

OECD ülkelerinde yeşil büyüme, yönetim ve yeşil teknoloji inovasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine etkisi: Bir CS-ARDL analizi

The impact of green growth, governance, and green technology innovation on sustainable development goals in OECD countries: A CS-ARDL analysis

Okan Kekül¹ 

Öz

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane, Türkiye, okankekul@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-0517-6577

Küresel çapta sürdürülebilir bir yapının oluşturulması, ekonomik göstergelerin ötesine geçmekte ve yeşil kavramının etkin bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu kapsamda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeleri bünyesinde barındıran OECD ülkelerinin yeşil dönüşüm performansları analiz edilerek, mevcut durumlarının ortaya çıkartılması kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada OECD ülkelerinde yeşil büyümenin, yönetimin ve yeşil teknoloji inovasyonunun, çevresel ve sosyal bağlamda belirlenen sürdürülebilir kalkınma hedeflerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. CS-ARDL yönteminin kullanıldığı bu çalışmada analize ait varsayımlar dikkate alınarak; yatay kesit bağımlılığı testi sonrasında ise birim kök testleri, heterojenlik analizi ve eşbütünleşme testleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, CS-ARDL yöntemi için gerekli koşulları sağlaması üzerine belirlenen modeller için kısa ve uzun vadeli sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, sürdürülebilirliğin çevresel boyutunda, yeşil büyümenin karbon emisyonlarını kısa vadede azalttığı fakat uzun vadede anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca yeşil teknolojinin kısa vadede karbon emisyonlarını artırdığı tespit edilmiştir. Sürdürülebilirliğin sosyal boyutuna ait elde edilen bulgular incelendiğinde ise ekonomik büyümenin, kısa ve uzun dönemde belirli bir yılda istihdam edilen toplam işgücünü pozitif yönde etkilediği gözlemlenmiş diğer değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı gerçekleştirilen analiz sonuçlarında ortaya konulmuştur. Bu çalışmada kullanılan değişkenler ile OECD kapsamında literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda CS-ARDL yöntemi ile gerçekleştirilen bu çalışmanın literatüre önemli katkılar sunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeşil Büyüme, Yönetişim, Yeşil Teknoloji, Panel veri Analizi

Jel Kodları: Q01, Q55, O43, C23

Başvuru/Submitted: 6/08/2025

Revizyon/ Revised: 30/11/2025

Kabul/Accepted: 19/12/2025

Yayın/Online Published: 25/12/2025

Abstract

Creating a globally sustainable structure goes beyond economic indicators and necessitates the effective use of the green concept. In this context, analysing the green transformation performance of OECD countries, encompassing both developed and developing nations, and revealing their current status, is critical. This study aims to determine the impact of green growth, governance, and green technology innovation on sustainable development goals in OECD countries, in environmental and social contexts. Using the CS-ARDL method, this study, while accounting for the analysis's assumptions, performed cross-sectional dependence tests, followed by unit root tests, heterogeneity analysis, and cointegration tests. The analysis results, which satisfied the necessary conditions for the CS-ARDL method, yielded short- and long-term results for the selected models. Examination of the results reveals that, in the environmental dimension of sustainability, green growth reduces carbon emissions in the short term but has no significant long-term effect. Furthermore, it was found that green technology increases carbon emissions in the short term. When the social dimension of sustainability is examined, it is observed that economic growth positively affects the total workforce employed in a given year in both the short- and long-term. In contrast, other variables do not have a statistically significant effect, as the analysis reveals. No studies within the OECD that simultaneously use the variables included in this study have been found in the literature. In this context, this study, conducted using the CS-ARDL method, is expected to make significant contributions to the literature.

Keywords: Sustainability, Green Growth, Governance, Green Technology, Panel Data Analysis

Jel Codes: Q01, Q55, O43, C23

Atıf/Citation: Kekül, O., OECD ülkelerinde yeşil büyüme, yönetim ve yeşil teknoloji inovasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine etkisi: Bir CS-ARDL analizi, bmij (2025) 13 (4): 2213-2233, doi: <https://doi.org/10.15295/bmij.v13i4.2652>

Extended Abstract

The impact of green growth, governance, and green technology innovation on sustainable development goals in OECD countries: A CS-ARDL analysis

Literature

Aydin, Degirmenci, Bozatlı, Radulescu, and Balsalobre-Lorente (2025) examined the effects of green growth on sustainable development using a Fourier-based econometric method in a study of China and found that green economic growth supports sustainable development. It has been observed that studies based on sustainable development, the environment, and green growth are frequently conducted in China. Amin, Peng, Magazzino, Sharif, and Kamran (2025) used wavelet analysis in a study conducted in China and found that green growth reduces carbon emissions. Ahmed and Anifowose (2024) examined the relationship between corporate governance and the Sustainable Development Goals in Africa using fixed- and random-effects regression and the generalised method of moments. As a result, it was found that corporate governance has a positive impact on sustainable development. Knox and Orazgaliyev (2024) conducted a qualitative study in Central Asia and found that governance plays a critical role in achieving sustainable development goals. Behera, Behera and Sethi (2024) assessed the impact of green technology innovation on renewable energy consumption in European Union (EU) countries in the context of sustainability. The study, which used panel data, found that green innovation and investment in the renewable energy sector should be encouraged to achieve sustainability goals in EU countries. Esmaeilpour Moghadam and Karami (2024) found a positive relationship between green innovation and the advancement of renewable energy in their study using data from MENA countries. In this study, the variables used in the study conducted by Yikun, Leong, Abu-Rumman, Shraah and Hishan (2023) were utilised, and a CS-ARDL analysis was performed for OECD countries. Given the limited number of studies adopting the CS-ARDL approach, this study is expected to make significant contributions.

Research subject

This study examines the impact of green growth, governance, and green technology innovation on sustainable development goals in OECD countries between 2002 and 2020.

Research purpose and importance

The aim is to reveal the impact of green growth, governance, and green technology innovation on sustainable development goals in an environmental and social context in OECD countries. There are no studies in the literature that address the impacts of green growth, governance, and green technology innovation on sustainable development goals within the OECD framework.

Contribution of the article to the literature

The absence of a study in the literature that uses the CS-ARDL method within the OECD framework, with the variables used by Yikun et al. (2023), and the Dissemination of the CS-ARDL method highlight the contribution of this study to the literature.

Design and method

This study used the CS-ARDL approach.

Research type

Research Article.

Data collection method

The data used in the study were obtained from the World Bank, the OECD, and the WGI.

Quantitative/qualitative analysis

Gauss and Stata programs were used in the research.

Findings and discussion

Model 1 revealed no statistically significant long-term relationship between the dependent variable ENV and the independent variables. Short-term findings showed that the GRW variable negatively and statistically significantly affected the ENV variable (-0.008). Furthermore, the GRT variable positively and statistically significantly affected the ENV variable (0.115) in the short term. The error-correction term (ECT) coefficient was negative (-0.460). With a statistically significant ECT coefficient ($p < 0.01$), it was predicted that approximately 46% of short-term deviations in the system would disappear after one period, reaching equilibrium. The short-term and long-term forecast results obtained using the CS-ARDL method for Model 2 are presented. The results show that the GDP variable statistically significantly and positively affects the EMP variable in both the short- and long-term. According to the results, a 1% increase in the GDP variable results in 0.04% and 1% increases in the EMP variable in the short- and long-term, respectively. Finally, the error correction term was negative (-0.679) and significant. Given that the ECT coefficient is statistically significant ($p < 0.01$), it is predicted that approximately 67% of the short-term deviations in the system will dissipate after one period and reach the equilibrium level.

Findings as a result of analysis

An examination of the environmental dimension of sustainability in OECD countries has found that green growth reduces carbon emissions. At the same time, it has been shown that green technology innovation increases carbon emissions. Model 2, established to examine the social dimension of sustainability, shows that per capita gross domestic product in OECD countries is positively associated with total employment in a given year.

Suggestions based on results

Based on Model 1's findings, OECD countries are expected to prioritise clean production technologies and environmentally friendly infrastructure projects. Policymakers need to implement and adopt structural reforms. Countries should approach environmental patents qualitatively, not quantitatively. This is expected to enable the integration of efficient and effective patents that improve ecological conditions with industry. Furthermore, instead of focusing solely on the outcome of environmental patents, importance should also be given to the tools and equipment used in the development process; an environmentally

friendly approach to energy consumption should be adopted. In light of Model 2's findings, OECD countries need to prioritise so-called green-collar sectors to contribute to sustainability while achieving economic growth. By adopting this approach, both economic growth and employment can be increased while environmental sustainability is supported.

Limitations of the article

This study was conducted within the scope of OECD countries, and restrictions on data access were encountered when creating variables. For example, data from some countries were excluded from the study because they were not accessible. At the same time, it was observed that data from countries was limited in the historical context from data sources (World Bank, OECD, WGI, etc.). For this reason, data from recent years could not be accessed during the research. From this perspective, it is anticipated that these limitations may be overcome in future studies, particularly regarding access to current data. Thus, a future study comparing its findings with those of this study could make significant contributions to the literature.

Giriş

Dünya; gelişen teknoloji, artan nüfus ve bunlara bağlı olarak yüksek miktarda gerçekleşen üretim ve tüketim sebebiyle çevresel bağlamda zarar görmektedir. Bu durum, ülkeleri kaygılandırmış ve sürdürülebilir kalkınma kavramından söz edilmeye başlanmıştır. Tarihsel olarak değerlendirildiğinde sürdürülebilir kalkınma kavramına ilk olarak Dünya Doğa Şartında yer verilmiştir. Bu aşamadan sonra toplumları meşgul etmeye devam eden çevresel kaygılara, Ortak Geleceğimiz adlı kitapta değinilmiş ve sürdürülebilir kalkınma kavramı önemini arttırmaya devam etmiştir (Hák, Janoušková ve Moldan, 2016: 566). Sürdürülebilir kalkınmanın küresel bağlamda ele alınmasını sağlayan ve gelişimine katkı sağlayan bu eserde sürdürülebilir kalkınma kavramı, “gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilme durumunu göz önünde bulundurarak bugünün ihtiyaçlarını karşılamak” olarak tanımlanmıştır. Bu tanımda iki ilke ön plana çıkmıştır. İlki yoksul toplumların temel ihtiyaçlarını karşılanmasına öncülük edilmesi şeklindedir. İkincisi ise ihtiyaçlar noktasında sadece bugünü değil aynı zamanda geleceği de düşünerek sosyal örgütlenme ve teknoloji kullanımıyla birlikte çevrenin ihtiyaçları karşılama yeteneğine sürdürülebilir bir anlam kazandırılmasıdır (Mentes, 2023: 2). Çevre konusunda yapılan bu vurgu gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Günümüzde özellikle küresel bağlamda ekonomik büyüme hedefiyle, mal ve hizmet üretiminde yenilebilir enerji kullanımının beklenen seviyelerde olmaması, fosil yakıt tüketimi ile meydana gelen kirlilik, küresel ısınma yoluyla çevreye zarar vermektedir. Dolayısıyla çevreye yönelik uzun vadeli sürdürülebilir kalkınma politikalarının üretilmesi gerekmektedir. (Omer, 2008: 2267). Bu bağlamda ülkeler bir araya gelerek stratejiler geliştirmektedir. Örneğin 1968 yılında kurulan Roma Kulübü, ekonomik kalkınma ile çevre arasında bağlantıyı ele alan “ekonomik büyümenin sınırları” adı altında bir kitap yayınlamıştır (Meadows, Meadows, Randers ve Behrens, 1972). 1972 yılında Stockholm şehrinde, Birleşmiş Milletler (BM) insan çevresi konferansı gerçekleştirilmiş ve 26 ilkeyi kapsayan bildirgede çevre sorunlarının uluslararası bağlamda ele alındığı gözlemlenmiştir. 1992’de Rio de Janeiro’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında çevreye yönelik önemli bir karar alınarak Gündem 21 kabul edilmiştir. Gündem 21, insanların çevre üzerindeki etkilerini azaltabilme adına gerçekleştirmiş bir eylem planı olarak ön plana çıkmaktadır. Bu eylem planı, çevreyi korumak adına küresel çapta ülkelerin gerçekleştirdiği ortaklık olarak ifade edilebilmektedir (United Nations, 1992). Çevreye yönelik gerçekleştirilen bu tarz yaklaşımların 1961 yılında kurulan Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü’nde de (OECD) önemsendiği gözlemlenmektedir. OECD, geliştirdiği strateji ve politikaları, sürdürülebilirlik hedeflerine uyumlu olacak bir şekilde gerçekleştirerek üye ülkelere gelecek nesillerin ihtiyaçlarını göz önünde tutmaları yönünde görüş ve önerilerde bulunmaktadır (Zeigermann, 2023).

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesinde benimsenen yaklaşımlar yeşil büyüme şeklinde yeni politikaların ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Yeşil büyüme, doğal kaynakların göz ardı edilmeden diğer bir ifadeyle kontrolsüz şekilde kullanmasından ziyade ekonomik büyümeye katkı sağlayabilecek bir şekilde değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir. Böylelikle ekonomik büyüme sağlanırken çevrenin de korunduğu bir denge mekanizması meydana gelmektedir. Adamowicz (2022)’e göre Yeşil büyüme kavramı, yeşil ekonomiye benzemekle birlikte, nüfus artışından kaynaklanan mal ve hizmet taleplerindeki artışa, artan kalkınma istekleri ve yoksulluğu azaltma ihtiyacına atıfta bulunan net bir nicel boyuta sahiptir. Smulders, Toman ve Withagen (2014)’ne göre yeşil büyüme, çevresel bozulmayı azaltmaya yönelik belirlenen politikaların, ekonomik büyüme kapsamında büyük fedakârlık yapmadan çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanabileceğini hatta büyümeyi teşvik etmeye yardımcı olan bir kavram olarak nitelendirmektedir (Smulders vd., 2014). Tarihsel süreçte bakıldığında çevresel hedefleri de içeren ekonomik büyüme modeli, 1987 yılında dikkatleri üzerine çekmiştir. İlk olarak Brundtland Raporu (1987)’nda ön plana çıkmış sonrasında ise Rio Yeryüzü Zirvesi’nde sürdürülebilir kalkınma kavramının temelinde yer almıştır (Dresner, 2008). 2005 yılına gelindiğinde ise Seul şehrinde 5. Çevre ve Kalkınma Bakanlar Konferansı (MCED) kapsamında resmi olarak ele alınmıştır. Konferansta sürdürülebilirlik anlayışı çerçevesinde, ülkelerin alacağı kararlarda çevre ve ekonomi kavramlarının birlikte ele alınması gerekliliği vurgulanmış ve eko - verimliliğinin artırılması hususuna önemle değinilmiştir. Bu durum ülkelerin dikkatini çekmeye başarmış ve 2008 ekonomik krizinde ortaya çıkan çalkantılı duruma bir çözüm yolu olarak yeşil büyüme dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır (ILO, 2015). Dünya Bankası (WB), Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü’nde de (OECD), Yeşil Büyüme Bilgi Platformu (GGKP), Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) yeşil büyüme kavramı için gerekli olan önemi vurgulamış ve bünyesinde yer alan ülkelere yeşil büyümenin teoriden pratiğe geçişinde yayınladıkları raporlar ile birlikte konunun gündemde kalmasına öncülük etmişlerdir (Baniya, Giurco ve Kelly, 2021: 2). Geçmişten bugüne gerçekleştirilen organizasyonlara ve elde edilen sonuçlara bakıldığında yeşil büyüme, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleşmesine katkı sağlayan ve aynı zamanda aracılık yapan kavram olarak ön plana çıkmaktadır. Bu yönüyle değerlendirildiğinde iki kavram arasında önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu düşünülmektedir.

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefiyle gerçekleştirdikleri çalışmalar ve bu çalışmaların sonucunda belirlenen stratejilerde yeni bakış açıları ortaya çıkmakta ve böylelikle eksik olan alanlara yönelim sağlanabilmektedir. Son zamanlarda sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle ilişkilendirilen kavramlardan biri de yönetim kavramıdır. Yönetim kavramı, 1989 yılında Güney Sahra Bölgesinde bulunan ülkelerin yaşadıkları yönetsel sorunları irdeleyen Dünya Bankası Raporunda yer verilmiş ve bu rapor ile birlikte literatürde yönetim terimine kavramsal olarak ilk kez değinilmiştir (World Bank, 1992). Berlin duvarının yıkılmasından ve Sovyetler Birliği'nin dağılmasından önce, işletmelerin devlete ait bir kuruluş olması sebebiyle yönetim kavramı çok fazla önem arz etmemiştir. 1989 yılıyla birlikte geçiş ekonomisi algısının sürece hâkim olmasıyla birlikte yönetim kavramı dikkatleri üzerine çekmeye başladığı yıl olarak ifade edebilmektedir (McGee ve Preobragenskaya, 2006). Bu süreçte yönetim kavramının kullanımı söz konusu ülkelerin kalkınmasını, yönetimini, devleti, kamu yönetimini aşan bir fenomen olarak algılanmıştır (Şaylan, 2000:20). Literatürde çok sayıda çalışmaya konu olan yönetim kavramının Kaufmann, Kraay ve Mastruzzi (2011)'ne göre tek bir tanımla ifade edilmesi mümkün görünmemektedir. Dar ve geniş çerçevede yapılan tanımlar değerlendirildiğinde yönetim kavramı, bir ülkede otorite tarafından uygulanan gelenekler ve kurallar olarak ifade edilmektedir. Buna ek olarak; hükümetlerin seçilmesi, denetlenmesi ve değiştirilmesi süreci, hükümetin sağlıklı politikalar oluşturma ve uygulama kapasitesi, vatandaşların ve devletin arasında kurulan sosyal ve ekonomik etkileşimi sağlayan kurumlara saygı göstermesi de tanıma dahil edilmektedir (Kaufmann vd., 2011: 222). Toplamlar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirirken ortaya çıkan problemleri ya da engelleri iyi bir yönetim modelinin benimsenmesiyle aşabilmektedir. Çünkü iyi yönetim, uzun vadeli planlamalar ve stratejik amaçlar için katılıma, dikey ve yatay koordinasyon yoluyla politika tutarlılığına, paydaşları sürece dahil etme ve paydaşlara danışma konusunda açık, şeffaf bir süreci yaratmaya ve böylelikle sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin toplumun her bir noktasına ulaştırmaya katkıda bulunmaktadır (Kardos, 2012).

Çağdaş toplamlar, ekonomilerini geliştirirken aynı zamanda çevreyi de koruma bilinciyle hareket etmektedir. Nitekim çevrenin korunmasında önemli olan husus gelecek nesillere yaşanabilir ve üretilebilir bir çevre bırakmaktır. Yeşil kavramı, iki anlamda değerlendirilebilmektedir. İlki sürdürülebilir kalkınmanın güvence altına alınması için ekolojik çevrenin korunmasıdır. İkincisi ise, yeşil kavramı normatif ve bilimsel bir çerçevede değerlendirilmesi olarak ifade edilmekte; sürdürülebilir kalkınmanın istismar edilerek sınırsız büyüme ile harmanlanmasının önüne geçilmesi olarak tanımlanmaktadır. (Xu, Chen ve Zhang, 2019). Bu bağlamda özellikle üretimde geleneksel yöntemlerden ziyade teknolojik gelişmeleri takip ederek faaliyetler gerçekleştirmek, ülkelerin yeşile yönelmesine olanak sağlayabilir aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirme imkânı verebilmektedir. Örneğin üretim kısmında fosil yakıt tüketimini yerine yenilenebilir enerji tüketiminin gerçekleşmesi, üretim gerçekleştikten sonra meydana gelen atıkların geri dönüşümünün sağlanması, yeşil teknoloji inovasyona verilen önemle birlikte gerçekleşmektedir. Bu sebeple yeşil teknolojik inovasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile ilişkili bir kavram olduğu ve söz konusu hedeflerin gerçekleşmesinde aracı bir rolünün bulunduğu düşünülmektedir.

Son yıllarda, çevre konusunda strateji ve politikalar yoğun bir şekilde geliştirilmiş ve bu kapsamda sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiştir. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri yalnızca ekonomik göstergeler ile ilişkili değil aynı zamanda çevresel ve sosyal boyutları olan geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu bilgiler doğrultusunda küresel ekonomilerin büyük bir çoğunluğunu temsil eden OECD kapsamında yeşil dönüşümlerin gelişim düzeylerinin belirlenmesi, söz konusu stratejilerin ve politikaların ne kadar dikkate alındığının ortaya koyması bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, OECD ülkelerinde yeşil büyüme, yönetim, yeşil teknoloji inovasyonunun sosyal ve çevresel boyutları bakımından sürdürülebilir kalkınma hedeflerine olan etkisinin incelenmesidir. Çalışmada ilk olarak araştırma konusu ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmaları içeren literatür araştırmasına yer verilmiştir. Bu aşamanın ardından çalışmanın sonuçlarını elde etmek üzere ampirik analiz sürecine geçilmiştir. Araştırmada yatay kesit bağımlılığı testi, birim kök testleri, heterojenlik testi ve panel eşbütünleşme testine yer verilmiş sonrasında ise araştırmada kurulan modeller CS-ARDL sınır yaklaşımı ile uzun ve kısa dönemli olmak üzere incelenmiştir. Yapılan literatür taramasında, yeşil büyüme, yönetim ve yeşil teknoloji inovasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedefleri üzerindeki etkilerinin OECD ülkeleri bağlamında geniş bir perspektifle ele alındığına dair herhangi çalışmanın yapılmadığı gözlemlenmiştir. Özellikle, literatürde söz konusu değişkenlerin eş zamanlı olarak incelendiği çalışmaların kısıtlı olması, bu çalışmanın özgünlüğünü ön plana çıkartmaktadır. Ayrıca, bu araştırmada Chudik ve Pesaran (2015) tarafından geliştirilen CS-ARDL analizi gerçekleştirilmiştir. CS-ARDL analizi, geleneksel panel veri yöntemlerinden (ARDL, DOLS vb.) farklı olarak yatay kesit ortalamalarını sürece dahil etmektedir. OECD; ekonomik, çevresel ve sosyal olarak birbirini etkileyebilen ülkelerden oluşan bir örgüttür. Bu bağlamda araştırmada yatay kesit bağımlılığını dikkate

alan CS-ARDL yönteminin kullanılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin başarı düzeyini daha derinlemesine incelemesi bakımından metodolojik bir yenilik sunmaktadır. Bu nedenlerle, bu çalışma mevcut literatüre özgün bir bakış açısı getirerek, alandaki bilgi boşluğunu doldurma amacı gütmektedir.

Literatür taraması

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri, küresel bağlamda bütüncül bir bakış açısıyla sürdürülebilir kalkınmayı; sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarla ele almaktadır. Dolayısıyla ülkeler, yürüttüğü faaliyetlerde söz konusu boyutları göz önünde bulundurduğunda sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu sürecin akademik çalışmalarla desteklenmesi, etkinliği ve verimliliği daha yüksek seviyelere çıkartabilmektedir. Bu çerçevede araştırmanın konusunu oluşturan yeşil büyüme, yönetim ve yeşil teknoloji inovasyonu ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında literatürde gerçekleştirilen önceki çalışmalar, kullanılan yöntemler ve bulgularla birlikte aşağıda özetlenmiştir. Yürütülen çalışmaların genellikle son yıllarda gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu durumun en önemli nedenleri arasında 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen 2030 sürdürülebilir kalkınma gündemi yer almaktadır. Ayrıca iklim krizi, verilere erişimin kolaylaşması vb. birçok gelişme, sürdürülebilir kalkınma temelindeki çalışmalara ivme kazandırmıştır.

Yeşil büyüme ve sürdürülebilir kalkınma

Yeşil büyüme ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili literatürde bulunan çalışmaların detaylarına Tablo 1’de yer verilmiştir.

Yeşil büyüme ve sürdürülebilir kalkınma kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmasında genellikle panel veri analiz yöntemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma kapsamında çevresel gösterge olarak genellikle karbon emisyonu ve ekolojik ayak izinin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda yeşil büyümenin çevre üzerinde genellikle olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan literatür incelenmesinde, yeşil büyüme ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının teorik çerçevede tartışıldığı çalışmalara da rastlanılmıştır. Hickel ve Kallis (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kaynak kullanımı ile karbon emisyonlarına ilişkin ampirik kanıtların yeşil büyüme teorisini desteklemediği iddia edilmiş ve yeşil büyümenin yanlış yönlendirilmiş bir hedef olduğu bu bağlamda politika yapıcıların alternatif stratejilere yönelmesi gerektiği ifade edilmiştir. Kasztelan (2017) yürüttüğü çalışmada yeşil büyüme, yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi kavramsal bağlamda incelemiş ve kavramlar arasındaki ilişkinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Sonuç olarak yeşil büyümenin, sürdürülebilir kalkınma yoluna girmeyi mümkün kılan ekonomik büyüme olduğu belirtilmiştir. Antal (2016) yürüttüğü çalışmada, sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutuna vurgu yaparak, ekonomistlerin ve politika yapıcıların iklim değişikliği ile mücadelede yalnızca yeşil büyüme stratejisine bağlı kalmaları eleştirilirken; çevresel hedeflere ulaşmanın, ekonomik büyümeye olan bağlılığın azaltılması ile mümkün olacağı ifade edilmiştir.

Tablo 1: Yeşil Büyüme ve Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Literatür Özeti

Yazar(lar)	Örneklem	Yöntem	Bulgu(lar)
Aydin vd. (2025)	Çin	Fourier Yöntemi	Yeşil büyümenin sürdürülebilir kalkınmayı desteklediği tespit edilmiştir.
Amin vd. (2025)	Çin	Dalgacık Analiz Yöntemi	Yeşil büyümenin karbon emisyonlarını azalttığı ortaya konmuştur.
Bakkal (2025)	OECD	CCE-MG	Yeşil büyümenin çevresel bozulmayı engellediği tespit edilmiştir.
Cetin, Sümerli Sarıgül ve Danish (2025)	G7	Driscoll-Kraay	Yeşil büyümenin CO2 emisyonunu azalttığı belirlenmiştir.
Işık (2025)	Avrupa Birliği	Sabit Etkiler Rassal Etkiler Driscoll-Kraay	Yeşil büyüme değişkeni kapsamında ele alınan çevresel mal ve hizmetlerdeki istihdam payı ile çevre koruma yatırımlarının sürdürülebilir kalkınma hedeflerine pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir.
Sethi, Pata, Behera, Sahoo ve Sethi (2025)	BRICS+	NARDL	Yeşil büyümenin ekolojik ayak izini azalttığı tespit edilmiştir.
Zahra, Selvanathan, Gupta ve Jayasinghe (2025)	Çin, ABD, Hindistan	Kantil Panel Regresyonu	Yeşil büyüme arttıkça CO2 emisyonu belli bir seviyeye kadar düşmekte; eşik düzeye geldiğinde artışa geçtiği belirlenmiştir.
Nauman, Naheed ve Khan (2024)	111 Ülke	FMLOS	Yeşil büyümenin sera gazı emisyonunu azalttığı belirlenmiştir.
Dam, Durmaz, Bekun ve Tiwari (2024)	OECD	PMG-ARDL	Yeşil büyümenin CO2 emisyonunu azalttığı ve sürdürülebilirliği pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.
Hassan, Yang, Usman, Bilal ve Ullah (2023)	G7 ve E7	CS-ARDL	Yeşil büyümenin ekolojik ayak izini azalttığı belirlenmiştir.
Dogan, Hodžić ve Fatur Šikić (2022)	22 Ülke	Yenilikçi Kantil Regresyonu	Yeşil büyümenin önemli düzeyde CO2 emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir.
Dong, Wang, Zhao ve Taghizadeh-Hesary (2022)	Çin	İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi	Yeşil büyümenin, Çin'de CO ₂ emisyonlarıyla negatif bir korelasyona sahip olduğu ortaya konulmuştur.
Zhao, Taghizadeh-Hesary, Dong ve Dong (2023)	Çin	Havuzlanmış OLS FLGS	Çin'de yeşil büyümenin CO2 emisyonu üzerinde negatif bir etkisi vardır.
Chien, Ananzeh, Mirza, Bakar, Vu ve Ngo (2021)	ABD	QARDL	Yeşil büyümenin CO2 emisyonları üzerinde negatif bir etkisi olduğu belirlenmiştir.
Hao, Umar, Khan ve Ali (2021)	G7	CS-ARDL	Yeşil büyümenin çevreyi olumlu etkilediği ortaya konmuştur.
Yang, Shahzadi ve Hussain (2021)	ABD	DOLS	Yeşil büyümenin, uzun vadede CO2 emisyonuna önemli etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

Yönetişim ve sürdürülebilir kalkınma

Yönetişim kavramının tarihsel süreci her ne kadar eskiye dayansa da ülkeler nezdinde ve özellikle sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların özellikle son yıllarda dikkat çektiği gözlemlenmiştir. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamı gereği ekonomik, sosyal ve çevresel olarak nitelendirilmektedir. Yönetişim ise kavramsal olarak hesap verilebilirlik, şeffaflık vb. unsurları içermekte, iki kavramın analitik olarak incelenmesi güçleşmektedir. Bu bağlamda konu ile ilgili geçmişte yürütülen deneysel çalışmaların bazılarını ait detaylı bilgiler aşağıda sunulan tabloda verilmiştir.

Tablo 2: Yönetişim ve Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Literatür Özeti

Yazar(lar)	Örneklem	Yöntem	Bulgu(lar)
Konu (2025)	Türkiye	Granger nedensellik testi	Elde edilen bulgulara göre yönetim (hükümet etkinliği) ve sürdürülebilir kalkınma arasında çift yönlü bir nedensellik ilişki
Ahmed ve Anifowose (2024)	Afrika	Sabit ve rastgele etkili regresyon, genelleştirilmiş moment yöntemi	Kurumsal yönetişimin sürdürülebilir kalkınmayı pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir.
Knox ve Orazgaliyev (2024)	Orta Asya	Nitel araştırma yöntemi	Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde yönetişimin kritik bir rolde olduğu ifade edilmiştir.
Massuga, Larson, Kuhl ve Doliveira (2024)	127 Ülke	Çoklu regresyon analizi	Yönetişimin alt unsurlarının ülkelerin sürdürülebilirlik performanslarını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir.
Barbier ve Burgess (2021)	Düşük gelirli ve gelişmekte olan ülkeler	Refah Analizi	İyi yönetişimin uzun vadede kalkınma ve sürdürülebilirlik sürecinin başarısıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir.
Omri ve Mabrouk (2020)	MENA	GMM	Siyasi ve ekonomik kurumsal yönetişimin iyileştirilmesinin sürdürülebilir kalkınmaya imkan sağladığı ortaya konulmuştur.
Glass ve Newig (2019)	41 Ülke	Çoklu regresyon yöntemi	Yönetişim unsurlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda karar alma sürecini desteklediği ve kolaylaştırdığı tespit edilmiştir.
Güney (2017)	121 Ülke	OLS ve 2SLS	Yönetişimin sürdürülebilir kalkınma üzerinde önemli ve olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir.
Leal Filho, Platje, Gerstlberger, Ciegis, Kääriä, Klavins ve Kliucininkas (2016)	6 AB Ülkesi	Karma yöntemli gösterge analizi	Yönetişim kalitesi, ülkelerin sürdürülebilir toplumlara dönüşümünü açıklayan ve hızlandıran temel unsur olduğu belirlenmiştir.
Stojanović, Ateljević ve Stević (2016)	215 Ülke	OLS	Yönetişimin sürdürülebilir kalkınma hedefine olan etkisinin seçilen sürdürülebilir kalkınma göstergelerine ve ülkeden ülkeye göre farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur.
Güney (2015)	OECD	GEKK	Yönetişimin sürdürülebilir kalkınma üzerinde çok önemli ve pozitif yönlü etkisi olduğu tespit edilmiştir.
Costantini ve Monni (2008)	197 Ülke	OLS, 2SLS ve 3SLS	Sürdürülebilir kalkınma için yönetişimin önemi, elde edilen bulgulara vurgulanmıştır.

Deneysel çalışmalarda kullanılan yöntemin genellikle panel veri yöntemi üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Çalışmalar ile elde edilen bulgular incelendiğinde, yönetişimin sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen bir kavram olduğu tespit edilmiştir. Literatür araştırması gerçekleştirilirken konu ile ilgili yapılan araştırmalarda ampirik çalışmaların yansısı teorik çalışmaların da gerçekleştiği belirlenmiştir. Lafferty (2004) gerçekleştirdiği çalışmada sürdürülebilir kalkınmanın işlevlerine göre yönetim biçiminin ayarlanması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada benimsenen yönetim biçiminin, sürdürülebilir kalkınmanın işlevsel ön koşulunu yansıtması gerektiği belirtilmiştir. Meadowcroft (2007) sürdürülebilir bir geleceğin inşası sürecinde karmaşık devlet - toplum etkileşiminde yönetişimin önemine vurgu yapmıştır. van Zeijl-Rozema, Cörvers, Kemp ve Martens (2008) yönetim ve sürdürülebilir kalkınmayı iki karmaşık kavram olarak nitelendirerek aralarındaki etkileşimi ortaya koymak adına bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda yönetişimin daha anlaşılabilir bir hale gelmesi sürdürülebilir kalkınmayı destekleyeceği ifade edilmiştir. Lange, Driessen, Sauer, Bornemann ve Burger (2013) sürdürülebilir kalkınma sürecini destekleyen yönetim biçimlerini kavrayabilmek adına siyasal süreçler, kurumsal yapı ve kamu politikaları kapsamında bir meta çerçeve geliştirmiştir. Elde edilen sonuçlar yönetişimin karmaşık, çok katmanlı ve bağlamsal bir olgu olduğunu ortaya koymuştur. Dhaoui (2019) yönetişimin sürdürülebilir kalkınma hedefleri için tesis edilmesi gerektiğini savunmuştur.

Yeşil teknoloji inovasyonu ve sürdürülebilir kalkınma

Yeşil teknoloji inovasyonu yeni bir kavram olması nedeniyle literatürde son yıllarda ele alındığı gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda yeşil teknoloji inovasyonu ile sürdürülebilir kalkınma hedeflerini temel alan çalışmalara ait literatür özetine aşağıda tablo halinde yer verilmiştir.

Tablo 3: Yönetişim ve Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Literatür Özeti

Yazar(lar)	Örneklem	Yöntem	Bulgu(lar)
Boamah, Du, Boamah, Dabuo, Atingalibi, Wong ve King (2025)	BRICS+	AMG SQR	Yeşil inovasyonun ilgili ülkelerde CO2 emisyon seviyesini azalttığı belirlenmiştir.
Khan, Ahmad, Zubair, Sublan ve Shah (2025)	OECD	CS-ARDL	Enerji teknolojisi inovasyonunun kısa ve uzun vadede sürdürülebilir kalkınmayı desteklediği belirtilmiştir.
Tiwari ve Sharif (2025)	G7	CS-ARDL	Araştırmanın sonuçlarına göre yeşil teknoloji inovasyonu CO2 emisyonunu önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir.
Xing ve Tolgay (2025)	OECD	CCE-MG	Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşılması için yeşil inovasyona yatırım yapılması gerektiği ortaya konulmuştur.
Anas, Zhang, Bakhsh, Ali, Işık, Han, Liu, Rehman, Ali ve Huang (2024)	Gelişmekte olan ülkeler	CCEMG AMG CS-ARDL	Yeşil teknoloji inovasyonunun sürdürülebilirlik üzerinde sürekli olarak olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.
Behera, Behera ve Sethi (2024)	AB	Driscoll-Kraay PCSE	Sürdürülebilir hedeflere ulaşmak için yenilenebilir enerji sektöründe yeşil inovasyon ve yatırımlarının teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmiştir
Esmailpour Moghadam ve Karami (2024)	MENA	LSDV Granger nedensellik testi	Yeşil inovasyon ile yenilenebilir enerjinin ilerlemesi arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Obobisa ve Ahakwa (2024)	AB	STIRPAT GMM	Yeşil teknoloji inovasyonunun CO2 emisyonunu önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir.
Sakilu ve Chen (2024)	19 Ülke	CS-ARDL Dumitrescu ve Hurlin Nedensellik Testi	Sonuçlar, Yeşil teknolojik inovasyonun, CO2 emisyonlarını olumsuz etkilediğini göstermekte ve net sıfır karbon emisyonuna ulaşmak için uygun düzenlemelerin ve politikaların gerekli olduğunu ifade etmektedir.
Zhang, Dogan, Khan ve Binsaeed (2024)	BRICS	CS-ARDL	Yeşil teknoloji inovasyonu ile Karbondioksit emisyonu arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Zhou, Obobisa ve Ayamba (2024)	AB	CS-ARDL	Yeşil teknoloji inovasyonun karbon emisyonları üzerinde negatif etkisi olduğu belirlenmiştir.
Sethi, Behara ve Sethi (2023)	25 Ülke	Driscoll-Kraay İki adımlı SGMM	Sonuç olarak karbon emisyonlarının azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleşmesi için temiz enerji sektöründeki yatırımların ve inovasyonların ülke politikalarında benimsenmesi gerektiği ortaya konmuştur.
Yikun, Leong, Abu – Rumman, Shraah ve Hishan (2023)	G7	CS-ARDL	Uzun ve kısa vadede yeşil teknoloji inovasyonunun çevresel sürdürülebilirliği teşvik ettiği gözlemlenmiştir.
Oyebanji, Castanho, Genc ve Kirikkaleli (2022)	İspanya	ARDL	Çalışmada çevre teknolojileri üzerindeki patentlerin İspanya’da çevresel sürdürülebilirliği arttırdığı keşfetmiştir.

Yeşil teknoloji inovasyonu ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarını esas alan ampirik çalışmalara yönelik gerçekleştirilen literatür araştırmasında elde edilen bulgular dikkat çekici bir niteliktedir. Çalışmaların çoğunda yeşil teknoloji inovasyonu çevresel göstergeleri olumlu yönde etkilerken bazı çalışmalarda bu durumun tersine döndüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca literatür araştırmasında konu ile ilgili çalışmaların genellikle deneysel kapsamda yürütüldüğü belirlenmiştir.

Veri ve yöntem

Veri ve model

Bu çalışmada, OECD ülkelerinin 2002’den 2020’ye kadar yıllık verilerini içeren panel veri seti kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler, Yikun vd. (2023) çalışmasında önerilen yapısal çerçeve dikkate alınarak seçilmiş ve OECD ülkeleri kapsamında değerlendirilmiştir.

Tablo 4: Çalışmanın Değişkenleri

Değişken Adı	Kısaltma	Ölçüt	Kaynak
Çevresel Hedefler	ENV	Kişi başına CO ₂ emisyonu (metrik ton)	Dünya Bankası
İstihdam Yoluyla Sosyal Kalkınma Hedefleri	EMP	Belirli bir yılda istihdam edilen toplam işgücü (bin kişi)	Dünya Bankası
Yeşil Büyüme	GRW	Partikül madde zararları dahil düzeltilmiş net tasarruf (GSYH’nin yüzdesi olarak)	Dünya Bankası
Yeşil Teknoloji	GRT	Toplam patentlerin yüzdesi olarak çevre ile ilgili patentler	OECD
Ekonomik Büyüme	GDP	Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla (cari ABD doları)	Dünya Bankası
Yönetişim	GOV	İfade ve hesap verebilirlik, hükümetin etkinliği, düzenleyici kalite vb. göstergelerin PCA ile oluşturulan bileşik endeksi	WGI

Not: GOV değişkeni, Dünya Yönetim Endeksi tarafından sunulan alt göstergelerden faydalanılarak, Temel Bileşenler Analizi Yöntemi (PCA) ile yazar tarafından oluşturulmuştur. Kaiser-Meyer-Olkin testi (KMO): 0.910, Barlett küresellik testi ($p < 0.001$), Anti – Image matrisinde tüm değişkenler için elde edilen MSA değeri 0.88 – 0.96 aralığında tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan değişkenlerin niteliksel bilgileri Tablo 4’te değinilmiştir. Bağımlı değişkenlerden ilki çevresel hedefler (ENV), kişi başına karbondioksit emisyonu metrik ton cinsinden çalışmaya dahil edilmiş ve değişkene ait veriler, Dünya Bankası’ndan elde edilmiştir. İkinci bağımlı değişken ise Dünya Bankası’ndan elde edilen İstihdam Yoluyla Sosyal Kalkınma Hedefleri (EMP) değişkenidir. EMP, belirli bir yılda istihdam edilen toplam işgücü (bin kişi) olarak temsil etmektedir. Çalışmada 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Bunlardan ilki verileri Dünya bankasından elde edilen, Yeşil Büyüme (GRW) değişkenidir. GRW, Partikül madde zararları dahil düzeltilmiş net tasarrufun GSYH’ye oranı (%) olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer bir bağımsız değişken Yeşil teknoloji (GRT), toplam patentler içindeki çevre ile ilgili patentlerin yüzdesi olarak tanımlanmakta olup, OECD patent veri tabanından alınmıştır. Ekonomik büyüme (GDP), kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (cari ABD) olarak ifade edilmekte ve verilerin Dünya Bankasından elde edildiği diğer bir bağımsız değişken olarak çalışmaya eklenmiştir. Son olarak bağımsız değişkenlerden yönetim (GOV) değişkeni, Dünya Yönetim Endeksi (WGI) tarafından sunulan; ifade ve hesap verilebilirlik, siyasi istikrar ve şiddet / terörizmin olmaması, hükümet etkinliği, düzenleyici kalite, hukukun üstünlüğü ve yolsuzluğun önlenmesi şeklinde paylaşılan alt göstergelerin Temel Bileşenler Analizi (PCA) yöntemiyle oluşturulmuş ve bileşik bir endeks olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Ayrıca analizde ölçek farkını gidermek amacıyla bazı değişkenlere (ENV, EMP, GRT ve GDP) logaritmik dönüşüm işlemi uygulanmıştır. Diğer değişkenlerde (GRW ve GOV) negatif değerler bulunması sebebiyle ham veri halinde araştırmaya dahil edilmiştir.

Tablo 5: Değişkenler Arası Korelasyon Matrisi

Değişkenler	GRW	GOV	EMP	GDP	ENV	GRT
GRW	1.000	0.006	-0.350	0.457	0.168	-0.029
GOV	0.006	1.000	-0.009	0.002	0.040	-0.062
EMP	-0.350	-0.009	1.000	-0.091	-0.040	0.034
GDP	0.457	0.002	-0.091	1.000	0.463	0.145
ENV	0.168	0.040	-0.040	0.463	1.000	-0.016
GRT	-0.029	-0.062	0.034	0.145	-0.016	1.000

Ekonometrik analizlerde bağımsız değişkenler arasında çok yüksek seviyede (%80 ve %90 üzeri) korelasyon olması halinde çoklu bağlantı riski bulunabilmektedir. Yukarıdaki tablo incelendiğinde böyle bir sorunun olmadığı gözlemlenmiştir. Korelasyon analizinin yanı sıra değişkenlere yönelik VIF değeri incelenmiştir. Değişkenlere ait VIF değerleri (1.01 - 1.33) aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu değerler analiz ile elde edilecek tahminlerin güvenilirliğini desteklemiştir. Bu bağlamda, değişkenler arasındaki ilişki Eşitlik 1 (Model 1) ve Eşitlik 2 (Model 2)’de verilen matematiksel modelde gösterilmiştir.

$$ENV_{i,t} = f(GRW_{i,t}, GRT_{i,t}, GOV_{i,t}) \quad (1)$$

$$EMP_{i,t} = f(GDP_{i,t}, t, GRT_{i,t}, GOV_{i,t}) \quad (2)$$

Yukarıda yer alan eşitliklerdeki i kesitleri temsil ederken, t ise çalışmanın 2002 – 2020 dönemleri arasında bulunan zaman dilimini açıklamaktadır. Bu doğrultuda iki modelin istatistiksel görünümü aşağıda sunulan Eşitlik 3 ve Eşitlik 4’de gösterilmiştir.

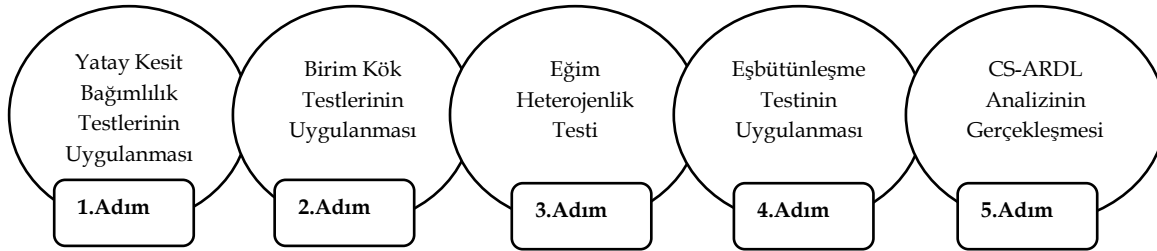
$$ENV_{i,t} = \beta_{1it} + \beta_{2it} GGR_{it} + \beta_{3it} GGT_{it} + \beta_{4it} GOV_{it} + \alpha_i + \delta_{it} \quad (3)$$

$$EMP_{i,t} = \beta_{1it} + \beta_{2it} GDP_{it} + \beta_{3it} GRT_{it} + \beta_{4it} GOV_{it} + \alpha_i + \delta_{it} \quad (4)$$

Eşitlik 3’te ENV bağımlı değişken olarak modele dahil edilmekte olup, kurulan modelde GGR, GRT ve GOV bağımsız değişkenlerinin çevre üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Eşitlik 4’de ise EMP bağımlı değişken olarak değerlendirilmekte ve oluşturulan modelde GDP, GRT ve GOV bağımsız değişkenlerinin sosyal kalkınma hedefleri üzerindeki etkilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. İki modelde, ülkeye ait gözlemlenemeyen sabit etkileri (α_i) ve zaman içerisinde değişen hata terimlerini (δ_{it}) kapsayacak şekilde panel veri yapısına uygun olacak biçimde oluşturulmuştur.

Yöntem

OECD ülkelerinde yeşil büyümenin, yönetişimin ve yeşil teknolojik inovasyonun, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile ilişkisini incelemek amacıyla gelişmiş panel veri teknikleri kullanılmıştır. Ayrıca çalışma kullanılan veriler Dünya Bankası’ndan elde edilmiş ikincil veri olması ve kamuya açık bir şekilde paylaşılması sebebiyle etik kurul iznine ihtiyaç duyulmamıştır. Bu doğrultuda uygulanan teknikleri içeren metodoloji sürecinin akış modeli Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Metodoloji Akış Modeli

Yatay kesit bağımlılığı

Çalışmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığının (CSD) var olup olmadığı incelenmiştir. Panel veri analizlerinde, CSD önemli bir aşama olarak ön plana çıkmaktadır. Çünkü analiz aşamasında gerçekleştirilecek olan birim kök testlerinin seçilmesi açısından önem arz etmektedir. Ayrıca aynı bölgede bulunan ya da benzer ekonomik niteliklere sahip ülkelerin, ekonomik krizlerden, küresel bağlamda gerçekleşen politikalardan, petrol fiyatlarından vb. birçok faktörden ortak etkilerle etkilenmesi mümkündür. Belirli yöntemler bu ortak varyasyonun bir kısmını açıklayabilir fakat yine de açıklanamayan varyasyon bulunabilir. Dolayısıyla CSD’nin göz ardı edilerek analiz sürecinin gerçekleşmesi elde edilen sonuçların taraflı ve hatalı olmasına sebebiyet verebilir (Eid, Mrabet ve Alsamara, 2024). Bu doğrultuda gerçekleştirilen bu çalışmada Breusch-Pagan LM (1980), Pesaran scaled LM (2004), Pesaran CD (2004) yatay kesit bağımlılığı testlerine yer verilmiştir. Birden fazla CSD testinin uygulanması, elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve geçerliliğini arttırması beklenmektedir.

Birim kök testleri

Yatay Kesit bağımlılığının analizinden sonra çalışmaya birim kök testleriyle birlikte devam edilmiştir. İlk olarak Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığını da içeren Im-Pesaran-Shin (CIPS) testine yer verilmiştir. Bu testte her bir panel birimi için aşağıda denklemi verilen Dickey – Fuller regresyonu (CADF) tahmin edilmektedir. CADF regresyonu aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{it} - 1 + c_i \bar{y}_t - 1 + d_i \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

CADF regresyon ile elde edilen t - istatistiklerinin ortalaması alınarak panel düzeyindeki CIPS istatistiği elde edilmektedir. CIPS test istatistiğinin formüle edilmiş hali aşağıda gösterilmiştir.

$$\widehat{CIPS} = N^{-1} \sum_{i=1}^n CADF_i \quad (6)$$

Panel verilerde yapısal kırılmalar, birinci ve ikinci düzeylerde güç kesintisi şeklinde oluşumlar meydana gelebilmektedir. Dolayısıyla daha iyi performans sergileyen ikinci nesil birim kök testleri geliştirilmiştir. İkinci nesil birim kök testleri, heterojenlik bağlamında ortaya çıkan sorunlar üzerinde etkili olabilen ve CSD birimleri arasında meydana gelen hataları çözebilen testler olarak değerlendirilmektedir (Tiwari ve Sharif, 2025). Bu doğrultuda çalışmada, sonuçların geçerliliğinin ve güvenilirliğinin artırılması adına geleneksel birim kök testinin yanı sıra Bai ve Carrion-I-Silvestre (2009) tarafından geliştirilen ikinci nesil panel birim kök testi uygulanmıştır.

Eğim heterojenlik testi

Serilere birim kök testlerinin uygulanmasının ardından eğim heterojenliği analizine geçilmiştir. Ülkelere ait verilerde coğrafi konum, ekonomik koşul, demografik yapı vb. unsurlardan dolayı farklılaşmalar gözlemlenmektedir. Bu durumda eğim heterojenliğini incelenerek söz konusu farklılıkların ortaya konulması beklenmektedir. Pesaran ve Yamagata (2008) eğim heterojenliğinin incelenmesine yönelik bir yöntem önermekte ve böylelikle regresyon katsayılarının incelenmesine olanak sağlanmaktadır. Bu yöntemde elverişli sonuçlar elde etmek için N (Kesit sayısı)'nin büyük, T (zaman boyutunun) sabit ya da küçük olması beklenmektedir. Swamy (1970) yaklaşımının modifiye edilmesiyle geliştirilen bu testin formüle edilmiş hali aşağıda belirtilmiştir.

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (7)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{\frac{2k(T-k-1)}{T+1}}} \right) \quad (8)$$

Denklemlerde de görüldüğü üzere yöntem, $\tilde{\Delta}$ ve $\tilde{\Delta}_{adj}$ şeklinde standartlaştırılmış iki test istatistiği önerilmektedir. Böylelikle panel veride regresyon katsayılarının homojenlik düzeyi incelenmekte diğer bir ifadeyle eğim heterojenliğinin gözlemlenmesi mümkün olabilmektedir.

Eşbütünleşme testi

Eğim heterojenlik testinin ardından çalışmada, panel veride bulunan seriler arasındaki uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı incelenmektedir. Bu bağlamda çalışmada 2. Nesil Eşbütünleşme testi olan, Westerlund ve Edgerton (2008) tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı panel Eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Bu testte büyük örnekleme sahip veri setlerinde LM test istatistiklerinin istatistiksel olarak standart normal dağılıma uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Standartlaştırılmış test istatistiklerinin formüle edilmiş hali aşağıda verilmiştir.

$$Z_{\phi}(N) = \sqrt{N} ((\overline{LM}_{\phi})(N) - E(B_{\phi})) \quad (9)$$

$$Z_{\tau}(N) = \sqrt{N} ((\overline{LM}_{\tau})(N) - E(B_{\tau})) \quad (10)$$

Bu yöntemin seçilmesindeki en önemli neden, CSD'nin ve heterojenliğin yanı sıra seriler için ortak olmayan yapısal kırılmaları da dikkate almakta aynı zamanda değişen varyans ve otokorelasyona izin vererek analiz gerçekleştirilmektedir. Testin yokluk hipotezi "Eşbütünleşme yoktur" şeklindedir.

CS-ARDL tahmin yöntemi

Bu çalışmada yeşil büyümenin, yönetişimin ve yeşil teknoloji inovasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine etkisinin uzun dönemli katsayılarını araştırmak üzere Chudik ve Pesaran (2015) tarafından geliştirilen Cross-sectional Augmented Panel Autoregressive Distributed Lags model (CS-ARDL) modeli kullanılmıştır. Son yıllarda enerji ve çevre araştırmalarında sıklıkla kullanılan bu model güçlü yanlarıyla dikkat çekmektedir. Okunade, Alimi ve Olayiwola (2022)'na göre CS-ARDL modeli, modelde yanlış belirtme (misspecification bias), hata terimlerinin otokorelasyonu (serial correlation of error terms), yatay kesit bağımlılığı (cross-sectional dependency), durağan olmama (non-stationarity) ve içsellik (endogeneity bias) sorunlarının varlığında başarılı bir şekilde çalışan bir model olarak ön plana çıkmaktadır (Okunade vd., 2022:3). CS-ARDL modelinin genelleştirilmiş ve formüle edilmiş görünümü aşağıda belirtilmiştir.

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{l=1}^{p_y} \lambda_{l,i} y_{i,t-1} + \sum_{l=0}^{p_x} \beta_{l,i} x_{i,t-1} \sum_{l=0}^{p_\varphi} \varphi'_{i,l} \bar{z}_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

Uzun dönemli katsayıların tahmin edilmesi için kullanılan formül ise şu şekildedir:

$$\hat{\theta}_{CS-ARDL, i} = \frac{\sum_{l=0}^{p_x} \hat{\beta}_{l,i}}{1 - \sum_{l=0}^{p_y} \lambda_{l,i}} \quad (12)$$

Modelde ortalama grup katsayılarını elde etmek için aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$\theta_{MG} = 1/N \sum_{i=1}^N \hat{\theta}_i \quad (13)$$

Grup katsayılarını veren formülde yer alan $\hat{\theta}_i$ her bir yatay kesite ait bireysel tahminleri açıklamaktadır. Modele ait hata düzeltme formülü ise şu şekildedir:

$$\Delta Y_{i,t} = \phi_i [Y_{i,t-1} - \hat{\theta}_i X_{i,t}] - \alpha_i + \sum_{l=1}^{p_y-1} \lambda_{l,i} \Delta_l Y_{i,t-1} + \sum_{l=0}^{p_x} \beta_{l,i} \Delta_l X_{i,t-1} \sum_{l=0}^{p_\varphi} \varphi_{i,l} \Delta_l \bar{z}_{i,t-1} + u_{it} \quad (14)$$

Formülde yer alan ϕ_i hata düzeltme ayarlama hızını ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, kısa sürede meydana gelen sapmaların uzun vadede dengeye ne kadar hızlı geri döneceğini belirtmektedir.

Deneysel bulgular

Tablo 6'da hatalı regresyonu ve yanlış eşbütünlüşmeyi gözlemlemek adına araştırma modelleri için, Breusch-Pagan LM, Pesaran scaled LM, Pesaran CD yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına ve genişletmeler yoluyla önerilere yer verilmiştir. Araştırma modelleri için yatay kesit bağımlılığının olmadığına dair kabul gören (H0) hipotezi %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Bu doğrultuda incelenen verilerde yatay kesit bağımlılığının olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6: Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Model	Test	İstatistik	P-Değeri
Model 1	Breusch-Pagan LM	4142.13	0.000***
	Pesaran scaled LM	131.11	0.000***
	Pesaran CD	37.41	0.000***
Model	Test	İstatistik	P-Değeri
Model 2	Breusch-Pagan LM	2330.79	0.000***
	Pesaran scaled LM	67.54	0.000***
	Pesaran CD	34.41	0.000***

Not: "****", "***", "**" sırayla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 7'de belirlenen değişkenlerin durağanlık yapısının özelliklerini gözlemlemek adına birim kök testlerinin sonuçları özetlenmiştir. CIPS testinin sonuçlarına göre GRT, GDP, GOV, ENV, EMP değişkenleri seviyede durağanlık gösterirken GRW değişkeninin birinci farkta durağanlaştığı tespit edilmiştir. M-CIPS testi ile elde edilen bulgular incelendiğinde de tüm değişkenlerin seviyede durağanlaştığı gözlemlenmiştir.

Tablo 7: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	CIPS		M - CIPS	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(0)
GRW	-2.328	-4.094***	-12.191***	-
GRT	-4.039***	-	-22.015***	-
GDP	-2.539**	-	-8.222***	-
GOV	-3.558***	-	-15.914***	-
ENV	-5.005***	-	-12.216***	-
EMP	-2.662***	-	-8.861***	-

Not: CIPS testi Pesaran (2007) tarafından geliştirilen kesitsel olarak güçlendirilmiş Im-Pesaran-Shin testidir. M-CIPS testi, Westerlund ve Hosseinkouchack (2016) geliştirdiği modifiye edilmiş CIPS testidir. "****", "***", "**" sırayla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Birim kök test sonuçlarının geçerliliğini ve güvenilirliğini arttırmak için geleneksel birim kök testinin yanı sıra yapısal kırılmaları dikkate alan Bai and Carrion-i Silvestre (2009) testi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara Tablo 8'de değinilmiştir.

Tablo 8: Bai and Carrion-i Silvestre (2009) Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Seviye			1. Fark		
	Z	P	P_m	Z	P	P_m
GRW	-1.121	43.451	0.625	-3.354	144.161	7.999***
GRT	0.053	94.24	3.365	-3.624	200.714	13.251***
GDP	1.839	42.397	-1.499	-3.362	162.086	9.66***
GOV	-1.117	61.94	0.366	-3.920	203.58	13.52***
ENV	-1.710	77.505**	1.811**	-	-	-
EMP	0.187	67.16	0.851	-2.792	131.18	6.795***

Not: "****", "***", "**" sırayla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Testin sonuçları incelendiğinde ENV değişkeninin seviyede durağanlaştığı GRW, GRT, GDP, GOV ve EMP değişkenlerinin birinci farklarında durağanlık gösterdiği belirlenmiştir. Yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testlerinin ardından Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından gerçekleştirilen test ile panel verinin homojenliğinin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu doğrultuda araştırma modelleri için Tablo 9 eğim heterojenliğinin tahminlerini gösterilmektedir.

Tablo 9: Eğim Heterojenlik Test Sonuçları

Model	Test Değeri	P-Değeri
Model 1		
Delta tilde	15.245	0.000***
Delta tilde Adj.	17.793	0.000***
Model 2		
Delta tilde	19.008	0.000***
Delta tilde Adj.	22.144	0.000***

Not: "****", "***", "**" sırayla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

İki model için elde edilen Delta tilde değerinin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinin altında olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla veri seti heterojen yapıda olduğu belirlenmiştir.

Tablo 10: Bootstrap Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Model	Sabit			Sabit + Trend	
	İstatistik	Değer	P-değeri	Değer	P-değeri
Model 1	$Z_{\xi}(N)$	-1.224	0.110	-3.633	0.000***
	$Z_{\phi}(N)$	0.514	0.696	-2.615	0.004***
Model 2	$Z_{\xi}(N)$	-6.968	0.000***	-1.788	0.037***
	$Z_{\phi}(N)$	-3.511	0.000***	-0.479	0.316

Not: "****", "***", "**" sırayla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Bu testlerin ardından değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı Westerlund ve Edgerton (2008) tarafından geliştirilen test ile değerlendirilmiştir. Tablo 10 testin sonucunda elde edilen değeri göstermekte ve bu değerler incelendiğinde ise değişkenler arasında Eşbütünleşme olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 11: Model 1 için CS-ARDL Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Z - Değeri	P- Değeri
Bağımlı Değişken: ENV			
Uzun Dönem			
GRW	0.003	0.020	0.867
GOV	-0.031	-0.390	0.693
GRT	0.482	1.040	0.299
Kısa Dönem			
GRW	-0.008	-2.150	0.032**
GOV	-0.003	-0.130	0.895
GRT	0.115	1.660	0.097*
ECT (-1)	-0.460	-11.970	0.021**

Not: "****", "***", "**" sırayla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 11'de Model 1 için CS-ARDL analiz yöntemi ile elde edilen kısa ve uzun dönemli tahmin sonuçları gösterilmiştir. Uzun dönemde bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkene istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Kısa dönemde ise GRW değişkeninin ENV değişkenini negatif yönde; GRT değişkeninin ise pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği belirlenmiştir. Bu bağlamda kısa dönemde GRW değişkeninde meydana gelen bir birimlik artış, ENV

değişkeninde %0,8'lik azalış yarattığı gözlemlenmiştir. Böylelikle, OECD ülkelerinde kısa dönemde ekonomik büyümenin, çevresel baskıyı azaltacak biçimde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle OECD ülkelerinde büyümeye yönelik gerçekleştirilen faaliyetlerin kısa dönemde çevreye duyarlı şekilde tasarlandığı elde edilen bulgularla belirlenmiştir. Aynı zamanda GRT değişkenindeki %1'lik artış ENV bağımlı değişkeninde %0,115'lik artış yarattığı ortaya konmuştur. Bu sonuç, OECD ülkelerinde yeşil teknoloji inovasyonlarının, özellikle geliştirme aşamasında enerji tüketimi ve karbon emisyonlarının artmasına neden olduğunu göstermektedir. Kurulan modelde hata düzeltme terimi (ECT) katsayısının ise -0,460 şeklinde negatif değerde olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$) bulunan ECT katsayısı ile sistemde oluşabilecek kısa dönemli sapmaların yaklaşık %46'sının bir dönem sonra ortadan kalarak denge seviyesine geleceği ön görülmüştür.

Tablo 12: Model 2 için CS-ARDL Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Z - Değeri	P- Değeri
Bağımlı Değişken: EMP			
Uzun Dönem			
GDP	0.100	2.870	0.004**
GOV	0.008	0.640	0.521
GRT	0.007	0.990	0.324
Kısa Dönem			
GDP	0.040	3.050	0.002**
GOV	-0.002	-1.240	0.214
GRT	0.002	0.470	0.635
ECT (-1)	-0.679	-11.800	0.000***

Tablo 12'de Model 2 için CS-ARDL yöntemi ile elde edilen kısa ve uzun dönemli tahmin sonuçlarına yer verilmiştir. Sonuçlar hem uzun dönemde hem de kısa vadede GDP değişkeninin EMP değişkenini istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediğini göstermiştir. Sonuçlara göre GDP değişkeninde meydana gelecek %1'lik artış sırasıyla kısa ve uzun vadede EMP değişkeninde %0,04'lük ve %1'lik artış yarattığı belirlenmiştir. Bu bulgu, OECD ülkelerinde üretim sürecindeki artışın doğrudan işgücü talebi yarattığını göstermektedir. Uzun vadede de benzer etkinin görülmesi OECD ülkelerindeki büyümenin yarattığı işe alımlardaki artışın yapısal bir hale dönüştüğünü kanıtlar niteliktedir. Son olarak, hata düzeltme teriminin negatif (-0,679) ve anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$) bulunan ECT katsayısı ile sistemde oluşabilecek kısa dönemli sapmaların yaklaşık %67'sinin bir dönem sonra ortadan kalarak denge seviyesine geleceği ön görülmüştür.

Sonuç

Günümüzde ülkeler gerek yerel bazda gerekse birlikler oluşturarak sürdürülebilir bir düzen yaratma hedefiyle birlikte politika ve stratejiler geliştirmektedir. Bu politika ve stratejilerin temelinde çevre unsuru başta olmak üzere sosyal boyut da yer almaktadır. Nitekim ülkeler bugünü ve yarını esas alarak yaşanabilir bir çevre ve elverişli bir sosyal yapı için faaliyetler gerçekleştirmektedir. Bu durum literatüre de yansımakta ve son yıllarda sürdürülebilir kalkınmaya yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda artış gözlemlenmektedir.

Bu araştırmada OECD ülkelerine ait 2002 – 2020 verileri kullanılarak yeşil büyümenin, yönetim ve yeşil teknoloji inovasyonunun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada iki model benimsenmiştir. Birinci modelde bağımlı değişken ENV (çevresel hedefler) iken, ikinci modelde ise EMP (İstihdam Yoluyla Sosyal Kalkınma Hedefleri) bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Ayrıca analizde ölçek farkını gidermek amacıyla bazı değişkenlere (ENV, EMP, GRT ve GDP) logaritmik dönüşüm işlemi uygulanmıştır. Diğer değişkenlerde (GRW ve GOV) negatif değerler bulunması sebebiyle ham veri halinde araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığını analiz etmek üzere Breusch-Pagan LM (1980), Pesaran scaled LM (2004), Pesaran CD (2004) testleri gerçekleştirilmiş ve veri setinde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra verilerin durağanlığını test etmek üzere ilk olarak CIPS birim kök testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, verilerin seviyede ya da birinci farklarında durağanlaştığını göstermiştir. Araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini attırmak adına CIPS testinin yanı sıra yapısal kırılmaları da dikkate alan ve ikinci nesil birim kök testleri içerisinde bulunan Bai ve Carrion-I-Silvestre (2009) testi çalışmaya dahil edilmiştir. Testin sonuçlarına bakıldığında verilerin seviyede ve birinci farklarında durağanlaştığı tespit edilmiştir. Birim kök testlerinin ardından sırasıyla Eğim heterojenlik testi ve Westerlund ve Edgerton (2008) tarafından geliştirilen Eşbütünleşme testleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular CS-ARDL yaklaşımının uygulamasının araştırmada kullanılabilir bir formda olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırmanın ampirik sonuçlarına bakıldığında Model 1’de ENV bağımlı değişkeni ile bağımsız değişkenler arasında uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Model 1 için elde edilen kısa dönem bulguları incelendiğinde bağımsız değişkenlerden GRW değişkeni ENV değişkenini negatif yönde (-0.008) ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda GRW değişkeninde meydana gelen bir birimlik artış, ENV değişkeninde %0,8’lik azalışa sebep olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca kısa dönemde GRT değişkeninin ENV değişkenini pozitif yönde (0.115) ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği belirlenmiştir. Bu bağlamda GRT değişkenindeki %1’lik artış ENV bağımlı değişkeninde %0,115’lik bir artış yarattığı tespit edilmiştir. Modelde hata düzeltme terimi (ECT) katsayısının negatif değerinde (-0.460) olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$) bulunan ECT katsayısı ile sistemde oluşabilecek kısa dönemli sapmaların yaklaşık %46’sının bir dönem sonra ortadan kalarak denge seviyesine geleceği ön görülmüştür.

Model 2 için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, GDP (GSYH) değişkeninin, kısa ve uzun dönemde bağımlı değişken olarak belirlenen EMP (İstihdam Yoluyla Sosyal Kalkınma Hedefleri) değişkenini istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda GDP değişkeninde meydana gelecek olan %1’lik artış sırasıyla kısa ve uzun vadede EMP değişkeninde %0,04’lük ve %1’lik bir artış yaratacağı analiz sonucunda elde edilen bulgularla tespit edilmiştir. Model 1’de olduğu gibi Model 2 için de ECT değeri incelenmiş ve incelemenin sonucunda değerin negatif (-0.679) olduğu istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir. ECT katsayısı kapsamında, kısa dönemli sapmaların yaklaşık %67’sinin bir dönem sonra ortadan kalarak denge seviyesine geleceği ön görülmüştür.

Araştırma kapsamında oluşturulan Model 1’de çevresel bağlamda sürdürülebilirliği temsil etmek amacıyla OECD ülkelerine ait karbon emisyon (CO₂) değerleri bağımlı değişken olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Bulgular, kısa vadede partikül madde zararları dahil düzeltilmiş net tasarrufun, karbon emisyonları üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğunu göstermiştir. GRW değişkenin ENV üzerindeki etkisi, literatürde yer alan bazı çalışmalarla (Bakkal, 2025; Dam vd., 2024) paralellik göstermiştir. OECD ülkelerinde yeşil büyümeye yönelik geliştirilen politikaların gecikmeli olarak değil; kısa vadede gerçekleşmiş olması OECD örgütü içerisinde bulunan ülkelerin yüksek kurumsal kaliteye sahip olmasıyla açıklanabilir. Aynı zamanda elde edilen bu bulgu ile OECD ülkelerinde, ekonomi birikimlerin ve finansal kaynakların kısa dönemde çevresel zararlar göz önünde bulundurarak kullanıldığı ön görülmektedir. Fakat katsayının düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla katsayının düşük seviyede olması, söz konusu etkinin sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir. Uzun dönemde elde edilen bulgular da bu durumu desteklemiştir. Uzun dönemde partikül madde zararları dahil düzeltilmiş net tasarrufun anlamlı etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum düzeltilmiş net tasarruf artışlarının, uzun dönemde OECD ülkelerinde yeşil dönüşüme yönelmediği fikrinin oluşmasına sebebiyet vermektedir. OECD ülkelerinde ortaya çıkan bu mevcut durumun değişmesi ve sürdürülebilir bir çevrenin dizayn edilebilmesi için temiz üretim teknolojilerine ve çevreyi iyileştiren alt yapı çalışmalarına ağırlık verilmesi beklenmektedir. Kısa dönemdeki etkinin artırılabilmesi ve uzun vadeye taşınabilmesi için yapısal reformların gerçekleşmesi ve bu reformların benimsenmesi gerekmektedir. Model 1 çerçevesinde elde edilen diğer sonuç, yeşil büyüme kapsamında ele alınan çevre ile ilgili patentlerin karbon emisyonlarını kısa vadede arttırmasıdır. Yeni teknolojik gelişmelerin ortaya çıkması, benimsenmesi ve yaygınlaşması aşamasında enerji tüketimini arttırabilmekte ve bu sebeplerden dolayı çevre olumsuz etkilenebilmektedir. OECD ülkelerindeki bu durumun tersine dönmesi için bazı politika önerileri bulunmaktadır. Ülkelerin çevresel patentlere niceliksel değil, niteliksel olarak yaklaşım sergilemesi gerekmektedir. Böylelikle çevre koşullarını iyileştirebilecek verimli ve etkili patentlerin sanayi ile entegrasyonunun mümkün hale gelebileceği ön görülmektedir. Ayrıca çevreye yönelik patentlerin sonucuna odaklanmaktan ziyade gelişim sürecinde kullanılan araç ve gereçlere de önem verilmeli; enerji tüketiminde çevreci bir yaklaşım benimsenmelidir.

Araştırma kapsamında oluşturulan Model 2’de sürdürülebilirliğin sosyal boyutu ele alınmış ve bu doğrultuda OECD ülkelerinin belirli bir yılda istihdam edilen toplam işgücü (bin kişi) değerleri bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Araştırma ile elde edilen bulgulara bakıldığında bağımsız değişkenlerden yalnızca ekonomik büyümenin, istihdam edilen toplam işgücü üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla OECD ülkelerinde büyüyen ekonomilerin daha fazla istihdam yarattığı ortaya konulmuştur. Elde edilen bulguların literatürde yer alan çalışmalarla (Young, 2018; Yikun vd., 2023) desteklendiği belirlenmiştir. Sonuçların özellikle G7 ülkeleri kapsamında yürütülen çalışma ile desteklenmesi, piyasa ekonomisi ve yapısal örtüşme ile açıklanabilmektedir. Diğer bir ifadeyle, mal ve hizmet üretiminde artış olması halinde istihdamda pozitif bir yönelimin olması beklenmektedir. Ayrıca G7 ülkeleri, OECD üyesi ülkeler arasında yer alması sebebiyle gelir düzeyi, kurumsal kalite vb. unsurlarla birbirlerine benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla G7 ve OECD

ülkeleri için aynı sonuçların elde edilmesi aynı üretim süreçleri ve piyasa koşullarına sahip olunması ile açıklanabilmektedir. Aynı zamanda bu durum sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında yer alan “İnsana Yakışır İş ve Ekonomik” ile bağdaşmaktadır. Böylelikle ekonomi büyümede yalnızca sermaye odaklı büyüme modeli değil aynı zamanda emek yoğunluğu olan sektörler desteklenerek gelirin tabana yayıldığı bir yaklaşımın benimsediği gözlemlenmektedir. OECD ülkelerinde ekonomik büyüme gerçekleşirken sürdürülebilirliğe katkı sağlanması için yeşil yaka olarak adlandırılan sektörler önem verilmesi beklenmektedir. Bu yaklaşımın benimsenmesiyle birlikte ekonomi büyürken hem istihdam artmakta hem de çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi mümkün hale gelebilmektedir.

Bu çalışma OECD ülkeleri kapsamında gerçekleştirilmiş ve değişkenler oluşturulurken veriye erişim noktasında kısıtlamalarla karşılaşmıştır. Örneğin bazı ülkeler, verilerine ulaşılabilir olmaması sebebiyle çalışmaya dahil edilmemiştir. Aynı zamanda veri kaynaklarından (Dünya Bankası, OECD, WGI vb.) ülkelere ait verilerin tarihsel bağlamda kısıtlı verildiği gözlemlenmiştir. Gelecekteki çalışmalarda son yayınlanan güncel veriler kullanılarak analizler gerçekleştirilebilir ve böylelikle bu çalışmada elde edilen bulgularla karşılaştırma yapılarak literatüre önemli katkılar sağlanabilir. Ayrıca bu araştırmada yönetim değişkeni bir endeks oluşturularak araştırmaya dahil edilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda yönetimin alt boyutlarının spesifik olarak sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkileri incelenebilir. Metodolojik olarak bakıldığında ise bu çalışmada CS-ARDL analiz yöntemi benimsenmiştir. Gelecekteki çalışmalarda asimetrik yöntemler arasında yer alan NARDL metodu kullanılabilir. Bu sayede temel açıklayıcı değişkenlerdeki pozitif ve negatif değişimlerin etkileri ayrı ayrı modellenerek, sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerin simetrik yapısı ortaya çıkartılabilir.

Hakem Değerlendirmesi / Peer-review:

Dış bağımsız

Externally peer-reviewed

Çıkar Çatışması / Conflict of interests:

Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

The author has no conflict of interest to declare.

Finansal Destek / Grant Support:

Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

The author declared that this study has received no financial support.

Kaynakça / References

- Adamowicz, M. (2022). Green deal, green growth and green economy as a means of support for attaining the sustainable development goals. *Sustainability*, 14(10), 5901.
- Ahmed, A., & Anifowose, M. (2024). Corruption, corporate governance, and sustainable development goals in Africa. *Corporate governance: The International Journal of Business in Society*, 24(1), 119–138. <https://doi.org/10.1108/CG-05-2022-0187>
- Amin, A., Peng, S., Magazzino, C., Sharif, A., & Kamran, H. W. (2025). Driving sustainable development: The impact of energy transition, eco-innovation, mineral resources, and green growth on carbon emissions. *Renewable Energy*, 238, 121879. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.121879>
- Anas, M., Zhang, W., Bakhsh, S., Ali, L., Işık, C., Han, J., ... & Huang, M. (2024). Moving towards sustainable environment development in emerging economies: The role of green finance, green tech-innovation, natural resource depletion, and forested area in assessing the load capacity factor. *Sustainable Development*, 32(4), 3004–3020. <https://doi.org/10.1002/sd.2774>
- Antal, M., & Van Den Bergh, J. C. (2016). Green growth and climate change: conceptual and empirical considerations. *Climate Policy*, 16(2), 165-177.
- Aydin, M., Degirmenci, T., Bozatlı, O., Radulescu, M., & Balsalobre-Lorente, D. (2025). Do green energy, command and control-based environmental regulations, and green growth act as catalysts for

- sustainable development? New evidence from China. *Journal of Environmental Management*, 373, 123620. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123620>
- Bai, J., & Carrion-i-Silvestre, J. L. (2009). Structural changes, common stochastic trends, and unit roots in panel data. *The Review of Economic Studies*, 76(2), 471-501. <https://doi.org/10.1111/j.1467-937X.2009.00531.x>
- Bakkal, S. (2025). OECD ülkelerinde ekonomik büyüme, sermaye, enerji verimliliği, yeşil büyüme ve ekolojik ayak izi ilişkisi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2025(2), 148-159.
- Baniya, B., Giurco, D., & Kelly, S. (2021). Green growth in Nepal and Bangladesh: Empirical analysis and future prospects. *Energy Policy*, 149, 112049.
- Barbier, E. B., & Burgess, J. C. (2021). Institutional quality, governance and progress towards the SDGs. *Sustainability*, 13(21), 11798.
- Behera, P., Behera, B., & Sethi, N. (2024). Assessing the impact of fiscal decentralisation, green finance and green technology innovation on renewable energy use in European Union countries: What is the moderating role of political risk? *Renewable Energy*, 229, 120715. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.120715>
- Boamah, K. B., Du, J., Boamah, P. O., Dabuo, F., Atingabili, S., Wong, S. F., & King, S. A. (2025). Assessing green innovation and development indicators for carbon emission reduction: Insights from BRICS+ economies. *Environmental Challenges*, 101336.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Cetin, M., Sümerli Sarıgül, S., & Danish. (2025). The green growth-CO2 emissions link in G7 countries: the role of energy productivity. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 22(7), 6095-6108.
- Chien, F., Ananzeh, M., Mirza, F., Bakar, A., Vu, H. M., & Ngo, T. Q. (2021). The effects of green growth, environmental-related tax, and eco-innovation towards carbon neutrality target in the US economy. *Journal of environmental management*, 299, 113633.
- Chudik, A. and Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of Econometrics*, 188(2), 393-420.
- Costantini, V., & Monni, S. (2008). Environment, human development and economic growth. *Ecological economics*, 64(4), 867-880.
- Dam, M. M., Durmaz, A., Bekun, F. V., & Tiwari, A. K. (2024). The role of green growth and institutional quality on environmental sustainability: A comparison of CO₂ emissions, ecological footprint and inverted load capacity factor for OECD countries. *Journal of Environmental Management*, 365, 121551. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.121551>
- Dhaoui, I. (2019). Good governance for sustainable development. MPRA Paper No. 92544. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/92544>
- Dogan, E., Hodžić, S., & Fatur Šikić, T. (2022). A way forward in reducing carbon emissions in environmentally friendly countries: the role of green growth and environmental taxes. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35(1), 5879-5894.
- Dresner, S. (2008). *The principles of sustainability* (2nd ed.). Earthscan.
- Dong, K., Wang, B., Zhao, J., & Taghizadeh-Hesary, F. (2022). Mitigating carbon emissions by accelerating green growth in China. *Economic Analysis and Policy*, 75, 226-243.
- Esmailpour Moghadam, H., & Karami, A. (2024). Green innovation: exploring the impact of environmental patents on the adoption and advancement of renewable energy. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 35(8), 1815-1835.
- Eid, A. G., Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2024). Assessing the impact of energy R&D on green growth in OECD countries: A CS-ARDL analysis. *Environmental Economics and Policy Studies*, 1-40. <https://doi.org/10.1007/s10018-024-00410-7>

- Glass, L. M., & Newig, J. (2019). Governance for achieving the Sustainable Development Goals: How important are participation, policy coherence, reflexivity, adaptation and democratic institutions? *Earth System Governance*, 2, 100031.
- Güney, T. (2015). Yönetişim ve sürdürülebilir kalkınma: OECD ülkeleri üzerine bir panel veri analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 29(2), 349-363.
- Güney, T. (2017). Governance and sustainable development: How effective is governance? *The Journal of International Trade & Economic Development*, 26(3), 316-335.
- Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable development goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60, 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>
- Hao, L. N., Umar, M., Khan, Z., & Ali, W. (2021). Green growth and low carbon emission in G7 countries: How critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is? *Science of the Total Environment*, 752, 141853. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141853>
- Hassan, A., Yang, J., Usman, A., Bilal, A., & Ullah, S. (2023). Green growth as a determinant of ecological footprint: do ICT diffusion, environmental innovation, and natural resources matter?. *PLoS One*, 18(9), e0287715.
- Hickel, J., & Kallis, G. (2020). Is green growth possible? *New Political Economy*, 25(4), 469-486.
- ILO. (2015). Yeşil ekonomide insana yakışır işler: Türkiye’den iyi örnekler vaka çalışması. ILO Office for Turkey.
- Işık, S. (2025). Sürdürülebilir kalkınma ile yeşil büyüme ilişkisi: Seçilmiş AB ülkeleri özelinde ampirik bir analiz. *Verimlilik Dergisi*, 59(1), 1-12. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1555668>
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2011). The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues1. *Hague journal on the rule of law*, 3(2), 220-246.
- Kardos, M. (2012). The reflection of good governance in sustainable development strategies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1166-1173. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1095>
- Kasztelan, A. (2017). Green growth, green economy and sustainable development: terminological and relational discourse. *Prague Economic Papers*, 26(4), 487-499.
- Khan, K. A., Ahmad, W., Zubair, A. O., Subhan, M., & Shah, M. I. (2025). From invention to progress: Energy technology innovation and sustainable development in OECD economies. *Plos one*, 20(2), e0310104.
- Knox, C., & Orazgaliyev, S. (2024). Sustainable development goals and good governance nexus: Implementation challenges in central Asia. *Public Administration and Development*, 44(4), 237-251.
- Konu, A. (2025). Sürdürülebilir kalkınma ve yönetim dinamikleri: Ampirik bir inceleme. *Journal of Economics and Research*, 6(2), 21-30. <https://doi.org/10.53280/jer.1690200>
- Lafferty, W. M. (2004). From environmental protection to sustainable development: The challenge of decoupling through sectoral integration. *Governance for Sustainable Development*. Cheltenham: Edward Elgar, 191-220.
- Lange, P., Driessen, P. P., Sauer, A., Bornemann, B., & Burger, P. (2013). Governing towards sustainability—conceptualising modes of governance. *Journal of Environmental policy & planning*, 15(3), 403-425.
- Leal Filho, W., Platje, J., Gerstlberger, W., Ciegis, R., Käärä, J., Klavins, M., & Kliucininkas, L. (2016). The role of governance in realising the transition towards sustainable societies. *Journal of Cleaner Production*, 113, 755-766.
- Massuga, F., Larson, M. A., Kuhl, M. R., & Doliveira, S. L. D. (2024). The influence of global governance on the sustainable performance of countries. *Environment, Development and Sustainability*, 26(11), 28567-28589.
- McGee, R. W., & Preobragenskaya, G. G. (2006). Corporate governance in transition economies: The theory and practice of corporate governance in Eastern Europe. In *Corporate governance in transition economies* (pp. 239-274). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-387-25715-5_12
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. III. (1972). *The limits to growth*. Universe Books.

- Meadowcroft, J. (2007). Who is in charge here? Governance for sustainable development in a complex world. In *Governance for sustainable development* (pp. 107-122). Routledge.
- Mentes, M. (2023). Sustainable development economy and the development of green economy in the European Union. *Energy, Sustainability & Society*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00446-8>
- Nauman, M., Naheed, R., & Khan, J. (2024). Navigating sustainable horizons: Exploring the dynamics of financial stability, green growth, renewable energy, technological innovation, financial inclusion, and soft infrastructure in shaping sustainable development. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(20), 29939–29956. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27673-0>
- 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>
- Okunade, S. O., Alimi, A. S., & Olayiwola, A. S. (2022). Do human capital development and globalisation matter for productivity growth? New evidence from Africa. *Social Sciences & Humanities Open*, 6(1), 100291. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100291>
- Omri, A., & Mabrouk, N. B. (2020). Good governance for sustainable development goals: Getting ahead of the pack or falling behind? *Environmental Impact Assessment Review*, 83, 106388. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106388>
- Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), 2265–2300. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.05.001>
- Oyebanji, M. O., Castanho, R. A., Genc, S. Y., & Kirikkaleli, D. (2022). Patents on environmental technologies and environmental sustainability in Spain. *Sustainability*, 14(11), 6670. <https://doi.org/10.3390/su14116670>
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, No. 0435. <https://doi.org/10.2139/ssrn.572504>
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Sakilu, O. B., & Chen, H. (2024). Realising carbon neutrality in top-emitter countries: Do green technology innovation, renewable energy, financial development, and environmental tax matters? *Sustainability*, 17(1), 37.
- Sethi, L., Pata, U. K., Behera, B., Sahoo, M., & Sethi, N. (2025). Sustainable future orientation for BRICS+ nations: Green growth, political stability, renewable energy and technology for ecological footprint mitigation. *Renewable Energy*, 244, 122701.
- Sethi, L., Behera, B., & Sethi, N. (2023). Do green finance, green technology innovation, and institutional quality help achieve environmental sustainability? Evidence from the developing economies. *Sustainable Development*, 32(3), 2709–2723. <https://doi.org/10.1002/sd.2760>
- Smulders, S., Toman, M., & Withagen, C. (2014). Growth theory and 'green growth'. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 423–446. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gru027>
- Stojanović, I., Ateljević, J., & Stević, R. S. (2016). Good governance as a tool of sustainable development. *European Journal of Sustainable Development*, 5(4), 558–558. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2016.v5n4p558>
- Swamy, P. A. V. B. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, 38(2), 311–323. <https://doi.org/10.2307/1913012>
- Şaylan, G. (2000). Kamu yönetimi disipliniinde bunalım ve yeni açılımlar üzerine düşünceler. *Amme İdaresi Dergisi*, 33(2), 1–22.
- Tiwari, S., & Sharif, A. (2025). Disruptive solutions for carbon neutrality and sustainable development: Evidence from CS-ARDL approach. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.2833>

- United Nations. (1992). Agenda 21: Programme of action for sustainable development. <https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21>
- van Zeijl-Rozema, A., Cörvers, R., Kemp, R., & Martens, P. (2008). Governance for sustainable development: a framework. *Sustainable Development*, 16(6), 410-421.
- Westerlund, J., & Hosseinkouchack, M. (2016). Modified CADF and CIPS panel unit root statistics with standard chi-squared and normal limiting distributions. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78(3), 347-364.
- Westerlund, J., & Edgerton, D. L. (2008). A simple test for cointegration in dependent panels with structural breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(5), 665-704. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00513.x>
- World Bank. (1992). Governance and development. World Bank. Erişim adresi: <http://documents.worldbank.org/curated/en/604951468739447676>
- Xing, H., Danish, & Tolgay, S. B. (2025). Sustainable Development in OECD Countries: Articulating the Role of Natural Resources and Green Technological Innovation. *Sustainable Development*.
- Xu, R., Chen, X., & Zhang, F. (2019). Green technology innovation and sustainable development based on data fusion mining. *Ekoloji Dergisi*, (107), 425-433.
- Yikun, Z., Leong, L. W., Abu-Rumman, A., Shraah, A. A., & Hishan, S. S. (2023). Green growth, governance, and green technology innovation: How effective towards SDGs in G7 countries? *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2), 576-596. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2127813>
- Yang, H., Shahzadi, I., & Hussain, M. (2021). USA carbon neutrality target: Evaluating the role of environmentally adjusted multifactor productivity growth in limiting carbon emissions. *Journal Of Environmental Management*, 298, 113385.
- Young, A. O. (2018). Impact of labour force dynamics on economic growth in Nigeria: An empirical analysis using ARDL Bound testing approach. *Journal of Resources Development and Management*, 42(1), 31-46.
- Zahra, S., Selvanathan, E. A., Gupta, R., & Jayasinghe, M. S. (2025). Green growth transition and carbon neutrality nexus: A comparative study on the top carbon emitters. *Journal of Environmental Management*, 375, 124228.
- Zeigermann, U. (2023). Sustainable development. In *Sustainable development* (pp. 279-289). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800886872.00035>
- Zhang, H., Dogan, E., Khan, Z., & Binsaeed, R. H. (2024). Do digitalisation and green innovation limit carbon emissions? Evidences from BRICS economies. *Energy & Environment*, 0958305X241289537.
- Zhao, J., Taghizadeh-Hesary, F., Dong, K., & Dong, X. (2023). How green growth affects carbon emissions in China: the role of green finance. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 36(1), 2090-2111.
- Zhou, D., Obobisa, E. S., & Ayamba, E. C. (2024). Achieving carbon neutrality goal in European countries: the role of green technology innovation, renewable energy, and financial development. *Environment, Development and Sustainability*, 1-31.