effects and Panel ARDL models. The data reveal a strongly positive and significant correlation between environmental revenue and GDP per capita over the short and long term, suggesting that green fiscal policies can support both economic growth and environmental sustainability. Gross capital formation, managed current account deficits, and moderate inflation also contribute positively to economic growth. Greenhouse gas emissions show no immediate impact, but there is a long-run positive link to growth, underscoring the EU's ongoing structural reliance on sectors with high emissions. The research indicates that green fiscal regulations can promote innovation, job development, and sustained competitiveness when paired with strategic reinvestment in green technologies and infrastructure. The study offers empirical evidence backing the integration of environmental taxation into wider fiscal frameworks and provides policy suggestions to guarantee a fair and efficient green transition

**Keywords:** Economic Growth, Green Fiscal Rules, Environmental Sustainability, EU, Panel ARDL.

***Avrupa'da Yeşil Mali Kurallar ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Yaklaşımı***

**Öz:** Avrupa Birliği'nin 2050 karbon nötrlüğü hedefine doğru kaydettiği ilerleme, ekonomik ve çevresel yönetim yapısında yeşil mali kuralların merkezi bir rol oynamasına yol açmıştır. Bu çalışma, panel rastgele etkiler ve Panel ARDL modelleri aracılığıyla, 2008'dan 2022'e kadar 23 AB ülkesinde çevresel gelirlerle ölçülen yeşil mali politikaların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektedir. Veriler, kısa ve uzun vadede çevre gelirleri ile kişi başına GSYİH arasında güçlü ve anlamlı bir pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymakta ve yeşil mali politikaların hem ekonomik büyümeyi hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleyebileceğini göstermektedir. Brüt sermaye oluşumu, yönetilen cari hesap açıkları ve ılımlı enflasyon da ekonomik büyümeye olumlu katkıda bulunmaktadır. Sera gazı emisyonlarının hemen bir etkisi görülmemekle birlikte, büyümeyle uzun vadede pozitif bir bağlantı bulunmaktadır ve bu da AB'nin yüksek emisyonlu sektörlere olan yapısal bağımlılığını vurgulamaktadır. Araştırma, yeşil mali düzenlemelerin, yeşil teknolojiler ve altyapıya stratejik yeniden yatırımla birleştirildiğinde inovasyonu, istihdam gelişimini ve sürdürülebilir rekabet gücünü teşvik edebileceğini göstermektedir. Çalışma, çevre vergilerinin daha geniş mali çerçevelere entegrasyonunu destekleyen ampirik kanıtlar sunmakta ve adil ve verimli bir yeşil geçişi garanti altına almak için politika önerileri sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Yeşil Mali Kurallar, Çevresel Sürdürülebilirlik, AB, Panel ARDL.

\*Ass.Prof., Ankara HBV University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics ORCID: 0000-0003-0394-6339 [nuran.belet@hbv.edu.tr](mailto:nuran.belet@hbv.edu.tr)

**Cite as/ Atıf:** Belet, N. H. (2026). Green fiscal rules and economic growth in Europe: A panel data approach. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 744-770 <http://dx.doi.org/10.18506/anemon.1778818>

**Received/Geliş:** 05 Sep/Eylül 2025

**Accepted/Kabul:** 31 Dec/Aralık 2025

**Published/Yayın:** 30 Apr/Nisan 2026

e-ISSN: 2149-4622. © 2026 The Author(s). This article is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial4.0 International License (CC BY-NC 4.0): <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## **Introduction**

In the past four decades, the rising global temperatures and ecological degradation have forced countries around the world to invest in green infrastructure to tackle the issue of climate change. Particularly, after the 2016 Paris Climate Agreement, in which 196 countries participated, they declared to implement green fiscal policies to meet the environmental goals (Iqbal, Ali, and Bakhtawar 2025; Obobisa and Ahakwa 2024). According to the International Atomic Energy Agency estimates, the governments around the world will have to contribute to the green fiscal initiative by diverting a significant amount from their public resources to meet the goals of the Paris Agreement. Moreover, according to the same estimates, an annual investment of 2% of the global GDP is required to meet the decarbonization goals of the Paris Climate Accord (IAEA 2022). To realize this, in the last ten years, Green fiscal rules have emerged as a critical policy tool of the European Union member countries to balance their economic growth with environmental sustainability (Mamun et al. 2025). The fiscal rules and regulations consist of various macroeconomic measures such as green subsidies, carbon taxes, and public investment in green infrastructure that are aimed at incentivizing sustainable practices. One of the major shifts in the EU's approach to decarbonizing mission occurred when the EU member states launched the European Green Deal in 2019 to align their fiscal strategies with the sustainable goals targeting net-zero greenhouse gas emissions by 2050 (Obobisa and Ahakwa 2024; Guter-Sandu, Haas, and Murau 2024).

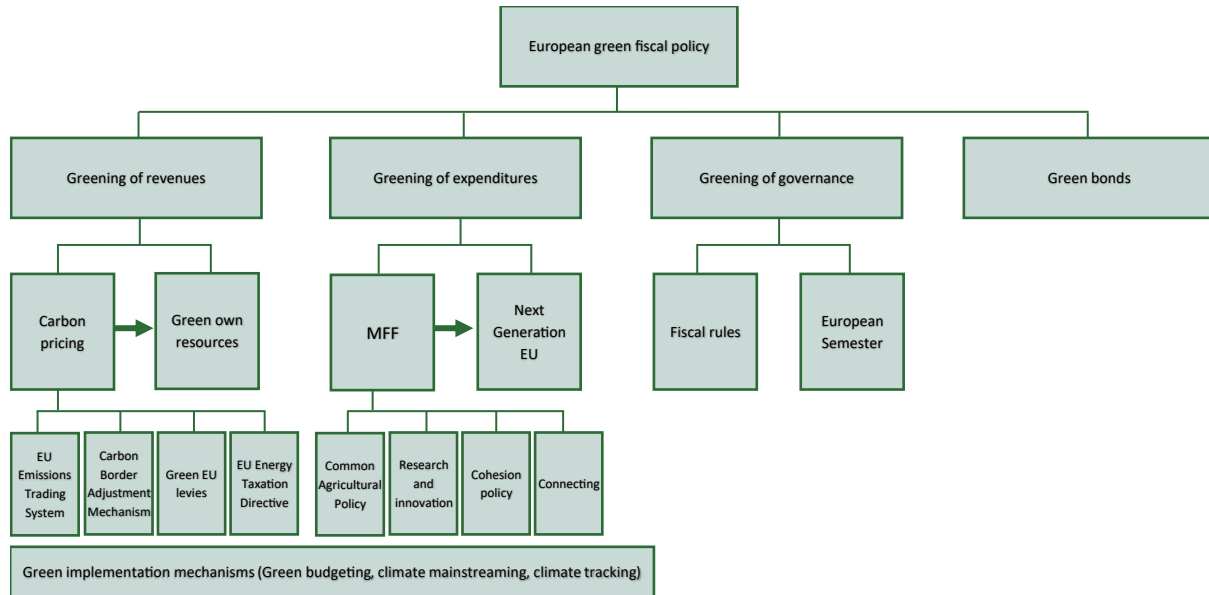
The ongoing conflict between Russia and Ukraine, which started in early 2022 and continues to this day, has intensified the need for a green transition. This transition also aims to improve energy supply security by decreasing Europe's high reliance on fossil fuel imports and diversifying both energy sources and access routes (Shoukat, Mustafa, Muneer, & Shahzadi, 2024; Ciot, 2023). Notably, EU member states stress the importance of a thorough "green fiscal policy" to make this transition fair and enhance unity across the EU (Aphécetche, 2024; Schratzenstaller, 2023). Policies of this type encompass a wide range of measures, including carbon pricing, public investment in green infrastructure, and sustainable financing instruments (Kuzemko, Blondeel, Dupont, & Brisbois, 2022).

The introduction of the European Green Deal has attracted the interest of researchers in understanding the impacts of fiscal rules on economic growth across various European regions, where countries exhibit varying levels of fiscal capacity and economic development. The core of this interest is attributed to the European Green Deal, a commitment to revert to an innovative and clear green, resource efficiency, and competitive economic structure for EU countries, where socio-economic problems are becoming increasingly prevalent.

The European Green Deal is unique when it comes to the macroeconomic domain (Wolf et al. 2021; Bartocci, Notarpietro, and Pisani 2024), and there are two major pillars of this deal. First, the greening of revenues at the European level, which consists of two major elements: the investment in green resources from the EU budget and carbon taxes. Moreover, for carbon pricing, the EU applies various measures, including green EU levies, the EU Emission Trading System (EU ETS), the EU Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), and the EU Energy Tax Directive (EU ETD). These regulations are comprehensive and include strategies to increase the financial revenues of member states and ensure that the expenditures and financial instruments of EU countries are greener, such as green bonds.

The purpose of these macroeconomic measures is to strengthen the implementation of the green fiscal rules in an efficient manner (Fetting 2020; Claeys, Tagliapietra, and Zachmann 2019). For instance, the EU Energy Tax Directive (EU ETD), which aims to implement a tax on energy sources in 2023, has not yet been fully executed, despite being founded on the principle of taxing energy according to its content. According to this directive, sustainable energy sources will be taxed at lower rates than non-sustainable sources between 2023 and 2033. This tax will be based on a principle of gradual increases in line with inflation rates (Schratenstaller, 2023; Zen et al., 2025). The systematic implementation of further green taxes is still not part of the European agenda. Second, greening

expenditure is another major pillar of European green fiscal policy that aims at stimulating investment towards the development of green infrastructure from the EU's budget. Through these strategies, the EU wants to increase its climate spending by 20% to mainstream its climate policy (see Figure 1) (Eckert and Kovalevska 2021, Schratzenstaller, 2023). In addition, the European Union's climate neutrality targets require comprehensive and sustainable investment policies. These policies also place the financial sector at the centre of the green transition (Brühl, 2022; Bigerna, D'Errico, & Polinori, 2025).



**Figure 1:** The Green Transition: Pillars of a Green Policy in the EU

**Source:** Schratzenstaller (2023:6).

The relationship between economic growth and green fiscal rules is complex for a variety of reasons. On the one hand, green fiscal policies can stimulate economic growth by fostering green technological innovation, thereby creating new markets and employment opportunities in sustainable sectors. In their extensive study on renewable energies, Bölük and Kaplan (2022) argue that tax incentives and grants provided under green policy frameworks have demonstrated a positive relationship between green investments and job creation across critical sectors. Their research, which focused on EU countries and Türkiye, further reveals a substantial positive correlation between investment in renewable energy, energy security, and economic growth (Bölük and Kaplan, 2022).

On the other hand, the implementation of green fiscal policies often entails stringent measures, such as high carbon taxes and reduced subsidies, which may impose short-term costs on industries. These costs can potentially lead to a temporary contraction in economic growth and exacerbate socio-economic inequalities. The EU has established a detailed framework for sustainable finance through instruments such as the EU Taxonomy Regulation, the Sustainable Finance Disclosure Regulation, and the proposed Green Bond Standard. The risks associated with financing shortfalls, greenwashing, and the necessity of trustworthy emissions information underscore the need to guide capital effectively towards environmentally sustainable investments (Raudla, Spendzharova, & Veskiöja, 2025; Paliöva, 2024).

From a macroeconomic perspective, energy constitutes the most fundamental cost factor and a key variable in both production and consumption. If energy is indeed the central determinant, then the expansion and widespread dissemination of green energy across all possible sectors becomes imperative. In this context, while accounting for macroeconomic variables such as inflation, labour costs, and borrowing costs, it is equally important to facilitate the market entry of new clean energy firms. Such facilitation should occur without undermining their competitiveness vis-à-vis established fossil fuel companies, thereby preventing potential increases in living costs and supply disruptions, particularly under crisis conditions (Stern & Stiglitz, 2023). Li et al. (2023) in their research on green policies state

that the effectiveness of the green policies often depends on their design and enforcement strategies, particularly in the macroeconomic context, including global trade policies and energy prices. The author, through their extensive study, revealed that the green fiscal policies have a negative relationship with the economy in the short run; however, in the long run, there is a substantial positive relationship.

Since the research primarily focuses on the European continent regarding the implementation of green fiscal rules and their relationship with economic growth, numerous studies on renewable energy, green bonds, and sustainability in the European context reveal a complex relationship between green policies and economic growth. Dzwigol et al. (2023) examine the impact of green policy regulations, renewables, and energy efficiency on the economic growth of countries in Europe. The authors revealed a U-shaped, nonlinear impact of environmental regulations on green economic growth. Likewise, Mirović, Kalaš, and Milenković (2021), in their empirical study of Panel cointegration analysis of total environmental taxes, revealed a positive long-run relationship between taxes and GDP growth in Europe. According to the author, despite short-term implications on GDP growth, the environmental taxes positively affect economic growth in the long run. In this regard, the relationship between the green fiscal rules/policies and economic growth demonstrates a varied trend across various parts of the world.

This research aims to contribute to the literature by employing a panel data approach to examine the impact of green fiscal rules on economic growth across 23 EU countries from 2008 to 2022. By incorporating the latest data and addressing heterogeneity through appropriate econometric techniques, such as instrumental variables or fixed effects models, this study seeks to provide robust evidence on the efficacy of green fiscal policies. The findings are expected to offer valuable insights for policymakers navigating the dual objectives of economic prosperity and environmental sustainability in the EU.

### **Literature Review**

A panel data approach is particularly suitable for studying the relationship between green fiscal rules and economic growth in Europe because it efficiently handles the complexity and endogeneity of data across EU countries and enables the weighting of diverse economic and environmental indicators to assess the significance of this relationship. By leveraging complex data, entropy allows researchers to effectively evaluate data heterogeneity across countries, including the differences in GDP per capita, environmental policy stringency, and industrial composition, by providing details on data trends over time. Several studies in recent times have utilized various methodologies, ranging from panel data analysis to entropy, to study the relationship between green fiscal policies and economic growth. For instance, Aydin and Esen (2018), in their recent study concerning the green fiscal policies in the European Union (EU) revealed a positive relation between green fiscal policies and economic growth across the EU member states. The findings of their study revealed a positive impact on the economic growth in the long run, particularly in countries with strong institutional frameworks and organizational robustness (Aydin and Esen 2018). Likewise, in another study by Metcalf and Stock (2023) concerning the green fiscal rules, a positive relationship was also shown between the green fiscal policies and the economic growth in the EU region. According to Metcalf and Stock (2023), the carbon pricing mechanisms, a key element of green fiscal rules, can significantly contribute to GDP growth, particularly when the generated revenues are reinvested in productive sectors such as education and infrastructure.

In the past decade, Europe has significantly shifted its energy policy by diverting investments towards green energy, renewable sources, and sustainable solutions. At the macroeconomic level, the EU countries began providing tax incentives such as reductions in Value-Added Taxes (VAT) or corporate taxes for green industries with an aim of boosting the deployment of renewable energy and economic growth. Bölük & Kaplan (2021) and Miceikiene et al. (2016), in their respective studies on the green energy transition in the EU, particularly concerning the investment in the renewable energy solutions, contend that the tax incentives that include a reduction in VAT and corporate taxes for green industries have a statistically positive impact on the economic growth of the EU countries. Likewise, in a similar kind of study, Maxim (2020) and Maxim et al. (2019), through a meta-regression analysis,

revealed that the reduction in certain areas of taxes, such as labor taxes as a part of green fiscal policy, contributes to a substantial increase in GDP and employment. Since the author conducted a meta-regression analysis for the EU countries, he found a positive relation between the green fiscal rules and economic growth across the EU. However, the tax incentives at the broader EU level might not equally benefit all the member states due to disparities in terms of economic size and budgetary constraints. For that reason, some studies suggest variation concerning the impact of tax incentives across the EU region. In his empirical study, Tchatchet-Tchouto et al. (2022) highlight that the EU-level tax incentives, such as carbon taxes, might have negative effects for the low-income EU countries, particularly due to the high compliance costs, while at the same time, high-income countries tend to benefit from them. Recent studies indicate significant disparities in the structural adjustment processes related to the implementation of green fiscal rules across the EU. To ensure the effective application of these policies, targeted measures, particularly the provision of subsidies to low-income EU member states, are deemed essential. Ha (2024) argues that the combination of subsidies with complementary fiscal instruments, such as tax incentives, substantially enhances the effectiveness of green fiscal rule implementation. Their findings further suggest that coupling subsidies with carbon taxation generates a policy mix capable of simultaneously reducing emissions and fostering economic growth (Maxim, 2020; Ha, 2024). At a structural level, however, the uniform application of green fiscal rules across the EU necessitates a comprehensive strategy underpinned by robust policy design. Empirical evidence highlights that policy design, especially about the structuring of tax incentives, constitutes a critical determinant in the successful implementation of green fiscal measures.

In their seminal study, Abbruzzese et al. (2024) emphasize the critical role of tax incentive design in the effective implementation of green fiscal policies. According to the authors, Feed-in Tariffs (FITs) and Feed-in Premiums (FIPs) are more effective than quantity-based incentives in simultaneously promoting economic growth and renewable energy production. Similarly, in a study on EU countries, Bölük and Kaplan (2022) found that while structural strategies within the green policy framework, such as R&D support, research grants, and certification programs, are effective, direct investments and loans often fail to generate sustainable solutions and, consequently, have a limited impact on economic growth. The existing literature on green fiscal rules, therefore, highlights both challenges and trade-offs. As noted in the OECD (2021) report, the dynamic nature of green fiscal rules indicates that stringent fiscal policies, particularly those involving high carbon taxes, frequently impose operational constraints on carbon-intensive industries in the short run. This, in turn, directly affects the economic growth of fossil fuel-dependent countries in the European region, particularly in the East.

In the context of the EU's green transition, instruments such as green bonds, community banks offering low-interest loans, solar panel deployment, regulatory support for home insulation, and the increasing adoption of electric vehicles are expected to play a transformative role (Fabiński & Kębłowski, 2025). These mechanisms not only promote cleaner production and enhance energy efficiency but also contribute to achieving long-term sustainability goals. Nevertheless, despite their potential, the current scale and scope of green subsidies, tax regulations, and financial instruments remain insufficient to drive the systemic transformation required. Consequently, legislative interventions have emerged as the primary means of advancing green objectives. This reliance on legislation reveals a critical gap in the financial architecture underpinning the green transition. Without substantial expansion and strategic alignment of fiscal tools, particularly in underfunded or structurally disadvantaged regions, the transformative potential of these initiatives is likely to remain limited (Brühl, 2021). Therefore, a more integrated policy framework that combines legislative measures with robust financial incentives is essential to accelerate and sustain the green transformation across the EU (Stern & Stiglitz, 2023).

Research on the relationship between green fiscal policies and economic growth is becoming increasingly widespread. However, the available literature lacks cohesion, with notable gaps in understanding the long-term consequences of environmental revenue, the dual function of fiscal tools and emissions, and the variability of outcomes across the EU's economies. Most existing research tends to concentrate on a single policy instrument, a restricted timeframe, or a small number of countries, and

relatively few studies use methodologies that can account for both short-term changes and long-term equilibrium adjustments. The literature infrequently incorporates environmental revenues and greenhouse gas emissions simultaneously within a dynamic econometric framework, resulting in unanswered questions about how fiscal rules influence environmental performance to affect economic growth. A comprehensive panel of 23 EU countries spanning 2008 to 2022 is used in this study, which employs a Panel ARDL approach that differentiates short-run dynamics from long-run structural relationships.

**Data and Methodology**

This study uses data on 23 European countries from 2008 to 2022 on dependent and independent variables. Data sources include the World Development Indicators (WDI) and the OECD database. The description of the variables is given below.

Given our data ranges from 2010 to 2021 (12 years). This implies that there is no need for testing cross-sectional dependence and serial correlation, which are problems in macro panels with long time series (20-30 years). Moreover, panel estimation techniques use Generalized Least Squares (GLS ) estimation, which internalizes serial correlation, endogeneity, and heteroscedasticity issues (Torres-Reyna, 2007).

**Table 1.** Description of Variables

Variable	Representation	Description	Source
Environmental Revenue	LNENV	Natural Log Environmental Revenue	OECD
GDP Per Capita	LNGDPPC	Natural Log of GDP per capita (current USD)	WDI
Gross Capital Formation	LNGCF	Natural Log GCF (current USD)	WDI
Current Account Deficit	CAD	Percentage of GDP	WDI
Inflation	INF	Annual GDP Deflator	WDI
Total Greenhouse Emissions	TGHE	Total CO2e per capita	WDI

The panel data random effects model captures the short-run impact (association) of independent variables on dependent variables, and the panel ARDL model captures the long-run as well as short-run impacts of independent variables on dependent variables across the sample countries.

The statistical form of each model is represented below.

$$y_{it} = LNGDPPC_{it}$$

$$X_{it} = \{LNENV_{it}, CAD_{it}, INF_{it}, LNGCF_{it}, TGHE_{it}\}$$

$$LNGDPPC_{it} = \alpha + \beta_1 LNENV_{it} + \beta_2 CAD_{it} + \beta_3 INF_{it} + \beta_4 LNGCF_{it} + \beta_5 TGHE_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Where:

$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$  Idiosyncratic error is distributed normally with mean 0 and constant variance,

$\mu_i \sim (0, \sigma_\mu^2)$  Country-specific random effect, normally distributed with mean 0 and constant variance, and

$\mu_i \perp X_{it}$  That is, the country-specific random effect is uncorrelated with the independent variables.

The general ARDL (1,1) model is represented as:

$$LNGDPPC_{it} = \alpha_{it} + \phi_i GDPPC_{it-1} + \sum_{j=1}^5 \theta_{ij} X_{it-1}^j + \sum_{j=1}^5 \gamma_{ij} \nabla X_{it}^j + \delta_i \nabla GDPPC_{it} + \varepsilon_{it}$$

Where:

$$X_{it}^j = \{LNENV_{it}, CAD_{it}, INF_{it}, LNGCF_{it}, TGHE_{it}\}$$

$\emptyset_i$  Lag effects of GDPPC

$\theta_{ij}$  Long-run equilibrium coefficients

$\gamma_{ij}$  Short-run adjustment effects

$\delta_i$  Error correction term

In specifying the Panel ARDL model, the optimal lag lengths were determined using a combination of information criteria and model diagnostics to ensure both statistical rigor and economic plausibility. Specifically, the Akaike Information Criterion (AIC) was used as the primary lag-selection benchmark because of its suitability for medium-sized panels and its tendency to retain relevant dynamics without over-penalizing model complexity. To validate robustness, the Schwarz Bayesian Criterion (BIC) and the Hannan–Quinn Criterion (HQC) were also examined, and the final lag structure was chosen based on the configuration that consistently minimized these criteria across specifications.

The author, evaluated the stability of the selected lag structure by conducting residual autocorrelation tests to ensure that the chosen lags adequately captured the dynamic relationships among the variables. After estimating alternative lag specifications, The author applied the Breusch–Godfrey LM test for serial correlation, and the results confirmed that the preferred model exhibited no significant residual autocorrelation (LM test p-value = 0.27). This indicates that the lag structure successfully eliminated serial dependence and that the dynamic specification was correctly identified.

## Results

The author employed the ADF-Fisher panel unit root test to test the stationarity of the data. ADF-Fisher test is a better test for our data due to its flexibility in lag structure. Table 2 shows the results of panel unit roots. All variables are integrated at order 0, except LNGPPC, LNEV, and TGHE. As all the variables are integrated at order i.e., I(0), and I(1), thus, the panel ARDL model is good to be employed. Table 3 shows the results of the estimation of the panel random effects model and the panel ARDL model. Table 4 shows the long-run estimates of the model for environmental revenue and total greenhouse emissions with the GDP growth for the sample of 23 European countries.

**Table 2.** Panel ADF-Fisher Unit-root Test

Variables	No Trend	With Trend	Order of Integration
LNGDPPC	0.9921	0.0000***	I(1)
LNENV	0.0000***	0.0000***	I(1)
CAD	0.0000***	0.0000***	I(0)
INF	0.0088***	0.0062***	I(0)
LNGCF	0.0000***	0.0000***	I(0)
TGHE	0.0006***	0.0000***	I(1)

**Table 3.** Estimation Results

	(1)	(2)
	LNGDPPC	L.LNGDPPC
EC		-0.383* (-1.95)
LNENR	0.236*** (8.54)	
CAD	0.00843*** (5.16)	
GCF	0.0134*** (5.58)	
Inflation	0.00827*** (5.04)	
TGHE	-0.00588 (-1.52)	
L.LNENR		0.232*** (8.34)
L.CAD		0.0109*** (6.61)
L.GCF		0.0145*** (6.09)
L.Inflation		0.00407* (1.86)
L.TGHE		-0.00277 (-0.70)
_cons	7.871*** (30.55)	7.849*** (30.14)
N	360	336
	<b>Hausman Specification test</b>	<b>LM Test</b>

**Table 4.** Long-run Estimates

LNGDPPC	Coef.	Std. Err.	z	p-value
LNENR	1.960348	0.0083319	235.28	0.0000
TGHE	1.962282	0.0083385	235.33	0.0000

The estimation results from Table 3, derived from two Panel ARDL specifications, offer insights into the short-run dynamics affecting LNGDPPC. In Model (1), LNENR (environmental regulation) has a positive and highly significant coefficient (0.236,  $p < 0.001$ ), indicating that stricter environmental policies enhance GDP per capita, possibly through innovation offsets as per the Porter Hypothesis. CAD, Gross Capital Formation (GCF), and Inflation (INF) also show positive and significant effects (0.00843, 0.0134, and 0.00827, respectively, all  $p < 0.001$ ), suggesting that trade balances, investment, and price stability contribute to economic growth. However, TGHE exhibits a negative but insignificant coefficient (-0.00588,  $p = 0.129$ ), implying that greenhouse emissions do not significantly hinder growth in the short run, potentially due to adaptation in energy-intensive sectors. In Model (2), Lagged variables (L.) reinforce these findings: L.LNENR (0.232,  $p < 0.001$ ), L.CAD (0.0109,  $p < 0.001$ ), and L.GCF (0.0145,  $p < 0.001$ ) remain positive and significant, while L.Inflation weakens to marginal significance (0.00407,  $p = 0.063$ ) and L.TGHE remains insignificant (-0.00277,  $p = 0.484$ ). The constant terms (7.871 and 7.849,  $p < 0.001$ ) indicate a strong baseline growth trend, with sample sizes of 360 and 336 observations reflecting a balanced panel.

The error correction term of -0.385 is negative and statistically significant, confirming the existence of a long-run equilibrium relationship among the variables and convergence. Its magnitude indicates that approximately 38.5% of any deviation from long-run equilibrium is corrected each year, implying a moderate speed of adjustment back to stability after a short-run shock. The long-run estimates in Table 4 further elucidate the equilibrium relationships, focusing on LNGDPPC as the dependent

variable. LNENR and TGHE, both I (1) variables, yield extraordinarily high coefficients (1.9603 and 1.9623, respectively) with z-statistics exceeding 235 and p-values of 0.0000, suggesting a strong positive long-run association with GDP per capita. The standard errors (0.0083 for both) are minimal, affirming the precision of these estimates. Overall, the results indicate that while environmental regulation supports long-term growth, the persistent link with emissions underscores the need for transformative policies to align economic progress with sustainability goals.

The Long-run Coefficients for Environmental Revenues (LNENR) and Greenhouse Gas Emissions (TGHE) seem substantial at first, but their scale can be rationalised when considering the model's framework and the economic traits of EU economies during the study period. The ARDL Panel framework estimates long-run elasticities initially, factoring in short-term adjustments, and the coefficients indicate a strong long-run cointegration detected through the error correction term. The EU's reliance on energy-intensive industries, especially in Central and Eastern Europe, and the substantial contribution of environmental revenues to financing green investment, suggest a plausible long-run link between these factors and GDP per capita. Following that, environmental revenues increased significantly in several European Union countries between 2010 and 2022, primarily as a result of the European Green Deal, carbon pricing reforms, and stricter energy taxation rules, which can enhance long-run multiplier effects in a cointegrated model. In addition, the long-term coefficients reflect the cumulative consequences over time, rather than the immediate effects of small changes, implying that a persistent rise in environmental revenues or emissions can accumulate through investment, production costs, and established industrial patterns (Guliyev & Tatoğlu, 2023; Mirović, Kalaš, & Milenkovic, 2021).

## **Discussion**

The results for both the panel random effects model and the panel ARDL model show that the log of environmental revenue has a positive and highly significant impact on GDP growth across 23 EU countries. This implies that higher green taxes (or revenue earned) lead to higher economic growth in the region. This is likely due to a reinvestment of earned capital into greener technology, which not only creates new jobs in the market but also drives innovation, which in turn impacts economic growth positively (Heimberger, 2025; Mitsi, 2024). Furthermore, the research results underscore a significant policy consequence for the European Union, especially in its quest for sustainable development within the European Green Deal initiative. This suggests that environmental taxation does not necessarily force a choice between economic growth and sustainability but can instead serve as a dual tool to achieve both goals at the same time.

Governments can boost long-term competitiveness by directing tax revenues into projects for renewable energy, energy efficiency initiatives, and research and development in low-carbon technologies. This approach supports a greener economy by also helping to reduce the negative effects caused by relying on fossil fuels, like pollution and the costs to health (Maxim a, 2020; Mang & Caddick, 2023). Environmental taxes can serve as a corrective mechanism by incorporating environmental costs into market prices, thereby motivating firms and households to adopt cleaner production and consumption practices. The distribution of these revenues is also crucial: when revenues are strategically reused through subsidies for clean energy, reductions in distortionary taxes, or direct support for vulnerable households, the policy can gain greater public acceptance and ensure a just transition. The evidence from the EU experience highlights the potential of green fiscal policies to balance economic growth with environmental protection, providing valuable lessons for other regions seeking to reconcile climate goals with economic stability (Mirović, Kalaš, & Milenkovic, 2021; Stern & Stiglitz, 2023).

On the other hand, current account deficit, gross capital formation, and inflation also impact the GDP growth positively. A persistently controlled trade deficit can create opportunities for lending and investing in the economy, and these investments in turn influence economic growth both in the short term and the long term. European countries are extremely sensitive to their current account deficits, so they maintain strict control over them. This outcome leads to smaller and more manageable budget shortfalls and consequently has a positive impact on the economy. If the current account deficit is not

effectively managed, it could harm economic growth in both the short and long term. The discovery that inflation has a positive effect on GDP growth implies that moderate inflation might catalyse economic activity by motivating consumption and investment, as agents are less likely to delay spending in anticipation of declining prices. Evidence from the EU context suggests that most countries have managed to keep inflation within a range that promotes growth without suffering the adverse effects of hyperinflation or deflation. As in the EU, the inflation has been moderate between 2008 and 2022; thus, a moderate level of inflation can be a sign of a strong economy, prompting consumers to spend and invest rather than save. The system enables real wage adjustments to be made without lowering nominal wages, which aids in preserving employment levels (Rotar, 2025; Cottarelli & EU, 2020). Proper macroeconomic management is crucial, as it involves prudent fiscal decisions, strategic investments, and monetary policies that work harmoniously to maintain a balance between current account balances, capital formation, and inflation rates, ultimately supporting long-term economic growth (Blavasciunaite, Garšvienė, & Matuzeviciute, 2020; Beirne, Renzhi, & Volz, 2021).

Gross capital formation consists of outlays on additions to the fixed assets of the economy plus net changes in the level of inventories. The positive effect of gross capital formation alongside the current account deficit underlines the vital role of investment as a prime stimulus for growth in European economies. Firms and governments investing more in capital are redirecting resources toward infrastructure, technological progress, and industrial upgrading, which in turn improve productivity and competitiveness over the long term. A rise in the GCF will result in a boost to fixed assets in the economy, ultimately contributing to higher economic growth. As investments increase, they also promote the creation of jobs and technological progress, thereby further driving GDP expansion (Saglam, 2017; Žarković, Četković, & Cvijović, 2025).

Greenhouse gas emissions have no impact on economic expansion in the short run across 23 European Union economies. There appears to be a decoupling between the deterioration of the environment and economic growth in the sample of EU countries. Over the long term, total greenhouse gas emissions have a positive and substantial effect on economic growth. The persistence of this trend may be attributed to the ongoing dependence on industries that are heavily reliant on emissions and drive long-term output at the expense of environmental considerations. Similarly, the long-run impact of environmental revenue on economic growth is also positive and significant for the sample of 23 EU countries. This indicates that green fiscal policies, such as environmental taxes or revenues, may play a constructive role in promoting sustainable economic development over time. Insights into the relationship between environmental sustainability and economic performance in the EU are provided by examining the short- and long-run effects of greenhouse gas emissions on economic growth. Preliminary findings indicate that economies can sustain growth with no initial rise in emissions, largely attributed to improvements in energy efficiency, a shift towards service-based industries, and the incorporation of renewable energy sources (Ümit & Dağdemir, 2025; Guliyev & Tatoğlu, 2023; Asiedu, Hassan, & Bein, 2020). This finding aligns with the EU's pledge to achieve climate neutrality and its achievement in lowering emissions intensity per unit of GDP.

The combined positive effect of environmental earnings implies a possible policy direction: earnings from environmental levies can be invested in cleaner technologies and green infrastructure, progressively decreasing reliance on emissions-intensive industries. The EU must therefore address a major challenge - turning short-term separation from climate goals into lasting structural change by coordinating fiscal rewards, technological advancements, and industrial policies with its climate objectives. Maintaining a balance between economic growth and environmental sustainability will be vital to prevent economic expansion from compromising environmental conservation (Vasylieva, Lyulyov, Bilan, & Streimikiene, 2019; Bolük & Mert, 2014; Guter-Sandu, Haas, & Murau, 2024).

The study timeframe (2008–2022) incorporates a number of significant economic and geopolitical disturbances, the global financial crisis, the Eurozone sovereign debt crisis, the COVID-19 pandemic, and the Russia–Ukraine conflict, which may have an impact on the estimated relationship between green fiscal regulations and economic growth. These shocks impacted fiscal capacity, energy use patterns,

emission levels, and investment behaviour in ways that could temporarily disrupt both environmental revenues and GDP dynamics. The global financial and Eurozone crises led to reduced public investment and curtailed environmental spending, as COVID-19 significantly decreased emissions and disrupted economic activity, thus weakening the contemporaneous relationships between fiscal variables and growth. In contrast, the Russia-Ukraine war escalated energy insecurity, leading to increased investment in renewable energy while also fostering reliance on fossil fuels in the short term. Nonlinear and crisis-specific effects potentially introduce structural breaks in the panel, implying that certain coefficients, particularly those representing short-run dynamics, may partially represent cyclical adjustments rather than long-run structural relationships. Future studies could tackle these issues by incorporating artificial crisis cases, conducting structural break tests, or estimating regime-switching models to more precisely identify the long-term impacts of green fiscal policies.

## **Conclusion**

This research makes a significant contribution to the current policy discussion on whether environmental sustainability and economic growth can coexist by conducting a comprehensive analysis of the impact of green fiscal regulations across 23 European Union member states. The research reveals that environmental income, especially from eco levies, has a persistently positive and statistically significant effect on economic growth, whether measured over the short or long term. Integrating environmental concerns into economic decision-making could lead to an increase in economic growth, possibly by encouraging investment in sustainable technologies, creating new job opportunities, and promoting innovation.

Key actors in this transformation include the energy sector, which must develop innovative business models that integrate digital technologies such as artificial intelligence, blockchain, and smart grids to address the climate crisis and the challenges posed by digital innovation. These emerging models require energy companies to move beyond traditional fossil fuel-based structures and establish integrated value chains that prioritise flexibility, sustainability, and customer orientation. Achieving this transition will also depend on adopting regulatory frameworks and policy measures that are both economically and environmentally viable, fostering investment, ensuring energy security, and aligning corporate strategies with long-term climate objectives.

Variables such as gross capital formation, controlled current account deficits, and moderate inflation are also associated with a positive correlation to economic growth. These collective factors contribute to economic stability and enhance the EU's productive capacity. Greenhouse gas emissions have no immediate effect on growth, yet their long-term link with expansion underscores the EU's ongoing dependence on emission-heavy industries, implying that additional policy changes are required to fully separate economic growth from environmental decline.

This research highlights the benefits of green fiscal policies, which not only promote but also accelerate economic growth within a sustainable development framework. The research provides critical information for policymakers, highlighting the significance of making long-term strategic investments in green industries while keeping the overall economy stable. This research study helps to address a significant knowledge void by offering strong empirical proof regarding the economic effects of green fiscal management in Europe and serves as a benchmark for other areas seeking to initiate sustainable economic transformations.

In addition to its empirical results, this study also has significant implications for the design of future economic and environmental policies within the European Union. The evidence indicates that green fiscal policies should not be seen solely as instruments for environmental improvement but rather as proactive tools for directing the path of economic growth. Governments can establish a self-sustaining cycle of innovation, job creation, and competitiveness by prudently investing environmental tax revenues in research, clean energy development, and worker training. Accelerating structural transformation is essential, given the realisation that long-term economic growth is still linked to industries that heavily rely on emissions. Policymakers must thus prioritise industrial diversification, promote the expansion of low-carbon technologies, and intensify cross-border co-operation to boost

resilience against climate and energy shocks. It is equally essential to strike a balance between growth targets and social equity by guaranteeing that the costs and benefits of green fiscal policies are distributed fairly across households, industries, and regions. These insights collectively place the EU at the forefront of a model where economic growth and environmental protection can be balanced. Moreover, the process is far from being finalized, necessitating continuous adaptation of fiscal, industrial, and technological strategies to fully achieve a sustainable, low-carbon growth model that can serve as inspiration and guidance for other regions globally.

### **Recommendations**

The research identifies a number of specific and feasible policy measures that EU governments can implement. Policymakers should initially bolster green fiscal tools through enhanced design and implementation, by broadening environmental taxes, fortifying enforcement, and establishing transparent earmarking guidelines to allocate a specified proportion of revenues to green investments.

Environmental revenues should be directed towards specific projects that are quantifiable and have the potential to stimulate growth, including investments in renewable-energy infrastructure, energy-efficient upgrades, the expansion of electric mobility, and research and development funding for low-carbon technologies. To guarantee that fiscal interventions yield tangible economic benefits, economic stability must be secured through policies that stop excessive current account deficits, promote productive capital investment, and keep inflation within a stable, predictable limit, thus supporting a business-friendly environment for the green transition.

Governments should establish step-by-step schedules to remove subsidies from industries heavily reliant on fossil fuels and replace them with selective incentives, including green tax breaks, favorable loan terms, and technology adoption grants, that promote industrial decarbonization. Policymakers should allocate a portion of environmental revenues to support worker-retraining programs, household energy assistance, and regional transition funds, especially in regions that are structurally vulnerable or heavily reliant on coal. These actionable steps provide a clear policy roadmap that links economic performance to long-term environmental sustainability.

### **Disclosure Statements**

- 1. Declaration of the contribution of the researchers:** Single-author, 100%.
- 2. Conflict of interest:** There is no conflict of interest.
- 3. Ethics Report:** There is no requirement for ethics committee approval.
- 4. Research Model:** A Panel Data Approach was applied in the research, employing literature review and content analysis methods.

## TÜRKÇE SÜRÜM

### Giriş

Son kırk yıl içerisinde küresel sıcaklıklardaki artış ve hızlanan ekolojik bozulma, ülkeleri iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında yeşil altyapıya yatırım yapmaya yöneltmiştir. Özellikle 196 ülkenin taraf olduğu 2016 Paris İklim Anlaşması sonrasında, çevresel hedeflere ulaşılabilmesi amacıyla yeşil maliye politikalarının hayata geçirileceği uluslararası düzeyde taahhüt edilmiştir (Iqbal, Ali ve Bakhtawar, 2025; Obobisa ve Ahakwa, 2024). Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın tahminlerine göre, Paris Anlaşması hedeflerinin gerçekleştirilmesi için hükümetlerin kamu kaynaklarından kayda değer bir payı yeşil mali girişimlere yönlendirmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, karbonsuzlaşma hedeflerine ulaşılabilmesi için küresel GSYİH'nın yaklaşık %2'sine karşılık gelen yıllık yatırım ihtiyacı söz konusudur (IAEA, 2022). Bu doğrultuda, son on yılda yeşil mali kurallar, Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinde ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında denge kurulmasını amaçlayan temel politika araçlarından biri hâline gelmiştir (Mamun ve ark., 2025). Mali kurallar ve düzenlemeler; yeşil sübvansiyonlar, karbon vergileri ve yeşil altyapıya yönelik kamu yatırımları gibi sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmeyi hedefleyen çeşitli makroekonomik önlemleri kapsamaktadır. AB'nin karbonsuzlaşma yaklaşımındaki en önemli kırılma noktalarından biri, 2019 yılında başlatılan Avrupa Yeşil Anlaşması ile üye ülkelerin mali stratejilerini 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonu hedefiyle uyumlu hâle getirmeyi taahhüt etmeleri olmuştur (Obobisa ve Ahakwa, 2024; Guter-Sandu, Haas ve Murau, 2024).

2022 yılının başında başlayan ve hâlen devam eden Rusya–Ukrayna savaşı, yeşil dönüşümün aciliyetini daha da artırmıştır. Bu dönüşüm yalnızca iklim hedefleriyle sınırlı kalmayıp, Avrupa'nın fosil yakıt ithalatına olan yüksek bağımlılığını azaltmayı ve enerji kaynakları ile tedarik güzergâhlarını çeşitlendirerek enerji arz güvenliğini güçlendirmeyi de amaçlamaktadır (Shoukat, Mustafa, Muneer ve Shahzadi, 2024; Ciot, 2023). Bu bağlamda, AB üye ülkeleri yeşil dönüşüm sürecinin adil bir şekilde gerçekleştirilmesi ve Birlik genelinde ekonomik ve sosyal uyumun güçlendirilmesi için kapsamlı bir yeşil maliye politikasının önemini vurgulamaktadır (Aphecetche, 2024; Schratzenstaller, 2023). Karbon fiyatlandırması, yeşil altyapıya yönelik kamu yatırımları ve sürdürülebilir finansman araçları, bu politikaların temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Kuzemko, Blondeel, Dupont ve Boisbois, 2022).

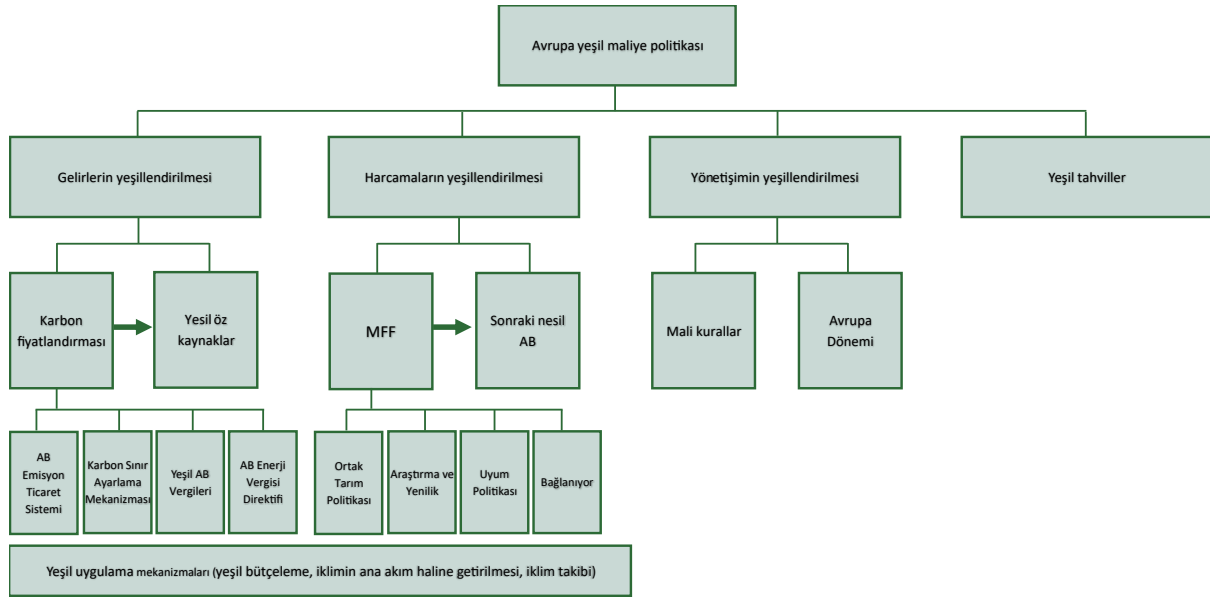
Avrupa Yeşil Anlaşması'nın yürürlüğe girmesi, mali kapasiteleri ve ekonomik gelişmişlik düzeyleri farklılık gösteren Avrupa bölgelerinde mali kuralların ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesine yönelik akademik ilgiyi artırmıştır. Bu ilginin temelinde, sosyoekonomik sorunların giderek derinleştiği AB ülkeleri için, yeşil, kaynak verimliliğini önceleyen ve rekabetçi bir ekonomik yapıya geçişi hedefleyen açık ve yenilikçi bir politika çerçevesi sunması yatmaktadır.

Avrupa Yeşil Anlaşması, makroekonomik boyut açısından özgün bir yapı sergilemekte olup iki temel sütuna dayanmaktadır (Wolf ve ark., 2021; Bartocci, Notarpietro ve Pisani, 2024). İlk sütun, Avrupa düzeyinde kamu gelirlerinin “yeşillendirilmesi”dir. Bu sütun, AB bütçesinden yeşil yatırımların finanse edilmesi ve karbon vergileri olmak üzere iki ana unsurdan oluşmaktadır. Karbon fiyatlandırması kapsamında AB; yeşil AB vergileri, AB Emisyon Ticaret Sistemi (EU ETS), Karbon Sınırda Düzenleme Mekanizması (CBAM) ve AB Enerji Vergisi Direktifi (EU ETD) gibi çeşitli politika araçlarını uygulamaya koymuştur. Bu düzenlemeler, üye ülkelerin mali gelirlerini artırmayı hedeflerken aynı zamanda harcama ve finansman araçlarının —özellikle yeşil tahvillerin— daha çevre dostu hâle getirilmesini amaçlayan kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.

Söz konusu makroekonomik önlemlerin temel amacı, yeşil mali kuralların etkin biçimde uygulanmasını güçlendirmektir (Fetting, 2020; Claeys, Tagliapietra ve Zachmann, 2019). Örneğin, enerji kaynaklarının vergilendirilmesini düzenleyen AB Enerji Vergisi Direktifi (EU ETD), enerji

kaynaklarının çevresel içeriklerine göre vergilendirilmesini esas almakla birlikte henüz tam anlamıyla uygulanmaya başlanmamıştır. Direktife göre, 2023–2033 döneminde sürdürülebilir enerji kaynaklarının, sürdürülebilir olmayan kaynaklara kıyasla daha düşük oranlarda vergilendirilmesi öngörülmektedir. Bu vergilendirme yapısı, enflasyon oranlarıyla uyumlu kademeli artışlar ilkesine dayanmaktadır (Schratzstaller, 2023; Zen ve ark., 2025). Bununla birlikte, daha kapsamlı ve sistematik yeşil vergi uygulamaları hâlen Avrupa'nın politika gündeminde sınırlı bir yer tutmaktadır.

İkinci temel sütun ise yeşil harcamalardır. Bu kapsamda AB bütçesinden yeşil altyapının geliştirilmesine yönelik yatırımlar teşvik edilmekte ve yeşil maliye politikasının harcama boyutu güçlendirilmektedir. AB, iklim politikalarının yaygınlaştırılması amacıyla iklim harcamalarının toplam bütçe içindeki payını %20 oranında artırmayı hedeflemektedir (bkz. Şekil 1) (Eckert ve Kovalevska, 2021; Schratzenstaller, 2023). Ayrıca, Avrupa Birliği'nin iklim nötrlüğü hedefleri, uzun vadeli, kapsamlı ve sürdürülebilir yatırım stratejilerini zorunlu kılmakta; bu stratejiler finans sektörünü yeşil dönüşümün merkezî bir aktörü hâline getirmektedir (Brühl, 2022; Bigerna, D'Errico ve Polinori, 2025).



**Şekil 1:** Yeşil Dönüşüm: AB'de Yeşil Politikanın Temelleri

**Kaynak:** Schratzenstaller (2023:6).

Ekonomik büyüme ile yeşil mali kurallar arasındaki ilişki, çeşitli nedenlerden dolayı karmaşık bir yapıya sahiptir. Bir yandan, yeşil mali politikalar yeşil teknolojik yenilikleri teşvik ederek ekonomik büyümeyi destekleyebilir; bu durum sürdürülebilir sektörlerde yeni pazarların ve istihdam olanaklarının ortaya çıkmasına katkı sağlar. Bölük ve Kaplan (2022), yenilenebilir enerjiye ilişkin kapsamlı çalışmalarında, yeşil politika çerçeveleri kapsamında sağlanan vergi teşvikleri ve hibelerin, kritik sektörlerde yeşil yatırımlar ile istihdam yaratımı arasında pozitif bir ilişki ortaya koyduğunu ileri sürmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye üzerine odaklanan bu çalışma, yenilenebilir enerji yatırımları, enerji güvenliği ve ekonomik büyüme arasında güçlü ve pozitif bir korelasyon bulunduğunu da göstermektedir (Bölük ve Kaplan, 2022).

Öte yandan, yeşil mali politikaların uygulanması çoğu zaman yüksek karbon vergileri ve sübvansiyonların azaltılması gibi sıkı önlemleri içermekte olup, bu durum sanayi üzerinde kısa vadeli maliyetler yaratabilmektedir. Söz konusu maliyetler, ekonomik büyümede geçici bir daralmaya yol açabileceği gibi sosyoekonomik eşitsizlikleri de derinleştirebilir. Avrupa Birliği, AB Taksonomi Tüzüğü, Sürdürülebilir Finansal Açıklama Tüzüğü ve önerilen Yeşil Tahvil Standardı gibi araçlar aracılığıyla sürdürülebilir finansmana yönelik ayrıntılı bir çerçeve oluşturmuştur. Finansman açıkları, yeşil yıkama (greenwashing) riski ve güvenilir emisyon verilerine duyulan ihtiyaç, sermayenin çevresel

açından sürdürülebilir yatırımlara etkin bir şekilde yönlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır (Raudla, Spendzharova ve Veschioja, 2025; Paliova, 2024).

Makroekonomik açıdan bakıldığında, enerji hem üretim hem de tüketim süreçlerinde en temel maliyet unsuru ve kilit bir değişken konumundadır. Enerji gerçekten merkezi bir belirleyici ise, yeşil enerjinin mümkün olan tüm sektörlerde yaygınlaştırılması ve ölçeklendirilmesi zorunlu hale gelmektedir. Bu bağlamda, enflasyon, emek maliyetleri ve borçlanma maliyetleri gibi makroekonomik değişkenler dikkate alınırken, yeni ve temiz enerji firmalarının piyasaya girişinin kolaylaştırılması da büyük önem taşımaktadır. Bu sürecin, yerleşik fosil yakıt şirketleri karşısında rekabet güçlerini zayıflatmadan gerçekleşmesi, özellikle kriz dönemlerinde yaşam maliyetlerindeki artışların ve arz kesintilerinin önlenmesi açısından kritik önemdedir (Stern ve Stiglitz, 2023). Li ve arkadaşları (2023), yeşil politikalara ilişkin çalışmalarında, bu politikaların etkinliğinin büyük ölçüde tasarımına ve uygulama/denetim stratejilerine bağlı olduğunu; küresel ticaret politikaları ve enerji fiyatlarını içeren makroekonomik bağlamın belirleyici bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Yazarlar, kapsamlı analizleri sonucunda yeşil mali politikaların kısa vadede ekonomiyle negatif bir ilişki sergilediğini, ancak uzun vadede belirgin ve güçlü bir pozitif ilişki ortaya koyduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmanın ağırlıklı olarak Avrupa kıtasında yeşil mali kuralların uygulanması ve bunların ekonomik büyüme ile ilişkisine odaklanması nedeniyle, Avrupa bağlamında yenilenebilir enerji, yeşil tahviller ve sürdürülebilirlik üzerine yapılan çok sayıda çalışma, yeşil politikalar ile ekonomik büyüme arasında karmaşık bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Dźwigoł ve arkadaşları (2023), Avrupa ülkelerinde yeşil politika düzenlemeleri, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemiş ve çevresel düzenlemelerin yeşil ekonomik büyüme üzerinde U-şekilli ve doğrusal olmayan bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Mirović, Kalaš ve Milenković (2021), toplam çevresel vergilere ilişkin panel eşbütünleşme analizine dayanan ampirik çalışmalarında, Avrupa kıtasında vergiler ile GSYH büyümesi arasında uzun dönemli pozitif bir ilişki tespit etmişlerdir. Yazarlara göre, kısa vadede GSYH büyümesi üzerinde olumsuz etkiler görülmesine rağmen, çevresel vergiler uzun dönemde ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir. Bu çerçevede, yeşil mali kural ve politikalar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin, dünyanın farklı bölgelerinde farklı eğilimler sergilediği söylenebilir.

Bu araştırma, 2008–2022 döneminde 23 AB ülkesinde yeşil mali kuralların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemek üzere panel veri yaklaşımını kullanarak literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Güncel verilerin dâhil edilmesi ve araç değişkenler veya sabit etkiler modelleri gibi uygun ekonometrik teknikler aracılığıyla heterojenliğin dikkate alınması sayesinde, bu çalışma yeşil mali politikaların etkinliğine ilişkin güçlü ve güvenilir kanıtlar sunmayı hedeflemektedir. Elde edilecek bulguların, AB’de ekonomik refah ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ikili hedefleri dengelemeye çalışan politika yapıcılara önemli içgörüler sağlaması beklenmektedir.

### Literatür Taraması

Panel veri yaklaşımı, Avrupa’da yeşil mali kurallar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek açısından özellikle uygun bir yöntemdir. Bu yaklaşım, AB ülkeleri arasındaki veri karmaşıklığını ve içsellik sorunlarını etkin biçimde ele alabilmekte; aynı zamanda farklı ekonomik ve çevresel göstergelerin ağırlıklandırılmasına imkân tanıyarak söz konusu ilişkinin önemini değerlendirmesini sağlamaktadır. Karmaşık veri yapısından yararlanılarak kullanılan entropi yöntemi ise, kişi başına düşen GSYİH, çevre politikalarının sıklığı ve sanayi yapısı gibi ülkeler arasındaki farklılıkları zaman boyutunda ortaya koyarak veri heterojenliğinin daha etkin bir şekilde analiz edilmesine olanak vermektedir. Son dönemde yapılan çok sayıda çalışma, panel veri analizinden entropi yöntemine kadar uzanan çeşitli metodolojik yaklaşımlar kullanarak yeşil mali politikalar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Örneğin Aydın ve Esen (2018), Avrupa Birliği’nde yeşil mali politikalara odaklanan çalışmalarında, AB üye ülkeleri genelinde yeşil mali politikalar ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki tespit etmişlerdir. Çalışmanın bulguları, özellikle güçlü kurumsal yapılara ve idari kapasiteye sahip ülkelerde uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde belirgin bir olumlu etki olduğunu göstermektedir (Aydın ve Esen, 2018). Benzer şekilde Metcalf ve Stock (2023),

yeşil mali kurallara ilişkin çalışmalarında, AB bölgesinde yeşil mali politikalar ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Yazarlara göre, yeşil mali kuralların temel unsurlarından biri olan karbon fiyatlandırma mekanizmaları, elde edilen gelirlerin eğitim ve altyapı gibi üretken alanlara yönlendirilmesi durumunda GSYİH büyümesine önemli katkılar sağlayabilmektedir.

Son on yılda Avrupa, enerji politikasında köklü bir dönüşüm yaşayarak yatırımlarını giderek daha fazla yeşil enerjiye, yenilenebilir kaynaklara ve sürdürülebilir çözümlere yönlendirmiştir. Makroekonomik düzeyde, AB ülkeleri yenilenebilir enerji kullanımını yaygınlaştırmak ve ekonomik büyümeyi desteklemek amacıyla yeşil sektörler için katma değer vergisi (KDV) ve kurumlar vergisi indirimleri gibi vergi teşvikleri uygulamaya başlamıştır. Bölük ve Kaplan (2021) ile Micekiene ve arkadaşları (2016), AB’de yeşil enerji dönüşümünü ve özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarını ele alan çalışmalarında, KDV ve kurumlar vergisi indirimlerini içeren bu tür teşviklerin AB ülkelerinde ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etki yarattığını savunmaktadır. Benzer bir yaklaşımla Maxim (2020) ve Maxim ve arkadaşları (2019), meta-regresyon analizleri yoluyla, yeşil mali politikalar kapsamında işgücü vergileri gibi bazı vergi alanlarında yapılan indirimlerin GSYİH ve istihdamda kayda değer artışlara yol açtığını ortaya koymuştur. AB ülkelerini kapsayan bu analizler, genel olarak yeşil mali kurallar ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, AB düzeyinde uygulanan vergi teşviklerinin, ekonomik büyüklük ve bütçe kısıtları açısından üye ülkeler arasında var olan farklılıklar nedeniyle tüm ülkeler için eşit fayda sağlamadığı da vurgulanmaktadır. Bu nedenle bazı çalışmalar, vergi teşviklerinin etkilerinin AB genelinde farklılaştığını ileri sürmektedir. Tchapchet-Tchouto ve arkadaşları (2022), ampirik çalışmalarında karbon vergileri gibi AB düzeyindeki vergi teşviklerinin, yüksek uyum maliyetleri nedeniyle düşük gelirli AB ülkelerinde olumsuz etkilere yol açabildiğini; buna karşın yüksek gelirli ülkelerin bu politikalarından daha fazla fayda sağladığını göstermektedir. Güncel literatür, yeşil mali kuralların uygulanmasına yönelik yapısal uyum süreçlerinde AB genelinde önemli farklılıklar bulunduğuna işaret etmektedir. Bu politikaların etkinliğini artırmak için özellikle düşük gelirli üye ülkelere yönelik sübvansiyonların sağlanması kritik görülmektedir. Ha (2024), sübvansiyonların vergi teşvikleri gibi tamamlayıcı mali araçlarla birlikte uygulanmasının yeşil mali kuralların etkinliğini önemli ölçüde artırdığını savunmaktadır. Bulgular, sübvansiyonların karbon vergileriyle birlikte kullanılmasının hem emisyonların azaltılmasına hem de ekonomik büyümenin desteklenmesine olanak tanıyan bir politika bileşimi oluşturduğunu göstermektedir (Maxim, 2020; Ha, 2024). Bununla birlikte, AB genelinde yeşil mali kuralların tek tip biçimde uygulanabilmesi, sağlam bir politika tasarımına dayanan kapsamlı bir stratejiyi gerekli kılmaktadır. Ampirik bulgular, özellikle vergi teşviklerinin yapılandırılmasının, yeşil mali önlemlerin başarısında belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

Abbruzzese ve arkadaşları (2024), öncü çalışmalarında, vergi teşviklerinin tasarımının yeşil mali politikaların etkin biçimde uygulanmasında kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Yazarlara göre, alım garantileri (feed-in tariffs, FIT) ve alım primleri (feed-in premiums, FIP), miktar temelli teşviklere kıyasla hem ekonomik büyümeyi hem de yenilenebilir enerji üretimini eş zamanlı olarak desteklemede daha etkilidir. Benzer şekilde Bölük ve Kaplan (2022), AB ülkelerini kapsayan çalışmalarında, Ar-Ge destekleri, araştırma hibeleri ve sertifikasyon programları gibi yapısal stratejilerin yeşil politika çerçevesinde etkili olduğunu; buna karşılık doğrudan yatırımlar ve kredilerin çoğu zaman sürdürülebilir sonuçlar üretmekte yetersiz kaldığını ve ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla yeşil mali kurallara ilişkin mevcut literatür, önemli zorluklara ve politika ödünleşimlerine işaret etmektedir. OECD (2021) raporunda da belirtildiği üzere, yeşil mali kuralların dinamik yapısı, özellikle yüksek karbon vergileri içeren sıkı mali politikaların kısa vadede karbon yoğun sektörler üzerinde operasyonel kısıtlar yarattığını göstermektedir. Bu durum, özellikle Doğu Avrupa’da fosil yakıtlara bağımlı ülkelerde ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler doğurabilmektedir.

AB’nin yeşil dönüşümü bağlamında, yeşil tahviller, düşük faizli krediler sunan topluluk bankaları, güneş paneli yatırımları, konut yalıtımına yönelik düzenleyici destekler ve elektrikli araçların yaygınlaşması gibi araçların dönüştürücü bir rol üstlenmesi beklenmektedir (Fabiański ve Kębłowski,

2025). Bu mekanizmalar, daha temiz üretimi ve enerji verimliliğini teşvik etmenin yanı sıra uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine de katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, mevcut yeşil sübvansiyonların, vergi düzenlemelerinin ve finansal araçların ölçeği ve kapsamı, gerekli sistemik dönüşümü gerçekleştirmek için hâlen yetersizdir. Bu nedenle, yeşil hedeflerin ilerletilmesinde yasama müdahaleleri temel araç hâline gelmiştir. Ancak bu durum, yeşil dönüşümün finansal mimarisinde önemli bir boşluğa işaret etmektedir. Özellikle yeterince fonlanmayan veya yapısal dezavantajlara sahip bölgelerde, mali araçların kapsamlı biçimde genişletilmemesi ve stratejik olarak uyumlaştırılmaması durumunda, bu girişimlerin dönüştürücü potansiyelinin sınırlı kalması muhtemeldir (Brühl, 2021). Bu çerçevede, AB genelinde yeşil dönüşümün hızlandırılması ve sürdürülebilir kılınması için, yasama önlemlerini güçlü mali teşviklerle birleştiren daha bütüncül bir politika çerçevesine ihtiyaç duyulmaktadır (Stern ve Stiglitz, 2023).

Yeşil mali politikalar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik araştırmalar giderek artmakla birlikte, mevcut literatür bütüncül bir yapıdan yoksundur ve çevresel gelirlerin uzun vadeli etkileri, mali araçların emisyonlarla olan ikili işlevi ve AB ekonomileri arasındaki sonuç farklılıkları konusunda önemli boşluklar bulunmaktadır. Mevcut çalışmaların büyük bir kısmı tek bir politika aracına, sınırlı bir zaman dilimine ya da az sayıda ülkeye odaklanmakta; kısa dönemli dinamikler ile uzun dönemli denge ayarlamalarını eş anlı olarak ele alabilen yöntemler ise görece sınırlı kalmaktadır. Literatürde çevresel gelirler ile sera gazı emisyonlarının dinamik bir ekonometrik çerçevede birlikte ele alındığı çalışmalar oldukça azdır. Bu durum, mali kuralların çevresel performans üzerinden ekonomik büyümeyi nasıl etkilediğine ilişkin önemli soruların yanıtlanmadan kalmasına yol açmaktadır. Bu çalışma, 2008–2022 dönemini kapsayan 23 AB ülkesine ait kapsamlı bir panel veri seti kullanmakta ve Panel ARDL yaklaşımı aracılığıyla kısa dönemli dinamikler ile uzun dönemli yapısal ilişkileri birbirinden ayırarak literatürdeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

## Veri ve Yöntem

Bu çalışmada, 2008–2022 dönemini kapsayan ve 23 Avrupa ülkesine ait bağımlı ve bağımsız değişkenlere ilişkin veriler kullanılmaktadır. Analizde yararlanılan veri kaynakları Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (World Development Indicators – WDI) ile OECD veri tabanıdır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlamalar aşağıda sunulmaktadır.

Veri setinin zaman boyutunun 2010–2021 dönemini kapsaması ve görece kısa bir zaman aralığına (12 yıl) sahip olması nedeniyle, uzun zaman serilerine (20–30 yıl) sahip makro panel veri çalışmalarında sıklıkla karşılaşılan yatay kesit bağımlılığı ve otokorelasyon sorunlarının test edilmesine gerek duyulmamaktadır. Ayrıca panel veri tahmin teknikleri, genelleştirilmiş en küçük kareler (Generalized Least Squares – GLS) yöntemini kullanarak otokorelasyon, içsellik ve değişen varyans (heteroskedastisite) gibi sorunları yapısal olarak dikkate almaktadır (Torres-Reyna, 2007). Bu bağlamda, kullanılan yöntem veri yapısına uygun ve güvenilir tahminler elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

**Tablo 1. Değişkenlerin Tanımı**

Değişken	Gösterim	Açıklama	Kaynak
Çevresel Gelir	LNENV	Çevresel gelirlerin doğal logaritması	OECD
Kişi Başına GSYH	LNGDPPC	Kişi başına düşen GSYH'nin (cari ABD doları) doğal logaritması	WDI
Brüt Sermaye Oluşumu	LNGCF	Brüt sermaye oluşumunun (cari ABD doları) doğal logaritması	WDI
Cari İşlemler Açığı	CAD	GSYH'nin yüzdesi	WDI
Enflasyon	INF	Yıllık GSYH deflatörü	WDI
Toplam Sera Gazı Emisyonları	TGHE	Kişi başına toplam CO <sub>2</sub> e emisyonları	WDI

Panel veri rassal etkiler modeli, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki kısa dönemli etkisini (ilişkisini) yakalamaktadır. Panel ARDL modeli ise, örnekleme yer alan ülkeler genelinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki hem kısa dönemli hem de uzun dönemli etkilerini analiz etmeye olanak tanımaktadır.

Her bir modele ait istatistiksel gösterim aşağıda sunulmaktadır.

$$y_{it} = LNGDPPC_{it}$$

$$X_{it} = \{LNENV_{it}, CAD_{it}, INF_{it}, LNGCF_{it}, TGHE_{it}\}$$

$$LNGDPPC_{it} = \alpha + \beta_1 LNENV_{it} + \beta_2 CAD_{it} + \beta_3 INF_{it} + \beta_4 LNGCF_{it} + \beta_5 TGHE_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Burada:

$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ , İdiyosenkratik hata teriminin ortalaması sıfır olup, sabit varyansa sahip olacak şekilde normal dağıldığı varsayılmaktadır, ve;

$\mu_i \sim (0, \sigma_\mu^2)$  Ülkeye özgü rastgele etki, ortalaması 0 ve sabit varyansa sahip normal dağılımlıdır.

$\mu_i \perp X_{it}$  Başka bir ifadeyle, ülkeye özgü rassal etkinin bağımsız değişkenlerle ilişkisiz olduğu varsayılmaktadır.

Genel ARDL (1,1) modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$LNGDPPC_{it} = \alpha_{it} + \phi_i GDPPC_{it-1} + \sum_{j=1}^5 \theta_{ij} X_{it-1}^j + \sum_{j=1}^5 \gamma_{ij} \nabla X_{it}^j + \delta_i \nabla GDPPC_{it} + \varepsilon_{it}$$

Burand:

$$X_{it}^j = \{LNENV_{it}, CAD_{it}, INF_{it}, LNGCF_{it}, TGHE_{it}\}$$

$\phi_i$  GSYİH kişi başına düşen gecikmeli etkileri

$\theta_{ij}$  Uzun dönem denge katsayıları

$\gamma_{ij}$  Kısa dönem uyum etkileri

$\delta_i$  Hata düzeltme terimi

Panel ARDL modelini belirtirken, optimal gecikme uzunlukları, hem istatistiksel titizlik hem de ekonomik tutarlılığı sağlamak amacıyla bilgi kriterleri ve model tanı testlerinin bir kombinasyonu kullanılarak belirlendi. Özellikle, orta büyüklükteki paneller için uygunluğu ve model karmaşıklığını aşırı cezalandırmadan ilgili dinamikleri koruma eğilimi nedeniyle, birincil gecikme seçimi ölçütü olarak Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanıldı. Sağlamlığı doğrulamak amacıyla Schwarz Bayes Kriteri (BIC) ve Hannan–Quinn Kriteri (HQC) de incelendi ve nihai gecikme yapısı, bu kriterleri farklı model spesifikasyonları arasında tutarlı şekilde minimize eden yapı temel alınarak seçildi.

Seçilen gecikme yapısının kararlılığı, değişkenler arasındaki dinamik ilişkilerin yeterince yakalanıp yakalanmadığını test etmek için artıkların otokorelasyon testleri ile değerlendirildi. Alternatif gecikme spesifikasyonları tahmin edildikten sonra, seriyel korelasyon için Breusch–Godfrey LM testi uygulandı ve sonuçlar tercih edilen modelin anlamlı bir artık otokorelasyonu içermediğini doğruladı (LM testi p-değeri = 0,27). Bu, gecikme yapısının seriyel bağımlılığı başarıyla ortadan kaldırdığını ve dinamik spesifikasyonun doğru bir şekilde belirlendiğini göstermektedir.

## Sonuçlar

Verilerin durağanlığını test etmek için ADF-Fisher panel birim kök testi uygulanmıştır. ADF-Fisher testi, gecikme yapısındaki esnekliği nedeniyle verilerimiz için daha uygun bir testtir. Tablo 2, panel birim kök testinin sonuçlarını göstermektedir. LNGPPC, LNEV ve TGHE değişkenleri dışında tüm değişkenler 0. dereceden entegre (I(0)) durumundadır. Tüm değişkenler ya I(0) ya da I(1) derecesinde entegre olduğundan, panel ARDL modelinin uygulanması uygundur. Tablo 3, panel rastgele etkiler modeli ve panel ARDL modelinin tahmin sonuçlarını sunmakta olup, Tablo 4 ise 23 Avrupa ülkesinden oluşan örneklem için çevresel gelir ve toplam sera gazı emisyonlarının GSYİH büyümesi ile olan uzun dönem tahminlerini göstermektedir.

**Tablo 2.** Panel ADF-Fisher Birim Kök Testi

Değişkenler	Trend Yok	Trend ile	Entegrasyon Derecesi
LNGDPPC	0.9921	0.0000***	I(1)
LNENV	0.0000***	0.0000***	I(1)
CAD	0.0000***	0.0000***	I(0)
INF	0.0088***	0.0062***	I(0)
LNGCF	0.0000***	0.0000***	I(0)
TGHE	0.0006***	0.0000***	I(1)

**Tablo 3.** Tahmin Sonuçları

	(1)	(2)
	LNGDPPC	L.LNGDPPC
EC		-0.383* (-1.95)
LNENR	0.236*** (8.54)	
CAD	0.00843*** (5.16)	
GCF	0.0134*** (5.58)	
Inflation	0.00827*** (5.04)	
TGHE	-0.00588 (-1.52)	
L.LNENR		0.232*** (8.34)
L.CAD		0.0109*** (6.61)
L.GCF		0.0145*** (6.09)
L.Inflation		0.00407* (1.86)
L.TGHE		-0.00277 (-0.70)
_cons	7.871*** (30.55)	7.849*** (30.14)
N	360	336
	<b>Hausman Spesifikasyon testi</b>	<b>LM testi</b>

**Tablo 4.** Uzun Dönem Tahminleri

Değişkenler	Katsayı (Coef.)	Standart Hata (Std. Err.)	z	p-değeri
LNENR	1.960348	0.0083319	235.28	0.0000
TGHE	1.962282	0.0083385	235.33	0.0000

Tablo 3'ten elde edilen tahmin sonuçları, iki Panel ARDL spesifikasyonuna dayalı olarak LNGDPPC üzerindeki kısa dönem dinamiklerine ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. Model (1) sonuçlarına göre, LNENR (çevresel düzenleme) pozitif ve yüksek derecede anlamlı bir katsayıya sahiptir (0,236,  $p < 0,001$ ), bu da daha sıkı çevresel politikaların kişi başına düşen GSYİH'yi arttırabileceğini, muhtemelen Porter Hipotezi'ne göre yenilik yoluyla telafi edici etkiler yaratabileceğini göstermektedir. CAD, GCF (brüt sabit sermaye oluşumu) ve enflasyon (INF) da pozitif ve anlamlı etkiler göstermektedir (sırasıyla 0,00843, 0,0134 ve 0,00827, tümü  $p < 0,001$ ), bu durum ticaret dengeleri, yatırımlar ve fiyat istikrarının ekonomik büyümeye katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın, TGHE negatif fakat anlamlı olmayan bir katsayı sergilemektedir (-0,00588,  $p = 0,129$ ); bu, sera gazı emisyonlarının kısa dönemde büyümeyi anlamlı biçimde engellemediğini ve bunun enerji yoğun sektörlerdeki uyum mekanizmalarından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Model (2) sonuçları, gecikmeli değişkenler (L.) ile bu bulguları pekiştirmektedir: L.LNENR (0,232,  $p < 0,001$ ), L.CAD (0,0109,  $p < 0,001$ ) ve L.GCF (0,0145,  $p < 0,001$ ) pozitif ve anlamlı kalırken,

L.Enflasyon önemsizleşerek sınırlı anlamlılığa düşmektedir (0,00407,  $p = 0,063$ ) ve L.TGHE hâlâ anlamsızdır (-0,00277,  $p = 0,484$ ). Sabit terimler (7,871 ve 7,849,  $p < 0,001$ ) güçlü bir temel büyüme eğilimini göstermekte olup, örneklem büyüklükleri 360 ve 336 gözlem ile dengeli bir paneli yansıtmaktadır. -0,385 değerindeki hata düzeltme terimi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır; bu durum, değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisinin varlığını ve yakınsamanın gerçekleştiğini doğrulamaktadır. Katsayının büyüklüğü, uzun dönem dengesinden kaynaklanan herhangi bir sapmanın yaklaşık %38,5'inin her yıl düzeltilmekte olduğunu göstermekte ve kısa dönem şoklarından sonra dengeye dönüş hızının ılımlı olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 4'teki uzun dönem tahminleri, LNGDPPC'yi bağımlı değişken olarak ele alarak denge ilişkilerini daha ayrıntılı olarak ortaya koymaktadır. LNENR ve TGHE, her ikisi de I(1) değişkenler olarak, olağanüstü yüksek katsayılar (sırasıyla 1,9603 ve 1,9623) ve 235'i aşan z-istatistikleri ile p-değerleri 0,0000 olarak bulunmuş; bu durum, kişi başına GSYİH ile uzun dönemde güçlü bir pozitif ilişkiyi işaret etmektedir. Standart hataların her iki değişkende de minimal olması (0,0083) tahminlerin hassasiyetini teyit etmektedir. Genel olarak, bulgular çevresel düzenlemelerin uzun dönemde büyümeyi desteklediğini gösterirken, emisyonlarla olan kalıcı bağlantı, ekonomik ilerlemeyi sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hâle getirecek dönüştürücü politikalara olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Çevresel gelirler (LNENR) ve sera gazı emisyonları (TGHE) için uzun dönem katsayıları ilk bakışta büyük görünse de, model çerçevesi ve çalışma döneminde AB ekonomilerinin ekonomik özellikleri göz önüne alındığında bu büyüklükler rasyonelleştirilebilir. ARDL Panel çerçevesi, başlangıçta kısa dönem uyumları dikkate alarak uzun dönem esnekliklerini tahmin etmekte ve katsayılar, hata düzeltme terimi aracılığıyla güçlü bir uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. AB'nin özellikle Orta ve Doğu Avrupa'daki enerji yoğun sanayilere bağımlılığı ve çevresel gelirlerin yeşil yatırımların finansmanına yaptığı önemli katkı, bu faktörler ile kişi başına düşen GSYİH arasında uzun dönemde makul bir bağlantıyı işaret etmektedir. Ayrıca, 2010–2022 döneminde birçok AB ülkesinde çevresel gelirler, Avrupa Yeşil Mutabakatı, karbon fiyatlandırma reformları ve daha sıkı enerji vergisi kuralları sonucunda önemli ölçüde artmış, bu da eşbütünleşmiş bir modelde uzun dönem çarpan etkilerini güçlendirmiştir. Uzun dönem katsayıları, küçük değişimlerin anlık etkilerini değil, zaman içinde birikimli sonuçları yansıtarak, çevresel gelirlerde veya emisyonlarda kalıcı bir artışın yatırım, üretim maliyetleri ve yerleşik sanayi yapıları aracılığıyla birikebileceğini göstermektedir (Guliyev & Tatoğlu, 2023; Mirović, Kalaš, & Milenkovic, 2021).

## Tartışma

Panel rastgele etkiler modeli ve panel ARDL modeli sonuçları, çevresel gelirlerin logaritmasının 23 AB ülkesinde GSYİH büyümesi üzerinde pozitif ve yüksek derecede anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu, daha yüksek yeşil vergilerin (veya elde edilen gelirlerin) bölgedeki ekonomik büyümeyi artırdığı anlamına gelir. Bunun nedeni muhtemelen elde edilen sermayenin daha yeşil teknolojilere yeniden yatırılmasıdır; bu hem piyasada yeni iş alanları yaratır hem de yeniliği teşvik ederek ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkiler (Heimberger, 2025; Mitsi, 2024). Ayrıca, araştırma sonuçları, Avrupa Birliği için, özellikle Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda önemli bir politika sonucu ortaya koymaktadır. Bu durum, çevresel vergilendirmenin ekonomik büyüme ile sürdürülebilirlik arasında bir tercih yapmak zorunda bırakmadığını, aksine her iki amaca aynı anda ulaşmak için çift yönlü bir araç olabileceğini göstermektedir.

Hükümetler, vergi gelirlerini yenilenebilir enerji projelerine, enerji verimliliği girişimlerine ve düşük karbon teknolojilerinde araştırma ve geliştirmeye yönlendirerek uzun dönem rekabetçiliği artırabilirler. Bu yaklaşım, fosil yakıtlara bağımlılıktan kaynaklanan olumsuz etkilerin (kirlilik ve sağlık maliyetleri gibi) azaltılmasına da katkı sağlayarak daha yeşil bir ekonomiyi destekler (Maxim a, 2020; Mang & Caddick, 2023). Çevresel vergiler, çevresel maliyetleri piyasa fiyatlarına dahil ederek firmaları ve hanehalklarını daha temiz üretim ve tüketim uygulamalarını benimsemeye teşvik eden düzeltici bir mekanizma olarak işlev görebilir. Bu gelirlerin dağılımı da kritik öneme sahiptir: Gelirler temiz enerji

için sübvansiyonlar, bozucu vergilerin azaltılması veya kırılgan hanehalklarına doğrudan destek gibi stratejik yollarla yeniden kullanıldığında, politika daha geniş bir kamu kabulü kazanabilir ve adil bir geçişi garanti edebilir. AB deneyimi, yeşil maliye politikalarının ekonomik büyümeyi çevresel koruma ile dengeleme potansiyelini vurgulamakta ve iklim hedeflerini ekonomik istikrarla uyumlu hâle getirmeye çalışan diğer bölgeler için değerli dersler sunmaktadır (Mirović, Kalaš, & Milenkovic, 2021; Stern & Stiglitz, 2023).

Diğer yandan, cari açık, brüt sermaye oluşumu ve enflasyon da GSYİH büyümesini pozitif yönde etkilemektedir. Sürekli kontrol altında tutulan bir ticaret açığı, ekonomide kredi ve yatırım fırsatları yaratabilir ve bu yatırımlar kısa ve uzun dönemde ekonomik büyümeyi etkiler. Avrupa ülkeleri, cari açıklarına son derece duyarlıdır ve bu nedenle bunları sıkı bir şekilde kontrol ederler. Bu durum, daha küçük ve yönetilebilir bütçe açıklarına yol açar ve dolayısıyla ekonomiye olumlu etki yapar. Cari açığın etkin yönetilmemesi, kısa ve uzun vadede ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyebilir. Enflasyonun GSYİH büyümesi üzerinde pozitif etkisi bulunması, ılımlı enflasyonun ekonomik aktiviteyi teşvik edebileceğini ve tüketim ile yatırımı motive edebileceğini göstermektedir. AB bağlamındaki kanıtlar, çoğu ülkenin enflasyonu büyümeyi destekleyecek bir aralıkta tuttuğunu ve hiper enflasyon veya deflasyonun olumsuz etkilerinden kaçındığını göstermektedir. 2008–2022 döneminde AB’de enflasyon ılımlı düzeyde kalmış olup, bu durum güçlü bir ekonominin göstergesi olarak tüketicileri harcamaya ve yatırım yapmaya teşvik eder. Sistem, nominal ücretleri düşürmeden reel ücret ayarlamaları yapılmasına olanak tanır ve böylece istihdam seviyelerinin korunmasına yardımcı olur (Rotar, 2025; Cottarelli & EU, 2020). Uygun makroekonomik yönetim, dikkatli mali kararlar, stratejik yatırımlar ve uyumlu para politikaları ile cari açıklar, sermaye oluşumu ve enflasyon oranları arasındaki dengeyi sağlamak açısından kritik öneme sahiptir ve uzun dönem ekonomik büyümeyi destekler (Blavasciunaite, Garšvienė, & Matuzeviciute, 2020; Beirne, Renzhi, & Volz, 2021).

Brüt sermaye oluşumu, ekonomide sabit varlıklara yapılan yatırımlar ve stok seviyelerindeki net değişimleri kapsar. Brüt sermaye oluşumunun cari açıkla birlikte pozitif etkisi, yatırımın Avrupa ekonomilerinde büyüme için başlıca bir itici güç olduğunu vurgular. Firmalar ve hükümetler sermayeye daha fazla yatırım yaparken, kaynakları altyapı, teknolojik ilerleme ve sanayi yükseltmelerine yönlendirir; bu da uzun vadede verimliliği ve rekabetçiliği artırır. GCF’deki artış, ekonomide sabit varlıklarda yükselmeye yol açarak nihayetinde ekonomik büyümeye katkıda bulunur. Yatırımlar arttıkça, iş yaratımı ve teknolojik ilerleme de teşvik edilir ve böylece GSYİH büyümesi daha da desteklenir (Saglam, 2017; Žarković, Četković, & Cvijović, 2025).

Sera gazı emisyonlarının 23 AB ekonomisinde kısa dönemde ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Örnekleme çevresel bozulma ile ekonomik büyüme arasında bir çözülme gözlemlenmektedir. Uzun dönemde ise toplam sera gazı emisyonlarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve önemli etkisi vardır. Bu eğilimin sürmesi, emisyonlara yoğun bağımlılığı olan ve uzun dönem çıktıyı çevresel kaygılar pahasına sürdüren sektörlerle bağlantılı kaynaklanıyor olabilir. Benzer şekilde, çevresel gelirlerin uzun dönemde ekonomik büyüme üzerindeki etkisi de 23 AB ülkesi örnekleminde pozitif ve anlamlıdır. Bu durum, çevresel vergiler veya gelirler gibi yeşil maliye politikalarının sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı teşvik etmede yapıcı bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik performans arasındaki ilişkiye dair öngörüler, sera gazı emisyonlarının kısa ve uzun dönem etkileri incelenerek elde edilmiştir. Ön bulgular, ekonomilerin başlangıçta emisyon artışı olmaksızın büyümeyi sürdürebileceğini göstermektedir; bu durum büyük ölçüde enerji verimliliği iyileştirmeleri, hizmet sektörüne kayış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile açıklanabilir (Ümit & Dağdemir, 2025; Guliyev & Tatoğlu, 2023; Asiedu, Hassan, & Bein, 2020). Bu bulgu, AB’nin iklim nötrlüğü hedefi ile uyumlu olup, GSYİH birimi başına emisyon yoğunluğunu azaltmadaki başarısını yansıtır.

Çevresel gelirlerin birleşik pozitif etkisi, politika yönelimi için bir ipucu sunar; çevresel vergilerden elde edilen gelirler, daha temiz teknolojiler ve yeşil altyapıya yeniden yatırım yapılabilir ve böylece emisyon yoğun sektörler için büyüme bağımlılığı kademeli olarak azaltılabilir. AB, kısa dönemde iklim hedeflerinden sapmayı kalıcı yapısal değişime dönüştürmek için mali teşvikler,

teknolojik ilerlemeler ve sanayi politikalarını iklim hedefleriyle koordine ederek önemli bir zorluğun üstesinden gelmelidir. Ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki dengeyi korumak, ekonomik genişlemenin çevresel korumayı tehlikeye atmamasını sağlamak açısından kritik olacaktır (Vasylieva, Lyulyov, Bilan, & Streimikiene, 2019; Bolük & Mert, 2014; Guter-Sandu, Haas, & Murau, 2024).

Çalışma dönemi (2008–2022), küresel finans krizi, Euro Bölgesi borç krizi, COVID-19 pandemisi ve Rusya–Ukrayna çatışması gibi önemli ekonomik ve jeopolitik dalgalanmaları kapsamaktadır; bu durum, yeşil maliye düzenlemeleri ile ekonomik büyüme arasındaki tahmini ilişkiyi etkileyebilir. Bu şoklar, mali kapasite, enerji kullanımı, emisyon seviyeleri ve yatırım davranışlarını etkilemiş ve çevresel gelirler ile GSYİH dinamiklerini geçici olarak bozmuş olabilir. Küresel finans ve Euro Bölgesi krizleri, kamu yatırımlarını azaltmış ve çevresel harcamaları kısıtlamış; COVID-19 ise emisyonları önemli ölçüde düşürmüş ve ekonomik faaliyetleri aksatmış, böylece mali değişkenler ile büyüme arasındaki eşzamanlı ilişkileri zayıflatmıştır. Buna karşılık, Rusya-Ukrayna savaşı enerji güvenliğini artırarak kısa vadede fosil yakıtlara bağımlılığı sürdürürken, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımları da teşvik etmiştir. Doğrusal olmayan ve krizlere özgü etkiler, panelde yapısal kırılmalar yaratabilir; bu durum özellikle kısa dönem dinamiklerini temsil eden katsayıların kısmen döngüsel uyumları, uzun dönem yapısal ilişkiler yerine temsil etmesine yol açabilir. Gelecek çalışmalar, yapay kriz senaryoları, yapısal kırılma testleri veya rejim değişim modelleri kullanarak yeşil maliye politikalarının uzun dönem etkilerini daha kesin şekilde belirleyebilir.

## Sonuç

Bu araştırma, çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyümenin bir arada var olup olamayacağına dair mevcut politika tartışmalarına önemli bir katkı sunmaktadır. Çalışma, 23 Avrupa Birliği üyesi ülkede yeşil maliye düzenlemelerinin etkilerini kapsamlı bir şekilde analiz ederek, çevresel gelirlerin, özellikle ekolojik vergilerden elde edilen gelirlerin, kısa ve uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde sürekli pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Çevresel kaygıların ekonomik karar süreçlerine entegre edilmesi, sürdürülebilir teknolojilere yatırım teşviki, yeni iş alanları yaratılması ve inovasyonun desteklenmesi yoluyla ekonomik büyümeyi artırabilir.

Bu dönüşümde kritik aktörlerden biri enerji sektörüdür. Sektör, iklim krizine ve dijital yeniliklerin getirdiği zorluklara yanıt olarak yapay zekâ, blok zinciri ve akıllı şebekeler gibi dijital teknolojileri entegre eden yenilikçi iş modelleri geliştirmek zorundadır. Bu yeni modeller, enerji şirketlerinin geleneksel fosil yakıt temelli yapılarının ötesine geçmesini ve esneklik, sürdürülebilirlik ve müşteri odaklılığı önceliklendiren bütünleşik değer zincirleri oluşturmasını gerektirir. Bu geçişin sağlanması, ekonomik ve çevresel olarak uygulanabilir düzenleyici çerçeveler ve politika önlemlerinin benimsenmesine de bağlıdır; bu, yatırımın teşvik edilmesini, enerji güvenliğinin sağlanmasını ve şirket stratejilerinin uzun dönem iklim hedefleri ile uyumlu hâle getirilmesini içerir.

Brüt sermaye oluşumu, kontrollü cari açıklar ve ılımlı enflasyon gibi değişkenler de ekonomik büyüme ile pozitif ilişkilidir. Bu kolektif faktörler ekonomik istikrarı destekler ve AB'nin üretim kapasitesini artırır. Sera gazı emisyonları kısa dönemde büyüme üzerinde etkili olmasa da, uzun dönem bağlantısı, AB'nin emisyon yoğun sektörlerle olan bağımlılığını ortaya koymakta ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmadan tamamen ayrılması için ek politika değişikliklerinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Araştırma, yeşil maliye politikalarının faydalarını ortaya koymaktadır; bu politikalar sadece ekonomik büyümeyi desteklemekle kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde büyümeyi hızlandırır. Çalışma, politika yapıcılar için kritik bilgiler sunmakta; yeşil sektörlerle uzun vadeli stratejik yatırımların önemini ve genel ekonomik istikrarın korunmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Ayrıca, bu çalışma, Avrupa'da yeşil mali yönetimin ekonomik etkilerine dair güçlü ampirik kanıt sağlayarak önemli bir bilgi boşluğunu doldurmakta ve diğer bölgeler için sürdürülebilir ekonomik dönüşümler açısından bir referans noktası oluşturmaktadır.

Empirik sonuçlarının yanı sıra, bu çalışma AB içinde gelecekteki ekonomik ve çevresel politika tasarımları açısından da önemli çıkarımlar sunmaktadır. Kanıtlar, yeşil maliye politikalarının yalnızca çevresel iyileştirme araçları olarak değil, ekonomik büyüme yönünü proaktif olarak belirleyen araçlar olarak görülmesi gerektiğini göstermektedir. Hükümetler, çevresel vergi gelirlerini araştırma, temiz enerji geliştirme ve işgücü eğitimine dikkatli bir şekilde yatırarak yenilik, istihdam ve rekabetçilikten oluşan kendi kendine sürdürülebilir bir döngü oluşturabilirler. Yapısal dönüşümü hızlandırmak kritik önemdedir; uzun dönem ekonomik büyümenin hâlâ emisyon yoğun sektörlerle bağlı olduğu gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle politika yapıcılar sanayi çeşitlendirmesini önceliklendirmeli, düşük karbon teknolojilerinin yayılmasını teşvik etmeli ve iklim ve enerji şoklarına karşı dayanıklılığı artırmak için sınır ötesi iş birliğini güçlendirmelidir. Büyüme hedefleri ile sosyal adalet arasında bir denge sağlamak da önemlidir; yeşil maliye politikalarının maliyet ve faydalarının hanehalkları, sanayi ve bölgeler arasında adil biçimde dağıtılması sağlanmalıdır. Bu çıkarımlar, AB'yi ekonomik büyüme ile çevre koruma arasında denge kurabilen bir modelin öncüsü hâline getirmektedir. Süreç hâlâ devam etmekte olup, sürdürülebilir, düşük karbonlu büyüme modelini tam olarak gerçekleştirmek için mali, sanayi ve teknolojik stratejilerin sürekli uyarlanması gerekmektedir; bu model, diğer bölgeler için de ilham ve rehberlik sağlayabilir.

### Öneriler

Araştırma, AB hükümetlerinin uygulayabileceği bir dizi somut ve uygulanabilir politika önlemini belirlemektedir. Politika yapıcılar, öncelikle çevresel vergileri genişleterek, uygulama gücünü artırarak ve gelirlerin belirli bir oranının yeşil yatırımlara tahsis edilmesini sağlayacak şeffaf rehberler oluşturarak yeşil mali araçları güçlendirmelidir.

Çevresel gelirler, ölçülebilir ve ekonomik büyümeyi teşvik etme potansiyeline sahip belirli projelere yönlendirilmelidir; bunlar arasında yenilenebilir enerji altyapısı yatırımları, enerji verimliliği iyileştirmeleri, elektrikli mobilitenin yaygınlaştırılması ve düşük karbon teknolojileri için araştırma-geliştirme finansmanı yer alır. Mali müdahalelerin somut ekonomik fayda sağlaması için ekonomik istikrarın korunması gerekir; bunun için aşırı cari açıkların önlenmesi, üretken sermaye yatırımlarının teşvik edilmesi ve enflasyonun stabil ve öngörülebilir bir aralıkta tutulması önemlidir. Bu önlemler, yeşil dönüşüm için iş dostu bir ortam sağlar.

Hükümetler, fosil yakıtlara yoğun bağımlı sektörlerden sübvansiyonları aşamalı olarak kaldırmalı ve bunların yerine sanayi decarbonizasyonunu teşvik eden seçici teşvikler sunmalıdır. Bu teşvikler arasında yeşil vergi indirimleri, uygun kredi koşulları ve teknoloji edinim hibeleri yer alabilir. Politika yapıcılar, çevresel gelirlerin bir kısmını işçi yeniden eğitim programlarını, hanehalkı enerji yardımlarını ve bölgesel geçiş fonlarını desteklemek için tahsis etmelidir; özellikle yapısal olarak kırılgan veya kömüre yoğun bağımlı bölgelerde.

Bu uygulanabilir adımlar, ekonomik performansı uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlik ile doğrudan ilişkilendiren net bir politika yol haritası sunmaktadır.

### Açıklama Beyanları

- 1. Araştırmacıların katkı beyanı:** Tek yazar, %100.
- 2. Çıkar çatışması:** Çıkar çatışması yoktur.
- 3. Etik Raporu:** Etik kurul onayı gerekmemektedir.
- 4. Araştırma Modeli:** Araştırmada, literatür taraması ve içerik analizi yöntemleri kullanılarak Panel Veri Yaklaşımı uygulanmıştır.

---

**References**

- Abbruzzese, M., Infante, D., & Smirnova, J. (2024). The diffusion of renewable energy production in European countries: The role of incentives. *Economics of Innovation and New Technology*, 34(1), 70–93. <https://doi.org/10.1080/10438599.2022.2160704>
- Aphecetche, T. (2024). *Fiscal challenges in the green transition: A global perspective* (Economic Brief 081). European Union.
- Asiedu, B. A., Hassan, A. A., & Bein, M. A. (2020). Environmental Science and Pollution Research, 28, 11119–11128. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2023.06.005>
- Aydin, C., & Esen, Ö. (2018). Reducing CO2 emissions in the EU member states: Do environmental taxes work? *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13), 2396–2420. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1382333>
- Bartocci, A., Notarpietro, A., & Pisani, M. (2024). “Green” fiscal policy measures and nonstandard monetary policy in the euro area. *Economic Modelling*, 136, 106743. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2024.106743>
- Beirne, J., Renzhi, N., & Volz, U. (2021). Persistent current account imbalances: Are they good or bad for regional and global growth? *Journal of International Money and Finance*, 115, 102389. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2021.102389>
- Bigerna, S., D’Errico, M. C., & Polinori, P. (2025). The role of EU structural and investment funds in the green transition: A stochastic ray frontier analysis. *Economic Analysis and Policy*, 87, 689–709. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2025.05.014>
- Blavasciunaite, D., Garšvienė, L., & Matuzeviciute, K. (2020). Trade balance effects on economic growth: Evidence from European Union countries. *Economies*, 8(3), 54. <https://doi.org/10.3390/economies8030054>
- Bolük, G., & Mert, M. (2014). Fossil & renewable energy consumption, GHGs (greenhouse gases) and economic growth: Evidence from a panel of EU (European Union) countries. *Energy*, 74, 439–446. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.07.008>
- Bölük, G., & Kaplan, R. (2022). Effectiveness of renewable energy incentives on sustainability: Evidence from dynamic panel data analysis for the EU countries and Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 26613–26630. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17685-0>
- Brühl, V. (2022). Green financial products in the EU – A critical review of the status quo. *Intereconomics*, 57(4), 252–259. <https://doi.org/10.1007/s10272-022-1061-6>
- Ciot, M.-G. (2023). The impact of the Russian–Ukrainian conflict on Green Deal implementation in central–southeastern Member States of the European Union. *Regional Science Policy & Practice*, 15(1), 122–144. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12577>
- Claeys, G., Tagliapietra, S., & Zachmann, G. (2019). *How to make the European Green Deal work*. Bruegel.
- Cottarelli, C., & European Union. (2020). *The role of fiscal rules in relation with the green economy*. European Parliamentary Research Service.

Dzwigol, H., Kwilinski, A., Lyulyov, O., & Pimonenko, T. (2023). The role of environmental regulations, renewable energy, and energy efficiency in finding the path to green economic growth. *Energies*, 16(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/en16010001>

Eckert, E., & Kovalevska, O. (2021). Sustainability in the European Union: Analyzing the discourse of the European Green Deal. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(80), 1–22. <https://doi.org/10.3390/jrfm14020080>

Fetting, C. (2020). *The European Green Deal*. ESDN Report.

Guliyev, H., & Tatoğlu, F. Y. (2023). The relationship between renewable energy and economic growth in European countries: Evidence from panel data model with sharp and smooth changes. *Renewable Energy Focus*, 46, 185–196. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2023.01.008>

Guter-Sandu, A., Haas, A., & Murau, S. (2024). Green macro-financial governance in the European monetary architecture: Assessing the capacity to finance the net-zero transition. *Competition & Change*. <https://doi.org/10.1177/10245294241230147>

Ha, L. T. (2024). The role of environmental tax in guiding global climate policies to mitigate climate changes in European region. *Natural Resource Modeling*, 37(4), 12–18. <https://doi.org/10.1002/nrm.12473>

Heimberger, P. (2025). *The new EU fiscal framework: Implications for public spending on the green and digital transition* (Policy Notes and Reports 94). The Vienna Institute for International Economic Studies.

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2022). *Climate change and nuclear power 2022*. <https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea-ccnp2022-body-web.pdf>

Iqbal, M. M., Ali, M., & Bakhtawar, S. (2025). Green taxes as a catalyst for net-zero emissions: Policy design, implementation challenges, and global opportunities for climate action. *Research Journal for Social Affairs*, 3(3), 177–189.

Kuzemko, C., Blondeel, M., Dupont, C., & Brisbois, M. C. (2022). Russia's war on Ukraine, European energy policy responses & implications for sustainable transformations. *Energy Research & Social Science*, 92, 102842. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102842>

Li, Y., Zhou, M., Sun, H., & Liu, J. (2023). Assessment of environmental tax and green bonds impacts on energy efficiency in the European Union. *Economic Change and Restructuring*, 56, 1063–1081. <https://doi.org/10.1007/s10644-022-09477-4>

Mamun, M. A., Boubaker, S., Hassan, M. Z., & Manita, R. (2025). Towards net zero: Implications of environmental regulations on green finance. *Finance Research Letters*, 79, 107299. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107299>

Mang, S., & Caddick, D. (2023). *Navigating constraints for progress: Examining the impact of EU fiscal rules on social and green investments*. New Economics Foundation.

Maxim, M. R. (2020). Environmental fiscal reform and the possibility of triple dividend in European and non-European countries: Evidence from a meta-regression analysis. *Environmental Economics and Policy Studies*, 22, 633–656. <https://doi.org/10.1007/s10018-020-00268-5>

Maxim, M. R., Zander, K. K., & Patuelli, R. (2019). Green tax reform and employment double dividend in European and non-European countries: A meta-regression assessment. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(4), 342–355.

Metcalf, G. E., & Stock, J. H. (2023). The macroeconomic impact of Europe's carbon taxes. *SSRN*, 1–40. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4414541>

Miceikiene, A., Makutenas, V., Makutenas, V., Zukovskis, J., & Kożuch, A. J. (2016). Comparative evaluation of experience in environmental tax reforms in chosen EU states. *Problemy Ekorożwoju – Problems of Sustainable Development*, 12(1), 87–99.

Mirović, V., Kalaš, B., & Milenkovic, N. B. (2021). Panel cointegration analysis of total environmental taxes and economic growth in EU countries. *Economic Analysis*, 54(1), 92–103.

Mitsi, D. (2024). Fiscal rules and green growth in Europe. *International Journal of Education, Business and Economics Research*, 4(2), 61–72.

Obobisa, E. S., & Ahakwa, I. (2024). Stimulating the adoption of green technology innovation, clean energy resources, green finance, and environmental taxes: The way to achieve net zero CO2 emissions in Europe? *Technological Forecasting and Social Change*, 205, 123489. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123489>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *Taxing energy use for sustainable development*. [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/01/taxing-energy-use-for-sustainable-development\\_7505cdd6/89167cef-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/01/taxing-energy-use-for-sustainable-development_7505cdd6/89167cef-en.pdf)

Özyılmaz, A. (2022). Enflasyon ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: AB ülkeleri örneği [Relationship between inflation and economic growth in EU countries]. *Journal of Economic Policy Researches*, 9(2), 425–438.

Paliova, I. (2024). Challenges of Bulgaria's fiscal policy towards green transition in the European Union. *Economic Studies Journal (Bulgarian Academy of Sciences – Economic Research Institute)*, 2, 27–49.

Pappas, A., & Boukas, N. (2025). Examining impact of inflation and inflation volatility on economic growth: Evidence from European Union economies. *Economies*, 13(2), 31. <https://doi.org/10.3390/economies13020031>

Raudla, R., Spendzharova, A., & Veskioja, K. (2025). How policy capacities shape the green transition: Explaining the use of EU sustainable finance in the EU's Central and Eastern European member states. *Journal of European Public Policy*. <https://doi.org/10.1080/13501763.2025.2410435>

Rotar, L. J. (2025). Fiscal sustainability and economic growth in the light of new economic governance. *Technological and Economic Development of Economy*, 31(3), 663–684. <https://doi.org/10.3846/tede.2025.23962>

Saglam, Y. (2017). Doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme: Avrupa geçiş ekonomileri üzerine panel veri analizi [FDI and economic growth in European transition economies: Panel data analysis]. *Journal of Yasar University*, 12(46), 123–135.

---

Schratzenstaller, M. (2023). Elements of a European green fiscal policy. *Intereconomics: Review of European Economic Policy*, 58(6), 300–304. <https://doi.org/10.1007/s10272-023-1141-9>

Shoukat, W., Mustafa, Z., Muneer, M. U., & Shahzadi, A. (2024). The impact of the Russia-Ukraine war on EU energy security. *Social Sciences Spectrum*, 3(4), 337–351.

Torres-Reyna, O. (2007). Panel Data Analysis Fixed and Random Effects Using Stata (v. 4.2). *Data & Statistical Services*, Princeton University.