



The Relationship between Environmental Taxes, Economic Growth, Sustainable Development and Ecological Footprint in Turkey: ARDL Approach

Kutay Şenel^{1,a,*}, Cem Kalaycı^{2,b}

¹ KOSGEB Giresun Directorate, Giresun, Türkiye

² KOSGEB Ordu Directorate, Ordu, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 10/04/2025

Accepted: 15/07/2025

JEL Codes: Q5, H23, C22

ABSTRACT

The world is facing serious environmental issues that threaten human life, such as pollution and climate change caused by rapidly increasing population, industrialization, urbanization, and growing energy demands. These environmental problems create significant risks that threaten sustainability. In this context, it is important for governments to develop policies that balance economic growth with environmental sustainability in order to achieve sustainable development goals. In particular, environmental taxes, which aim to reduce the effects of environmental degradation, stand out as an effective policy tool that helps establish a balance between economic growth and environmental protection. The aim of this study is to reveal the relationship between Turkey's ecological footprint, the Sustainable Development Index, GDP per capita, and environmental taxes. The uniqueness of the study is that the relationship between variables for Turkey is analyzed using the ARDL method. Firstly, Augmented Dickey-Fuller and Philips-Perron unit root tests are applied to the time series for the period 1995-2021. Unit root tests, performed after taking the first differences of the series, revealed that none of the series contained a unit root at the 5% significance level and were stationary. In this context, the ARDL Bound test results revealed the cointegration relationship between the variables. The findings concluded that the ecological footprint is positively related to the Sustainable Development Index and GDP per capita in the long term. Therefore, economic growth and sustainable development efforts are directly linked to environmental impacts.

Keywords: Environmental Taxes, Economic Growth, Sustainable Development, Ecological Footprint, ARDL Approach

Türkiye’de Çevre Vergileri, Ekonomik Büyüme, Sürdürülebilir Kalkınma İle Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: ARDL Yaklaşımı

Süreç

Geliş: 10/04/2025

Kabul: 15/07/2025

Jel Kodları: Q5, H23, C22

ÖZET

Dünya hızla artan nüfus, sanayileşme, şehirleşme ve artan enerji ihtiyacının yol açtığı kirlilik ve iklim değişikliği gibi, insan yaşamını tehdit eden ciddi çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Bu çevresel sorunlar, sürdürülebilirliği tehdit eden büyük riskler oluşturmaktadır. Bu doğrultuda devletlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirliği dengeleyen politikalar geliştirilmesi önemlidir. Özellikle çevresel bozulma üzerindeki etkileri azaltmayı hedefleyen çevre vergileri, ekonomik büyüme ile çevresel koruma arasında bir denge kurulmasına katkı sağlayan etkili bir politika aracı olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi, kişi başı GSYH ve çevresel vergiler arasındaki ilişkinin ortaya koyulmasıdır. Çalışmanın özgünlüğünü, Türkiye için değişkenler arasındaki ilişkinin ARDL yöntemiyle ortaya koyulması oluşturmaktadır. Çalışmada öncelikle, 1995- 2021 dönemi için zaman serilerine Augmented Dickey-Fuller ve Philips-Perron birim kök testleri yapılmıştır. Serilerin birinci dereceden farkları alınarak yapılan birim kök testlerinde tüm serilerin % 5 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği ve durağan olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda ARDL Sınır testi sonuçları, değişkenler arasındaki eşbütünlük ilişkisini ortaya koymuştur. Bulgulara göre ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi ve kişi başı GSYH serilerinin uzun dönemde pozitif ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma çabalarının çevresel etkilerle doğrudan bağlantılı olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevre Vergileri, Ekonomik Büyüme, Sürdürülebilir Kalkınma, Ekolojik Ayak İzi, ARDL Yaklaşımı

License



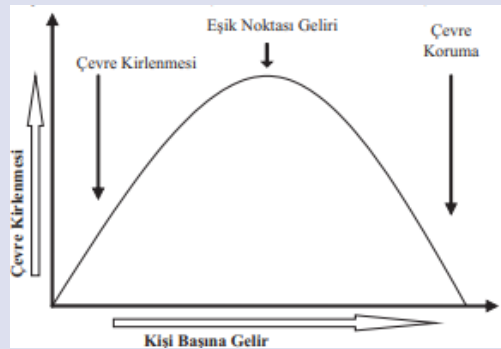
This work is licensed under
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License

Giriş

Ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve bu etkilerin minimize edilmesi hem ülkelerin kalkınma hedeflerine ulaşması hem de doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi açısından önemlidir. Bu sebeple ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına katkı sağlayan çevre vergilerinin dışında, sürdürülebilir kalkınma da ekonomik büyüme ile çevresel koruma arasında bir denge kurmayı hedefleyen önemli bir alandır. Son yıllarda çevre kirliliğinin daha bütünsel bir göstergesi olarak tanımlanan ekolojik ayak izi kavramı da bireyin, toplumun veya ülkenin tüketim ve üretim faaliyetleri sonucu doğal kaynaklar üzerinde bıraktığı yükü ölçen önemli bir değişkendir.

Dünya; hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme ve artan enerji talebinin neden olduğu kirlilik ve iklim değişikliği gibi insan yaşamını tehlikeye atan sorunlarla karşı karşıyadır. Bu çevresel zorluklar ve riskler çevresel sürdürülebilirliğe de doğrudan bir tehdit oluşturmaktadır (Kırıkkaleli vd., 2023:1). Bu kapsamda Kyoto Protokolü, Paris İklim Anlaşması, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gibi uluslararası antlaşmalarla küresel sıcaklık artışı 1.5°C ile sınırlandırmaya ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden kaçınmaya yönelik olarak on yıl içinde küresel sera gazı emisyonlarında ciddi düşüşler sağlanması amacıyla ve 2050 yılına kadar net sıfır emisyonu ulaşılması için harekete geçilmesi önerilmektedir (United Nations, 2024:19). Ayrıca devletlerin düşük karbonlu sanayileşmeye ve enerji verimli politikaları doğru dönüşümünü düzenleyen enerji planlarını oluşturmaları ve uygulaması önemlidir (Chen vd., 2022). Çünkü ekonomik büyüme yolunda ilerleyen devletler, enerji tüketimini önemli bir araç olarak kullanmaktadır. Ekonomik büyümenin belirli bir eşiği aşmasının ardından, artan çevresel farkındalık politika yapıcılarını düzeltici önlemler almaya zorlamaktadır (Destek ve Sinha, 2020: 2-3).

Küresel ekonomiler, rekabet avantajı elde etmek ve ekonomik kalkınmalarını sürdürmek için üretim miktarını ve dış ekonomik faaliyetlerini artırmaya çalışmaktadır. Bu durum daha fazla kaynak kullanımına ve enerji tüketimine neden olduğundan ekonomik büyüme, çevresel bozulmada artışa yol açmaktadır (Ahmed ve Wang 2019). Bu doğrultuda devletler çevresel sorunları kontrol ederek sürdürülebilir ekonomik büyümeye ulaşmaya çalışmaktadır (Chen vd., 2022:5). Bu amaçla kaynakların yenilenebilir enerjiye tahsis edilmesi, enerji açısından verimli teknolojilerin teşvik edilmesi, karbon fiyatlandırma mekanizmaları gibi uygulamaları hayata geçirmektedir (Eweade vd., 2023:122153). İklim değişikliğini hafifletmek için kullanılan bu politika araçları uygulanırken; piyasa aksaklıkları, mali etkiler, sınır ötesi yayılmalar ile uygulama ve yaptırım maliyetleri gibi diğer hususlar dikkate alınmalıdır (World Trade Organization, 2024:15). Literatürde de çok sayıda çalışma çevresel bozulmayı artan gelirin bir sonucu olarak ele almaktadır. Ancak yüksek gelir düzeyinde inovasyon, enerji verimliliği, çevre yasaları ve yeşil teknoloji yoluyla daha iyi çevre kalitesi beklenmektedir. Bu nedenle, çevre ve gelir arasındaki ilişki genellikle Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi bağlamında incelenmektedir (Ahmet vd., 2021:1-2). Bu hipoteze göre, ekonomik kalkınmanın erken evrelerinde kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla düzeyinin düşük olması ile çevre kalitesi arasında negatif bir ilişki, daha yüksek büyüme düzeyleri veya kişi başına düşen daha yüksek gayri safi yurtiçi hasıla ile gelecek yıllardaki çevre kalitesi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Kuznets, 1955). Şekil 1’de (Yandle vd., 2004) de görüleceği üzere, belirli bir noktada toplum çevreyle bağlantısını onarmaya başlamakta, bu da çevre üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmaktadır.



Resim 1. Çevresel Kuznet's Eğrisi
Figure 1. Environmental Kuznet's Curve

İklim değişikliği ve onun yıkıcı etkileriyle etkin bir şekilde mücadele edebilmek için uluslararası iş birliği zorunludur. Bu nedenle, özellikle sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın uygulanmasına yönelik eğilim artmaktadır (UNFCCC, 2015). Birleşmiş Milletler (194 ülke) tarafından 2015 yılında, Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi kabul edilmiştir. 17 adet olarak belirlenen sürdürülebilir hedefler, sağlık, eğitim, çevre, barış, adalet, güvenlik ve eşitlik gibi yaşamın ve kalkınmanın her alanında dünyanın tüm bölgelerini kapsamaktadır (United Nations, 2023:1). 2024 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi'ne göre Finlandiya, İsveç ve Danimarka olmak üzere İskandinav ülkeleri ve Avrupa ülkeleri ön sıralarda yer almaktadır. Türkiye ise 70,47 puanı ile 72. sırada yer almaktadır (Jeffrey vd., 2024). Dünya genelinde ülkelerin 2030 yılına kadar sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uyması giderek daha

önemli hale gelmektedir. Bu nedenle ülkeler yarattıkları çevresel bozulmayı kontrol etmek için enerji ve çevre politikalarını yeniden tasarlamaya çalışmaktadır (Sharif vd., 2020: 2).

Ekonomik faaliyetler üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmek ve ekolojik hedefleri gerçekleştirmek amacıyla çevre vergileri uygulamaya alınmıştır (Heine ve Schoder, 2021). Çevre vergileri arasında önemli olan sera gazı emisyonlarını azaltmak için tasarlanan karbon vergisi, başta kuzey ülkeleri olmak üzere Finlandiya, Hollanda, Norveç, İsveç, Danimarka gibi birçok ülke tarafından 1990'ların başında uygulamaya konmuştur. Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin çoğu da daha sonra bir aşamada karbon vergileri kullanmaya başlamıştır (Scrimgeour vd., 2005). OECD'ye göre çevre vergileri; enerji vergileri, ulaşım vergileri, kirlilik vergileri, kaynak vergileri olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Bu doğrultuda çevre vergileri enerji ürünleri; motorlu taşıtlar ve ulaştırma hizmetleri; hava ve suya ölçülen veya tahmin edilen emisyonlar, ozon tabakasını incelten maddeler, belirli noktasal olmayan su kirliliği kaynakları, atık yönetimi, gürültü ile su, arazi, toprak, ormanlar, biyolojik çeşitlilik, yaban hayatı ve balık stoklarının yönetimi gibi çevresel alanlara uygulanmaktadır (OECD, 2024).

Çevre vergilerinin teorik temelinde kabul gören görüş, üretim veya tüketimin bazı malların kullanımında negatif dışsallık ile sonuçlanması durumunda, sosyal refahın bu mala vergi konularak iyileştirilebileceği yönündedir. Uygulanacak vergi oranının belirlenmesi gereken seviyeyi tanımlamada ise Neo-klasik, optimizasyon yaklaşımı Pigou (1932) tarafından önerilmiş ve Baumol (1972) tarafından geliştirilmiştir. Bu yaklaşım kirlenici madde yayılımının farklı oranları için marjinal özel fayda ile neden olduğu kirliliğin marjinal dışsal maliyeti arasında bir eşitlik kurmaya çalışmaktadır. Bu eşitlik, vergilendirme yoluyla hedeflenen emisyon seviyesi ile arasındaki farkı eşitleyecek şekilde vergi oranının ayarlanmasını gerektirmektedir (Ekins ve Parker, 2001:328). Ancak çevre vergilerinin aynı vergi tabanından daha fazla gelir elde edilmesi ve çevresel amaçlara ulaşılmasıyla birlikte vergi tabanının zamanla aşınması olmak üzere iki temel etkisi bulunmaktadır. Bu sebeple çevre vergilerinin finansman verimliliği bu iki etkinin göreceli gücüne göre değişmektedir (Zhou vd., 2020: 11). Ronald Coase tarafından 1960'larda ortaya konan Coase teoremi ise çevresel dışsallıkların temel nedeninin açıkça tanımlanmış mülkiyet haklarının eksikliği olduğu temel önermesi üzerine kavramsallaştırılmıştır. Bu kapsamda çevresel bir anlaşmazlığın nihai sonucunun (kirliliğin azaltılması açısından) mülkiyet haklarının belirli bir tarafa (kirlenilen veya kirlenilen) devredilmesine ilişkin verilen karardan bağımsız olduğunu teyit etmektedir. Yani çevresel anlaşmazlıkların özel müzakereler yoluyla çözülmesini teşvik etmektedir (Hussen, 2005:195). Baumol ve Oates (1971), çevre vergisinin topluma yönelik maliyetleri en aza indireceğini ve aynı zamanda topluma yönelik olumsuz bir dışsallık olduğunda bir 'çevresel yeşillendirme' hedefine ulaşacağını ileri sürmektedir. Goulder (1995) ise karbon vergisinin çok dar vergi tabanı, çifte vergilendirme olasılığı ve enerji ürünlerindeki tekdüze olmayan içeriği nedeniyle emek vergisinden daha fazla bozucu olduğunu savunmaktadır. Bir çevre vergisinin hem çevreyi iyileştirmesi hem de işgücü arzı, yatırım veya tüketim üzerindeki diğer bozucu vergileri azaltmak için kullanılabilir gelir sağlaması olasılığı bulunmaktadır. Çifte yarar hipotezi olarak adlandırılan bu teorem ile devlet, kirlilik sorununu çözerek refah artışı sağlayacak ve ayrıca çevre geliri devletin ücret vergisini azaltmasına olanak tanıyarak net ücreti artıracak, işgücü arzını yükselterek, refah maliyetinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır (Fullerton vd., 2008: 10-11). Ayrıca çevre vergisi, piyasa çarpıklığını (yani çevresel hizmetlerin aşırı kullanımından kaynaklanan dışsallıkları) düzeltmek ve yoksullara yardım etmek, firmalara çevre dostu projeler üstlenmeleri için teşvik sağlamak gibi değerli sosyal projeleri finanse etmek için kullanılabilir gelirleri artırmak için kullanılabilir (Hussen, 2005:203).

Çevresel bozulmanın kapsamlı, ilerici ve bütünleştirici bir değerlendirmesi için Rees (1992), ekolojik ayak izi fikrini öne sürmüştür. Wackernagel ve Rees (1998), bir ekonominin tüketiminin sürdürülebilirliğinin tahmin edilmesinin ekolojik ayak iziyle ilgili olduğunu söylemektedir. Ekolojik ayak izi yalnızca karbon emisyonlarını değil aynı zamanda birey, topluluk, şirket veya ulusla ilişkili arazi ve su kullanımını, biyolojik çeşitliliği ve kaynak tüketimini de içeren daha kapsamlı bir ölçüdür. Buna karşın CO2 emisyonları, büyük ölçüde fosil yakıt yanması, ormansızlaşma ve endüstriyel faaliyet gibi süreçlerden kaynaklanmakta ve öncelikli olarak atmosfere salınan karbondioksiti ölçmektedir (Georgescu ve Kinnunen 2024:2). Ekolojik Ayak İzi, ülkelerin kaynak performansı, riskleri ve fırsatları hakkında fikir vermektedir. Bu değerler farklı seviyeleri toplumların yaşam tarzları ve tüketim kalıplarının değişmesinden kaynaklanmaktadır (WWF, 2022: 67).

Ekolojik Ayak İzi, insanların taleplerini karşılamak için ne kadar biyolojik olarak üretken alan gerektiği takip edilerek elde edilmektedir. Bir ülkenin tüketimi, ulusal üretimine ithalatın eklenmesi ve ihracatın çıkarılmasıyla hesaplanmakta ve "küresel hektar" olarak ifade edilmektedir (Global Footprint Network, 2024). Türkiye'nin 1961 yılında kişi başına düşen ekolojik ayak izi tüketimi 1,69'dur. Bu değer artan oranlı bir seyir izleyerek 2022 yılında 3,39'a ulaşmıştır. Biyokapasitesi ise 1961 yılında 2,77 iken azalan bir seyir izleyerek 2022 yılında 1,48'e ulaşmıştır. 1983 yılında Türkiye'nin kişi başına düşen ekolojik ayak izi ile biyokapasite değerlerinin denge noktasına ulaşması Türkiye'nin ekosisteminin o dönem için kendi kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde destekleyebildiği anlamına gelmektedir. Ancak 1983'ten sonra Türkiye'nin kişi başına ekolojik ayak izi biyokapasiteyi geçmeye başlamış ve bu fark yıllar içinde açılmaya devam etmiştir. Bu durum Türkiye'nin ekolojik bir açık yaşadığı anlamına gelmektedir. Yani Türkiye'nin çevresel kapasitesini aşan bir tüketim modeline sahip olduğunu göstermektedir (Global Foot Print Network, 2024).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi, kişi başı GSYH ve çevresel vergiler arasındaki ilişkinin ortaya koyulmasıdır. Bu kapsamda Türkiye'nin 1995-2021 yılları arasındaki verileri ARDL sınır testi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın özgünlüğü, Türkiye'de bu değişkenler arasındaki ilişkinin ARDL yöntemiyle

ortaya koyulmasından gelmektedir. Çalışmada giriş ve literatür özetinden sonra sırasıyla veri seti, yöntem, bulgular ve sonuç bölümlerine yer verilmiştir.

Ampirik Literatür

Ekolojik ayak izi, ekonomik büyüme ve çevre arasındaki dengenin ölçülmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin belirlenmesinde önemli bir göstergedir. Literatürde ekolojik ayak izi ile ekonomik ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler özelinde değerlendirilmiştir. Tablo 1’de ekolojik ayak izi üzerinde çevre vergileri, ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma değişkenlerinin etkisini araştıran ampirik çalışmalara yer verilmiştir.

Çizelge 1. Ampirik Literatür Özeti
Table 1. Summary of Empirical Literature

Yazar	Dönem	Yöntem	Amaç	Sonuç
Caviglia-Harris vd.(2009)	1961-2000	OLS İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS)	146 ülkeyi kapsayan dengesiz panel veri seti ile çevresel bozulmayı daha geniş kapsamlı bir ölçüt olan Ekolojik Ayak İzi (EF) ile analiz edilmesi	Ekonomik gelişme ile çevresel bozulma arasında ters “U” biçimli bir ilişki olduğuna dair Ekolojik Ayak İzi bazında ampirik kanıt bulamamaktadır. Ayrıca büyümenin çevresel etkilerini azaltmak için aktif politika müdahalelerinin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.
Wang vd.(2013)	2005	Mekansal otokorelasyon	Ekonomik büyüme ile çevresel etki arasındaki ilişki, ekolojik ayak izi göstergesi üzerinden incelenmesi	Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi kapsamında ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında ters U şeklinde bir ilişki tespit edilememiştir.
Aşıcı ve Acar (2015)	2004-2008	Sabit Etkiler	116 ülkede ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin incelenmesi	Ekonomik büyüme tek başına olumsuz çevresel dışsallıkları azaltmak için yeterli değildir. Çevresel düzenlemelerin ve uygulanması ekonomik büyüme ile birlikte önemlidir.
Al-Mulali ve Ozturk (2015)	1996–2012	Panel Veri Analizi	Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesinde 14 ülkede çevresel bozulmaya neden olan etkenlerin incelenmesi	Pedroni eşbütünleşme testi ekolojik ayak izi ile enerji tüketimi, kentleşme, dışa açıklık, sanayi gelişimi ve siyasi istikrar değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Granger nedensellik testi ise kullanılan değişkenlerin ekolojik ayak iziyle hem kısa hem de uzun vadeli nedensel ilişkilere sahip olduğunu göstermiştir.
Ulucak ve Bilgili (2018)	1961–2013	CUP-FM ve CUP-BC tahmincileri	Gelir düzeylerine göre ayrılmış ülkeler özelinde çevresel bozulmanın göstergesi olarak ekolojik ayak izini kullanarak, EKC hipotezinin test edilmesi	EKC hipotezinin düşük gelirli, orta gelirli ve yüksek gelirli ülke gruplarının verileri ile doğrulandığını ortaya koymuştur.
Destek ve Sarkodie (2019)	1977-2013	AMG (Augmented Mean Group) Heterojen panel nedensellik testi	11 sanayileşmekte olan ülkede ekonomik büyüme, enerji tüketimi, finansal gelişme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin incelenmesi	Ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında ters U şeklinde bir ilişki vardır. Finansal gelişme, çevresel kaliteyi iyileştirici yönde etkileyebilir, ancak etkisi ülkeden ülkeye değişmektedir. Enerji tüketimi ise ekolojik ayak izini artırıcı etki yapmaktadır.

Çizelge 1. Ampirik Literatür Özeti (Devam)

Table 1. Summary of Empirical Literature (Continued)

Yazar	Dönem	Yöntem	Amaç	Sonuç
Sharif vd. (2020)	1965-2017	QARDL Granger Nedensellik	Türkiye'nin yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi	Yenilenebilir enerji her kuantilde uzun vadede ekolojik ayak izini azaltmaktadır. Ekonomik büyüme ve yenilenemez enerji ise tüm kuantillerde uzun-kısa vadeli dönemde ekolojik ayak izini olumlu etkilemektedir.
Khan vd. (2021)	1980-2019	Dinamik ARDL yaklaşımı	Malezya'daki ekolojik ayak izi üzerinde doğal kaynakların, finansal kalkınmanın ve ekonomik büyümenin etkisi	Tüm değişkenlerin ekolojik ayak izi üzerinde olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.
Alper vd. (2022)	1970-2017	Fourier ARDL Fourier Bootstrap Toda Yamamoto Nedensellik Testi	En yüksek karbondioksit emisyonuna neden olan ilk 10 ülkede ekonomik büyümenin, enerji tüketiminin ve ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izleri üzerindeki uzun vadeli etkileri	Uzun vadeli katsayılar göre, genel olarak, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ekolojik ayak izi üzerinde olumsuz etkilere sahiptir.
Chen vd. (2022)	1990-2015	CS-ARDL	OECD ve OECD üyesi olmayan ekonomiler için GSYİH yenilenemeyen, teknolojik değişim, çevre vergisinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi	Çevre vergilerinin, sıkı çevre politikalarının ve ekolojik inovasyonun OECD'de OECD dışı ülkelere kıyasla çevre kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği anlaşılmıştır.
Islam vd.(2022)	1972-2017	Dinamik ARDL simülasyon	Bangladeş'de ekonomik büyümenin, sermaye oluşumunun, kentleşmenin, ticaret açıklığının, enerji kullanımının ve teknolojik yeniliğin ekolojik ayak izi üzerindeki etkileri	Değişkenler arasında uzun vadeli bir denge ilişkisinin bulunduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi kapsamında ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında ters U şeklinde bir ilişki tespit edilememiştir.
Khoi vd. (2022)	1978-2016	NARDL	Singapur'daki ekolojik ayak izi üzerinde turizm gelişiminin asimetrik etkisinin belirlenmesi	Ekonomik büyümedeki bir artışın ekolojik ayak izinde bir gelişmeye yol açtığını ve enerji tüketiminin etkisinin belirgin olmadığını göstermiştir.
Rafique vd. (2022)	1994-2016	ARDL	29 OECD ekonomisinde büyüyen ekolojik ayak izinde çevre vergilerinin ve ekonomik büyümenin rolünün araştırılması	Çevreyle ilgili vergilerin, ekonomik büyümenin, doğrudan yabancı yatırımın, yenilenebilir enerjinin ve sanayileşmenin OECD ülkelerinde uzun vadeli ekolojik ayak izini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir.
Telatar ve Birinci (2022)	1994-2019	Doğrusal olmayan eşbütünleşme testi	Türkiye'de çevre vergisinin ekolojik ayak izi ve karbondioksit (CO ₂) emisyonları üzerindeki etkisi	Çevre vergilerinin uzun vadeli etkilerinin olmadığı anlaşılmıştır.
Zhou vd. (2022)	1980-2018	Dinamik ARDL simülasyon KRLS yaklaşımı	Pakistan'da doğal kaynaklar, gayri safi yurtiçi hasıla, insan sermayesi endeksi ve kentleşme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin belirlenmesi	Gayri safi yurtiçi hasıladaki artış uzun vadede ekolojik ayak izini artırmaktadır.

Çizelge 1. Ampirik Literatür Özeti (Devam)

Table 1. Summary of Empirical Literature (Continued)

Yazar	Dönem	Yöntem	Amaç	Sonuç
Acar vd. (2023)	1996-2017	Yapısal kırılmalı ARDL sınır testi	Azerbaycan'da finansal gelişme ve ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi	Ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında ters U şeklinde bir çevresel Kuznets eğrisi olmakla birlikte finansal gelişmenin ekolojik ayak izini de azalttığı ortaya koyulmuştur.
Bozatli ve Akca (2023)	1994-2018	Panel Veri Analizi	En yüksek çevre vergisi gelirine sahip 10 OECD ülkesinde çevre vergilerinin, yenilenebilir enerji tüketiminin ve çevre teknolojisinin ekolojik ayak izine olan etkisini araştırılması	Çevre vergilerinin ekolojik ayak izini azaltma etkisi bulunmaktadır.
Eweade vd. (2023)	1990-2020	ARDL Fourier Toda-Yamamoto Nedensellik	Birleşik Krallık'ta ulaşım enerjisi tüketimi, GSYİH, yenilenebilir enerji, ticaret, küreselleşme ve ekolojik ayak izi arasındaki etkileşimin araştırılması	GSYİH ve ticaretin ekolojik ayak izi üzerinde olumsuz etkisi bulunmaktadır. Ayrıca tüm değişkenlerden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır.
Javed vd. (2023)	1994-2019	DYARDL	İtalya'da yeşil teknoloji inovasyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve çevre vergilerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi	Yeşil teknoloji inovasyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve çevre vergilerinin ekolojik ayak izini düşürerek çevrenin kalitesini önemli ölçüde artırdığı ortaya koyulmuştur.
Shayanmehr vd. (2023)	1994-2018	Momentler Kantil Regresyon Yöntemi	En iyi yenilenebilir enerjiye sahip 27 ülkede çevre vergisi ve yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izindeki rolü	Çevre vergisi ve yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izini doğrudan ve önemli ölçüde azalttığını göstermektedir.
Zhou vd. (2023)	1995-2018	Wavelet (dalga) analizi	Birleşik Krallık'ta ekolojik ayak izini azaltmada toplam çevre vergisi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerjinin etkinliği	Toplam çevre vergisi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izini azalttığı tespit edilmiştir.
Bergougui (2024)	1990-2021	Fourier otoregresif dağıtılmış gecikme teknikleri ve Fourier nedensellik testi	Cezayir'de finansal gelişmenin ve yeşil teknolojilerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin incelenmesi	Finansal gelişmenin ekolojik ayak izini arttırarak ekolojik bozulmaya yol açtığı, yeşil teknolojilerin uzun vadede ekolojik ayak izini azaltarak ekolojik sürdürülebilirliği teşvik ettiği ortaya koyulmuştur.
Eweade vd. (2024)	1975-2020	ARDL NARDL Dalgacık tutarlılığı	Meksika'daki ekolojik ayak izi üzerinde fosil yakıtların, doğrudan yabancı yatırımların ve küreselleşmenin asimetric etkilerinin belirlenmesi	ARDL yönteminin sonuçlarına göre, ekonomik büyüme ve fosil yakıt tüketimi ekolojik bozulmaya yol açarken, doğrudan yabancı yatırım çevre koşullarını iyileştirmektedir. Küreselleşmenin ise çevre üzerinde hiçbir etkisi yoktur.
Georgescu, ve Kinnunen (2024)	1990-2021	ARDL	Finlandiya'da kişi başına düşen GSYİH, doğrudan yabancı yatırım ve enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi	GSYH ve doğrudan yabancı yatırım ekolojik ayak izini olumsuz, enerji kullanımı ekolojik ayak izini olumlu etkilemektedir.

Literatürde yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, çevre vergileri, finansal gelişme, ekonomik büyüme gibi faktörlerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerinin geniş bir çerçevede incelendiği görülmektedir. Bu çalışmalar, farklı ülkelerdeki enerji politikalarının ve çevresel düzenlemelerin uzun vadeli sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir altyapı oluşturmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yenilikçi ve çevre dostu politikaların ekolojik dengeyi koruma ve çevre kalitesini artırmada kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

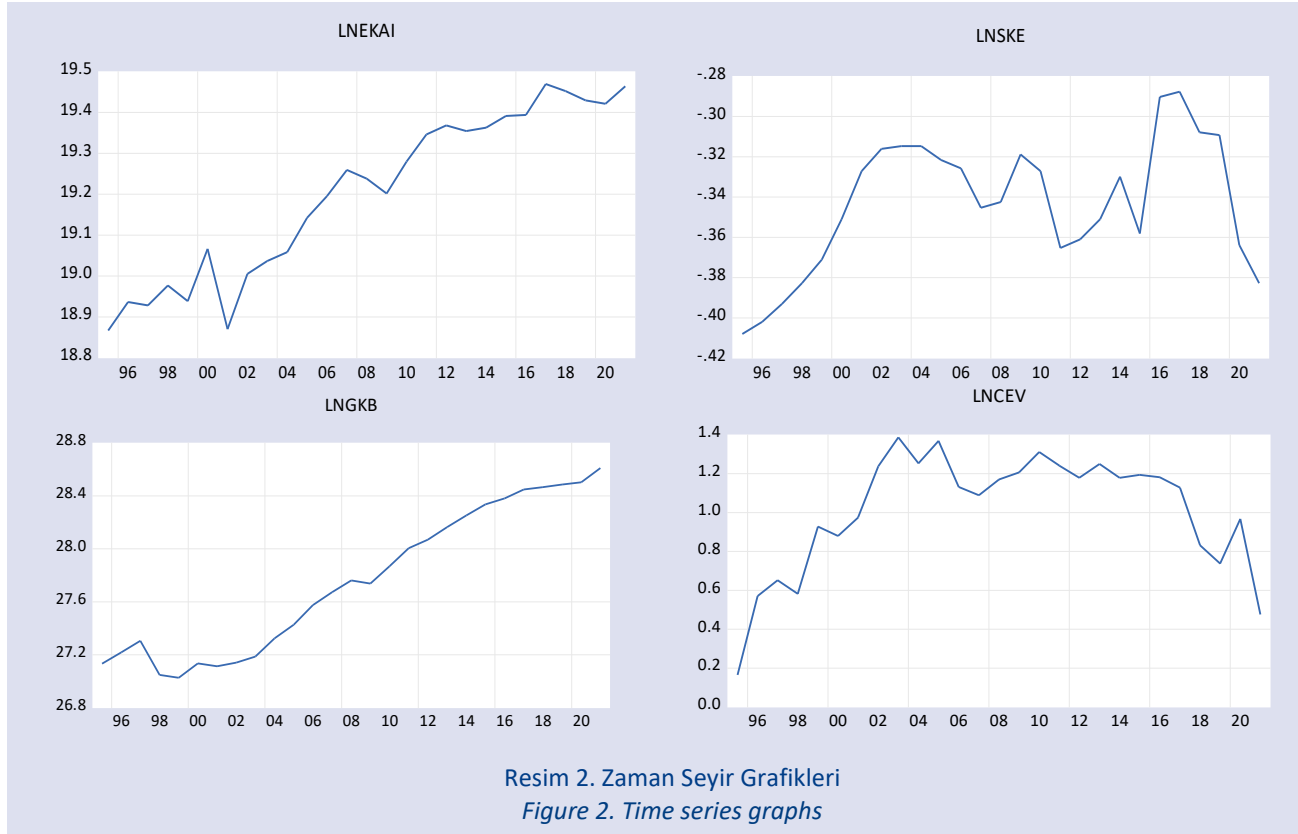
Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmada Türkiye'nin ekolojik ayak iziyle sürdürülebilir kalkınma endeksi, kişi başı GSYH ve çevre vergileri arasındaki ilişkinin ortaya koyulmasında, serilerin yapısı bakımından ARDL testi (gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi) tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerle ilgili bilgiler Tablo 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2. Analizde Kullanılan Değişkenler
Table 2. Variables Used in the Analysis

Değişkenin Adı	Çalışmada Kullanılan Kısaltma	Dönemi	Veri Kaynağı
Ekolojik Ayak İzi	LNEKAI	1995-2021	Global Footprint Network (https://footprintnetwork.org)
Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi	LNSKE	1995-2021	Sustainable Development Index (https://www.sustainabledevelopmentindex.org)
Kişi Başı GSYH	LNGKB	1995-2021	World Bank Data Base (https://data.worldbank.org)
Çevre Vergileri Toplamının GSYH'a Oranı	LNCEV	1995-2021	IMF (https://climatedata.imf.org/datasets)

Ekolojik ayak izi verisi küresel hektar cinsinden ölçülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma endeksi verisi endeks değeri olarak alınmıştır. GSYH verisi kişi başına düşen GSYH'ın cari ABD doları cinsinden değeridir. Türkiye'nin 1995-2021 dönemi için kullanılan bu veriler logaritmik olarak analize dahil edilmiştir. Serilerin logaritmik dönüşüm sonrası zaman seyir grafikleri Şekil 2'deki gibidir.



Çalışmada kullanılan yöntem Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yaklaşımıdır. Literatürdeki diğer eşbütünleşme testlerinin aksine durağanlık derecesine bakmayan bu test birçok yönüyle avantajlıdır. Önerilen tanımlayıcı testler, modelin kendi içerisindeki tutarlılığını göstermesi açısından da değerlidir (Pesaran vd., 2001:311).

ARDL sınır testi, dinamik sınırsız bir hata düzeltme modeli (UECM) sunmaktadır. Bu kısıtlanmamış hata düzeltme modeli, kısa dönem dinamikleriyle uzun dönem eşitlikleri, uzun dönemde bir bilgi kaybına neden olmadan birbirine entegre edebilmektedir (Shahbaz ve Lean, 2012:475). Oluşturulmak istenen modelin ARDL formu şu şekildedir (1):

$$\Delta \ln EKAIt = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln SKE_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln GKB_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln CEV_{t-i} + \beta_4 \ln SKE_{t-1} + \beta_5 \ln GKB_{t-1} + \beta_6 \ln CEV_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bu denklemde Δ birinci farkları, β_0 eğilim katsayısını, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ katsayıları kısa dönemli ilişkiyi, $\beta_4, \beta_5, \beta_6$ katsayılarıysa uzun dönemli ilişkiyi göstermektedir. m, n ve p terimleri değişkenler için belirlenecek uygun gecikme katsayılarını ifade etmektedir. Analiz aşamasında optimal gecikme uzunluğu belirlenirken Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmaktadır.

$$H_0: \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1: \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq 0$$

Bu yöntemle daha önce de değinildiği gibi iki varsayımsal sınır test edilmektedir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığına bakılırken F testi istatistiğiyle durum değerlendirilmektedir. Eğer istatistiki değer kritik üst sınırı geçiyorsa, boş hipotez reddedilmektedir. Yani uzun dönemde bir eşbütünleşme olduğu kabul edilmektedir. Eğer elde edilen F istatistik değeri kritik alt sınırın altındaysa, boş hipotez reddedilememektedir. Bu durumda değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olmadığı yorumu yapılmaktadır. F istatistik değeri iki kritik değer arasındaysa, durum belirsizdir. Dolayısıyla yorum yapılamayacağından uzun dönemli ilişki olmadığı düşünülmesi gerekmektedir (Pesaran vd., 2001:296). Boş hipotezin reddi ve uzun dönemli ilişkinin varlığının kabul edilmesi durumunda tahmin edilecek kısıtlanmamış hata düzeltme modeli (UECM) aşağıdaki denklemde (2) gösterilmektedir:

$$\Delta \ln EKAIt = c_0 + \sum_{i=1}^m c_{1i} \Delta \ln SKE_{t-i} + \sum_{i=0}^n c_{2i} \Delta \ln GKB_{t-i} + \sum_{i=0}^p c_{3i} \Delta \ln CEV_{t-i} + \delta ECM_{t-i} + \mu_t \quad (2)$$

Bu denklemdeki Δ birinci fark operatörüdür. ECM_{t-i} hata düzeltme terimidir. δ terimiye hata düzeltme terimi katsayısıdır ve değişkenlerin bir şok ile karşılaştıklarında ne kadar hızla dengeye yönelebileceklerini göstermektedir. Elde edilen uzun dönemli denklemde, m, n ve p katsayıları değişkenlere göre uygun gecikme katsayılarıdır. Test sonucunda modelin istikrarlı olup olmadığı farklı tanımsal testlerle kontrol edilmektedir.

Bulgular

ARDL sınır testi yaklaşımında ilk olarak değişkenlerin birim kök testlerine bakılması gerekmektedir. ARDL testinde değişkenlerden birinin birim kök derecesi $I(1)$ 'den büyükse Pesaran vd. (2001) tarafından önerilen kritik değerler kullanılamamaktadır. Tablo 3'te tüm serilere uygulanan Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Philips Perron (PP) ve KPSS birim kök test sonuçları hem sabitli hem de sabitli ve trendli modeller için yer almaktadır.

Çizelge 3. Birim Kök Test Sonuçları
Table 3. Unit Root Test Results

Değişkenler	Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi		Philips-Perron (PP) Testi		Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) Testi	
Veri Seti:	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
27 Yıl						
LNEKAI	Sabitli	Sabitli	Sabitli	Sabitli	Sabitli LM	Sabitli LM
(1995-2021)	t istatistiği:	t istatistiği:	t istatistiği:	t istatistiği:	0,01:0,739000	0,01:0,739000
	-1,314812	-8,334811	-1,942557	-9,311377	0,05:0,463000	0,05:0,463000
	p: 0,6077	p: 0,0000*	p: 0,3091	p:0,0000*	LM:0,759194	LM:0,094147*
	Sabitli ve	Sabitli ve	Sabitli ve	Sabitli ve	Sabitli ve	Sabitli ve
	trendli	trendli	trendli	trendli	trendli	trendli
	t istatistiği:	t istatistiği:	t istatistiği:	t istatistiği:	LM 0,01:0,216000	LM 0,01:0,216000
	-3,903154	-8,318761	-3,961946	-9,918829	0,05:0,146000	0,05:0,146000
	p: 0,0254**	p: 0,0000*	p: 0,0224**	p: 0,0000*	LM:0,127150*	LM:0,060216*

LNSKE (1995-2021)	Sabitli t istatistiği: -2,201430 p: 0,2103 Sabitli ve trendli t istatistiği: -1,481226 p: 0,8111	Sabitli t istatistiği: -4,712189 p: 0,0009* Sabitli ve trendli t istatistiği: -5,122865 p: 0,0018*	Sabitli t istatistiği: -2,201430 p: 0,2103 Sabitli ve trendli t istatistiği: -1,481226 p: 0,8111	Sabitli t istatistiği: -4,712189 p: 0,0009* Sabitli ve trendli t istatistiği: -5,123099 p: 0,0018*	Sabitli LM 0,01:0,739000 0,05:0,463000 LM:0,271436* Sabitli ve trendli LM 0,01:0,216000 0,05:0,146000 LM:0,125770*	Sabitli LM 0,01:0,739000 0,05:0,463000 LM:0,273941* Sabitli ve trendli LM 0,01:0,216000 0,05:0,146000 LM:0,065854*
LNGKB (1995-2021)	Sabitli t istatistiği: 0,332215 p: 0,9757 Sabitli ve trendli t istatistiği: -2,895835 p: 0,1803	Sabitli t istatistiği: -4,220940 p: 0,0030* Sabitli ve trendli t istatistiği: -4,289998 p: 0,0116**	Sabitli t istatistiği: 0,332215 p: 0,9757 Sabitli ve trendli t istatistiği: -1,928869 p: 0,6120	Sabitli t istatistiği: -4,192565 p: 0,0032* Sabitli ve trendli t istatistiği: -4,253853 p: 0,0125**	Sabitli LM 0,01:0,739000 0,05:0,463000 LM:0,745560 Sabitli ve trendli LM 0,01:0,216000 0,05:0,146000 LM:0,123071*	Sabitli LM 0,01:0,739000 0,05:0,463000 LM:0,236942* Sabitli ve trendli LM 0,01:0,216000 0,05:0,146000 LM:0,131497*
LNCEV (1995-2021)	Sabitli t istatistiği: -2,723232 p: 0,0837 Sabitli ve trendli t istatistiği: -1,760542 p: 0,6943	Sabitli t istatistiği: -5,232064 p: 0,0003* Sabitli ve trendli t istatistiği: -6,835619 p: 0,0000*	Sabitli t istatistiği: -2,723232 p: 0,0837 Sabitli ve trendli t istatistiği: -1,429654 p: 0,8274	Sabitli t istatistiği: -5,232867 p: 0,0003* Sabitli ve trendli t istatistiği: -9,322433 p: 0,0000*	Sabitli LM 0,01:0,739000 0,05:0,463000 LM:0,246535* Sabitli ve trendli LM 0,01:0,216000 0,05:0,146000 LM:0,195283*	Sabitli LM 0,01:0,739000 0,05:0,463000 LM:0,722955* Sabitli ve trendli LM 0,01:0,216000 0,05:0,146000 LM:0,500000

Not: * Seriler 0,01 düzeyinde, **Seriler 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3'te yer alan değerler incelendiğinde serilerin birçoğunun düzey değerlerde durağan olmadığı ve birim kök içerdiği anlaşılmaktadır. Serilerin birinci dereceden farkları alınarak yapılan birim kök testlerinde LNCEV değişkeninin KPSS birim kök testinde sabitli ve trendli model hariç tüm serilerin % 5 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği ve durağan olduğu tespit edilmiştir. LNCEV serisi KPSS birim kök testinin sabitli modelinde durağan ancak sabitli ve trendli modelinde durağan değildir. Bu durum serinin sabit etrafında durağan, fakat zamanla eğilim gösteren (trend içeren) bir yapıda olduğunu göstermektedir. ADF ve PP durağanlık test sonuçları kabul edilebilir. Serilerde olası yapısal kırılmaların varlığını test etmek amacıyla yapılan Zivot Andrews birim kök testi Tablo 4'te yer almaktadır.

Çizelge 4. Zivot Andrews Birim Kök Test Sonuçları

Table 4. Zivot Andrews Unit Root Test Results

Değişkenler	Model C: Eğim ve Düzeyde Tek Kırılma		
	Düzye (I(0))	Birinci Fark (I(1))	Sonuç
LNEKAI	-5,2859*	-9,8119*	I(0) ve I(1)
LNSKE	-2,8815	-7,6545*	I(1)
LNGKB	-5,1785*	-6,3217*	I(0) ve I(1)
LNCEV	-3,2443	-7,6119*	I(1)
Kritik Değerler	% 1: -4,82	% 1: -4,82	
	% 5: -5,08	% 5: -5,08	

Not: Kritik değerler Zivot-Andrews (1992:264) Tablo 9'dan alınmıştır. * % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı

Zivot Andrews birim kök test sonuçlarına (Tablo 4) göre LNEKAI ve LNGKB serileri düzeyde ve birinci farkta, diğer seriler birinci farkta durağandır. Bu verilere göre serilerin yapısal kırılma içermediği anlaşılmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yapılabilmektedir. Tablo 5'te ARDL Sınır Testi Sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 5. ARDL Sınır Testi Sonuçları

Table 5. ARDL Bound Test Results

Tahmin Edilen Eşitlik	LnEKAI = f (LnSKE, LnGKB, LnCEV)	
F İstatistik Değeri	15,80557*	
Optimum Gecikme Uzunluğu	[1, 3, 4, 1]	
Asimptotik Kritik Değerler	Alt Sınır, I(0)	Üst Sınır, I(1)
% 1	5,17	6,36
% 5	4,01	5,07
% 10	3,47	4,45
Tanımlayıcı Testler		
Düzeltilmiş R ²	0,979975	
F İstatistiği	83,81884 (0,000)	
Breusch-Godfrey Testi	0,8873 (0,6797)	
Breusch Pagan Godfrey Testi	14,79588 (0,3203)	
DW Testi	3,084188	
Jarque Bera Normallik Testi	0,405062 (0,816661)	
Ramsey Reset Testi	0,380728 (0,5544)	

* %1 önem seviyesinde anlamlı. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC kullanılmıştır (Maksimum 4). Alt ve üst sınırlar için kullanılmış olan kritik değerler Pesaran vd. (2001) çalışmasındaki tablodan elde edilmektedir (Tablo CI(ii)).

Tablo 5'e göre hesaplanan F istatistiği % 1 anlamlılık düzeyindeki varsayımsal kritik değerlerden büyük olduğundan, ekolojik ayak izi serisi ile seçilmiş olan diğer bağımsız değişkenler uzun dönemde eşbütünlüktür. Aynı tabloda sunulmuş olan tanımlayıcı testlere göre kurulan modelde değişen varyans, otokorelasyon ve fonksiyonel formla ilgili herhangi bir sorun olmadığı anlaşılmaktadır. Ramsey Reset test istatistiğine göre herhangi bir model kurma hatası yoktur. Tanımlayıcı test sonuçları kurulan modelin güvenilir olduğunu göstermektedir. Eşbütünlük ilişkisi tespit edildiğinden değişkenlere ait uzun ve kısa dönem katsayıları hesaplanabilmektedir. ARDL sınır testi uzun dönem tahmin sonuçları Tablo 6'da gösterilmektedir.

Çizelge 6. ARDL (1, 3, 4, 1) Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Table 6. ARDL (1, 3, 4, 1) Long-Term Estimation Results

Değişkenler	Bağımlı Değişken: LNEKAI		
	Katsayı	t istatistiği	Olasılık
LNEKAI (-1)	-1,492284*	-7,447551	0,0000
LNSKE (-1)	1,523847**	2,633874	0,0272
LNGKB (-1)	1,071583*	4,429995	0,0016
LNCEV (-1)	0,086634	1,155128	0,2778
ΔLNSKE	-0,509534	-1,493852	0,1694
ΔLNSKE (-1)	-1,596709**	-2,678895	0,0253
ΔLNSKE (-2)	-1,054016	-2,257271	0,0504
ΔLNGKB	0,630775*	3,261154	0,0098
ΔLNGKB (-1)	-0,094533	-0,639914	0,5382
ΔLNGKB (-2)	-0,138961	-1,355246	0,2084
ΔLNGKB (-3)	0,180464	1,883511	0,0923
ΔLNCEV (-1)	-0,037584	-0,750989	0,4718
C	0,070323	0,016873	0,9869

* % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı

Tablo 6'da yer alan uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi saptanan modeldeki katsayılar incelendiğinde % 5 anlamlılık düzeyinde sürdürülebilir kalkınma endeksi serisi ile ekolojik ayak izi arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yine kişi başı GSYH ile ekolojik ayak izi arasında da benzer ilişki bulunmaktadır. Ancak ekolojik ayak izi ile çevre vergilerinin GSYH'a oranı arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Tablo 7'de uzun dönemli model katsayıları yer almaktadır.

Çizelge 7. Uzun Dönem Model Katsayıları

Table 7. Long-Term Model Coefficients

Değişkenler	Bağımlı Değişken: LNEKAI		
	Katsayı	t istatistiği	Olasılık
LNSKE	1,021151**	2,841115	0,0194
LNGKB	0,718083*	6,664663	0,0001
LNCEV	0,058055	1,194300	0,2629

* % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı

Tablo 7’de yer alan değerlere göre sürdürülebilir kalkınma endeksindeki % 1’lik bir değişim ekolojik ayak izinde % 1,02’lik bir artışa neden olmaktadır. Aynı şekilde kişi başı GSYH’daki % 1’lik bir değişim ekolojik ayak izinde % 0,72’lik bir artışa neden olmaktadır. Uzun dönem katsayısı anlamsızdır ancak çevre vergileri toplamının GSYH’a oranı serisi ile ekolojik ayak izi serisi uzun dönemde pozitif ilişkilidir. Modelin kısa dönem tahmin sonuçları ise Tablo 8’de gösterilmektedir.

Çizelge 8. ARDL (1, 3, 4, 1) Kısa Dönem Tahmin Sonuçları

Table 8. ARDL (1, 3, 4, 1) Short-Term Estimation Results

Değişkenler	Bağımlı Değişken: LNEKAI		
	Katsayı	t istatistiği	Olasılık
Δ LNSKE	-0,509534**	2,304067	0,0467
Δ LNSKE (-1)	-1,596709*	-5,313268	0,0005
Δ LNSKE (-2)	-1,054016*	-3,599023	0,0058
Δ LNGKB	0,630775*	5,043861	0,0007
Δ LNGKB (-1)	-0,094533	-1,462185	0,1777
Δ LNGKB (-2)	-0,138961	-2,222041	0,0534
Δ LNGKB (-3)	0,180464**	2,803867	0,0206
Δ LNCEV	-0,037584	-0,891414	0,3959
C	0,070323**	3,025573	0,0143

* % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı

Tablo 8’de katsayılar incelendiğinde ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma endeksi ilişkisinin hem cari dönemde hem de bir önceki dönemlerle negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Ekolojik ayak izi bağımlı değişkeni ve kişi başı GSYH değişkeninin ise cari dönemde pozitif ilişkili olduğu, 3. gecikmeli dönemde bu ilişkinin pozitif olarak devam ettiği görülmektedir. Tablo 9’da modelin hata düzeltme terimi ile ilgili analiz sonuçları gösterilmektedir.

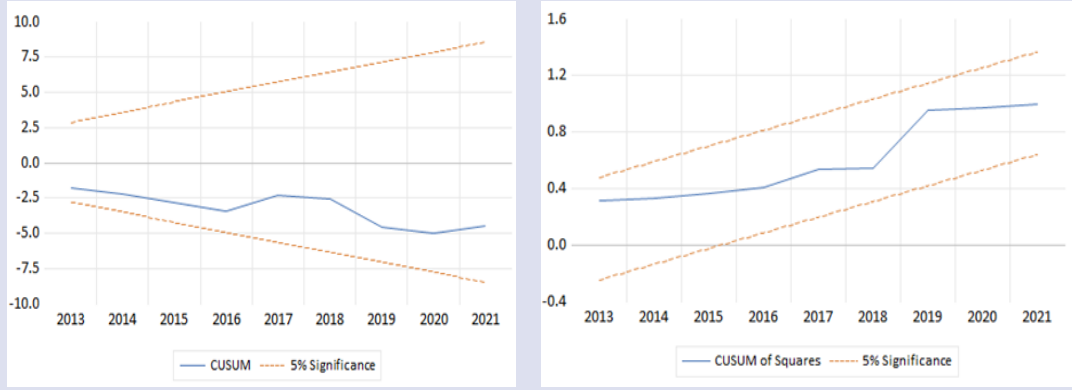
Çizelge 9. Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Table 9. Error Correction Model Results

Değişkenler	Bağımlı Değişken: LNEKAI		
	Katsayı	t istatistiği	Olasılık
Δ LNSKE	-0,509534**	2,304067	0,0467
Δ LNGKB	0,630775*	5,043861	0,0007
Δ LNCEV	-0,037584	-0,891414	0,3959
C	0,070323**	3,025573	0,0143
HDM (ECM) (-1)	-1,492284*	-9,181305	0,0000

* % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı

Tablo 9’a göre hata düzeltme terimi negatiftir. Terimin olasılık katsayısı % 1 önem düzeyinde anlamlıdır. Bu durum modelin çalıştığına ve anlamlı olduğuna işaret etmektedir. Kısa dönemde meydana gelebilecek sapmalar, uzun dönemde tekrar dengeye gelebilmektedir. Hata düzeltme terimi -1 ve - 2 arasında bir değer almış olduğundan, model hata düzeltme sürecinde uzun dönem denge değeri etrafında git gide azalan dalgalanmalar seyrederek dengeye ulaşmaktadır (Alam ve Quazi, 2003: 97). Şekil 3’te ise modelin Cusum ve Cusumsq Testleri gösterilmektedir.



Resim 3. Cusum ve Cusumsq Testleri
Figure 3. Cusum ve Cusumsq Tests

Kurulan model için incelenen dönemde oluşabilecek muhtemel yapısal kırılmalar modelin tutarlılığını etkileyebilmektedir. Brown vd. (1975) tarafından önerilen kümülatif toplam (Cusum) ve kümülatif toplamların karesi (Cusumsq) testleriyle kısa ve uzun dönem tahmin katsayılarının uygunluğu test edilebilmektedir. Şekil 3'te % 5 anlamlılık düzeyinde test istatistiklerinin kritik sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

Sonuç

Dünyada çevresel bozulma ve iklim değişikliği ile ilgili gelişmeler çeşitli uluslararası anlaşmaların imzalanarak ülkelerin özellikle ticaret, sanayi, çevre, vergilendirme gibi giderek genişleyen alanlardaki politikalarının değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimin temelini çevresel bozulmanın olumsuz etkisini en aza indirmeyi hedefleyen yatırımlar ile ekonomileri yeniden şekillendirmek oluşturmaktadır. Ekolojik ayak izi, özellikle bu politikaların şekillenmesinde dikkate alınan kapsayıcı bir göstergedir. İçeriğindeki bileşenler bu alandaki etkenlerin tümünü dikkate almayı hedefleyen ve doğru aksiyon almayı sağlayabilecek bir odak sunmaktadır. Kalkınmışlık düzeyi ile ilgili kapsayıcı ve önemli bir veri sunan sürdürülebilir kalkınma endeksi ise, ülkelerin insani gelişmişlik endeksini çevresel ve ekolojik değerlerle yeniden formülize ederek, ülkeleri derecelendirmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi, kişi başı GSYH ve çevresel vergiler arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu konudaki literatür özellikle Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi çalışmalarıyla şekillenmiştir. Çevre kalitesi ve GSYH arasında kurduğu ilişki ile sonraki çalışmalara öncülük eden bu hipotez alandaki önemli yol göstericilerden biridir. Kirliliğin yol açtığı çevresel dışsallıkların önlenmesi amacıyla da çevre vergileri uygulanmaktadır. Bu çalışmada 1995-2021 yılları arasında Türkiye'nin ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi, kişi başı GSYH ve çevresel vergiler arasındaki ilişki, verilerin yapısına oldukça uygun olan ARDL sınır testi analiziyle test edilmiştir.

Çalışmada ARDL sınır testi uygulanarak ekolojik ayak izi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi, kişi başı GSYH ve çevre vergilerinin uzun dönemde pozitif ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma çabalarının çevresel etkilerle doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir. Literatürde bu konuda benzer sonuçlara ulaşan birçok çalışma bulunmaktadır (Sharif vd., 2020; Khan vd., 2021; Chen vd., 2022; Khoi vd., 2022; Rafique vd., 2022; Telatar ve Birinci, 2022; Zhou vd., 2022; Javed vd., 2023). Modelin tanımlayıcı testleri ve yapısal kırılmaları dikkate alan model tutarlılığı testleri anlamlıdır.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyüme ve sürdürülebilirlik hedefleri, değişkenler arasındaki uzun dönemli pozitif ilişkinin temel nedenlerini ortaya koymaktadır. Bu ülkelerde ekonomik büyümenin sektöre uğramaması adına çevresel maliyetler çoğu zaman ikincil planda bırakılabilmektedir. Özellikle çevre dostu teknolojilere tam geçiş sağlanmadan gerçekleşen büyüme süreci çevresel baskıların artmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu doğrultuda Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi çevresel sınırlara uyumu değil, aynı zamanda insani gelişim düzeyini de esas alır. Ancak insani gelişmişlik endeksi (HDI) bileşenlerinin yüksek olması, çoğu zaman enerji tüketimini, altyapı yatırımlarını ve maddi kaynak kullanımını artırarak çevresel baskıyı yükseltmektedir. Dolayısıyla elde edilen pozitif ilişki, endeksin çevresel ve sosyal bileşenleri arasındaki çok boyutluluğun bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Bu süreçte, çevre vergileri gibi araçlar da yeterli denetim ve yaptırım mekanizmalarıyla desteklenmediğinde sınırlı etkide kalabilmektedir. Ayrıca Türkiye'de çevre vergileri çoğunlukla dolaylı vergilerden ibaret olup, enerji tüketimi veya karbon salımına doğrudan müdahale edebilecek düzeyde etkili bir fiyatlandırma mekanizması oluşturmamaktadır. Toplanan çevre vergilerinin çoğu zaman genel bütçe içine aktarılması, çevreye yönelik yatırımlara dönüşmemesi nedeniyle dolaylı etkiyi zayıflatılabilmektedir.

Çalışmada hata düzeltme modelindeki yüksek katsayı, ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınma ve çevresel göstergeler arasında kurulan dengenin duyarlı ve dinamik olduğunu göstermektedir. Hata düzeltme sürecinde, giderek azalan dalgalanmalarla uzun dönemde denge oluşmaktadır. Bu durum, özellikle politika değişiklikleri sonrasında uygulanan çevre veya kalkınma politikalarının ani ve radikal etkiler yaratabileceğini, bu nedenle kademeli ve dikkatli tasarlanmış müdahalelerin gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Türkiye ekonomik büyümeyi çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getiren daha fazla politika benimsemelidir. Bu doğrultuda enerji ve ulaştırma sektörlerinde emisyonu dayalı vergilendirme mekanizmalarının genişletilmesi, araç vergilerinin karbon salımına göre yeniden yapılandırılması ve sanayi teşviklerinin yeşil dönüşüm kriterleriyle uyumlu hale getirilmesinin katkı sağlayacağı söylenebilir. Ayrıca işletmelerin çevre dostu üretim süreçleri desteklenmeli, karbon salımını azaltan finansal destek mekanizmaları geliştirilmeli, yeşil teknoloji yatırımları ve enerji verimliliğine yönelik destek limitleri artırılmalıdır.

Bu çalışma, başka ekonomik göstergelerle ve farklı yöntemlerle geliştirilebilir. Ayrıca ülkelerin gelişmişlik sınıflandırması yapılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

Extended Abstract

The world is facing serious environmental problems that threaten human life, such as pollution and climate change caused by rapidly growing population, industrialization, urbanization and increasing energy demand. These environmental problems pose major risks that threaten sustainability. Assessing the environmental impacts of economic activities and minimizing these impacts is of great importance in terms of ensuring that countries achieve their development goals and that natural resources can be passed on to future generations. Accordingly, various policies and instruments have been developed to support environmental sustainability and minimize negative impacts on the natural ecosystem. In particular, environmental taxes stand out as an effective policy instrument that contributes to establishing a balance between economic growth and environmental protection. In addition, sustainable development is an important area that supports long-term development goals by ensuring a balance between economic growth, social welfare and environmental protection and is gaining more and more importance on a global scale.

Developments in the world regarding critical problems such as environmental degradation, depletion of natural resources and climate change lead to significant changes in the policies and strategies of countries. International agreements such as the Kyoto Protocol, the Paris Climate Agreement and the United Nations Framework Convention on Climate Change aim to create a common platform for combating climate change by limiting the increase in global temperature, mitigating the negative effects of climate change and ensuring environmental sustainability. In this framework, targets such as reducing greenhouse gas emissions, promoting renewable energy sources, protecting natural ecosystems and achieving carbon neutrality have been set and legal and economic frameworks have been provided for countries to develop policies towards these targets. In this context, more sustainable and environmentally friendly approaches are being adopted, especially in areas such as trade, industry, energy, environment and taxation. In this context, the ecological footprint stands out as a comprehensive indicator that measures natural resource use and environmental impact. The Ecological Footprint is determined by tracking how much biologically productive land is required to meet human demands. A country's consumption is calculated by adding imports to national production and subtracting exports, and it is expressed in "global hectares." Its components such as carbon footprint, biological capacity and consumption enable countries to analyze their environmental impacts in more detail and develop more informed policies accordingly. The ecological footprint provides an inclusive framework for measuring environmental sustainability that is taken into account in shaping these policies.

The sustainable development index, which provides important and multidimensional data on the level of development, functions as a measurement system that re-evaluates the level of human development of countries not only through economic and social indicators, but also through environmental and ecological values. This index offers a more holistic perspective by combining development levels with factors such as environmental sustainability, efficient use of resources and protection of natural ecosystems. Thus, the index contributes to the assessment of countries' environmental sensitivity and their contribution to sustainability goals. Environmental taxes are also used as an effective tool to balance economic growth and environmental protection. By aiming to reduce negative impacts on environmental degradation, especially carbon emissions, these taxes both provide governments with a financial resource to protect the environment and encourage individuals and businesses to engage in environmentally friendly behavior. When all these elements come together, it is seen that environmental policies are becoming increasingly important both nationally and internationally and that these policies play a fundamental role in reducing environmental degradation. In addition, low-income groups may feel the economic burden of environmental taxes more because they have a higher proportion of expenditure on taxed goods such as energy and fuel. However, these effects can be offset if tax revenues are used for social programs. In this context, proper design, implementation and audit mechanisms are important for effective results of environmental taxes.

Ecological footprint is an important indicator in measuring the balance between economic growth and the environment and in determining sustainable development goals. In this context, the literature has been shaped especially by the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, which provides a framework indicating that economic

growth initially increases environmental degradation, but after a certain income level, the negative effects on the environment decrease. In the literature, the relationship between ecological footprint and economic and environmental variables has been evaluated for both developed and developing countries. These studies provide an important background for understanding the effects of energy policies and environmental regulations on long-term sustainability in different countries. It also shows that innovative and environmentally friendly policies in line with sustainable development goals are critical for maintaining ecological balance and improving environmental quality.

This study aims to reveal the relationship between Turkey's ecological footprint and sustainable development index, GDP per capita and environmental taxes. In this context, Turkey's data for the period 1995-2021 are analyzed using the ARDL bounds test. The uniqueness of the study is that the relationship between the variables is analyzed for Turkey using the ARDL method. In the study, unit root analyses using the Augmented Dickey-Fuller and Phillips-Perron tests were first conducted on the time series. The ARDL Bound test results have revealed the cointegration relationship between the variables. According to the findings, it is concluded that ecological footprint, sustainable development index, GDP per capita and environmental taxes are positively related in the long run. The descriptive tests of the model and model consistency tests taking into account structural breaks are significant. According to the error correction term data, the model reaches equilibrium in the error correction process with gradually decreasing fluctuations around the long-run equilibrium value. This result indicates that economic growth and sustainable development efforts are directly linked to environmental impacts. There are many studies in the literature that reach similar conclusions (Sharif et al., 2020; Khan et al., 2021; Chen et al., 2022; Khoi et al., 2022; Rafique et al., 2022; Telatar and Birinci, 2022; Zhou et al., 2022; Javed et al., 2023). According to the obtained error correction term data, the model reaches equilibrium by exhibiting gradually diminishing fluctuations around the long-term equilibrium value during the error correction process.

In developing countries like Turkey, the goals of economic growth and sustainability reveal the underlying reasons for the long-term positive relationship observed between the variables. In these countries, in order to avoid disruptions to economic growth, environmental costs are often treated as secondary concerns. Especially when growth occurs without a complete transition to environmentally friendly technologies, it often results in increased environmental pressure. In this context, the Sustainable Development Index takes into account not only compliance with environmental limits but also the level of human development. However, the high values of the Human Development Index (HDI) components often lead to increased energy consumption, infrastructure investment, and use of material resources, which in turn heighten environmental pressure. Therefore, the observed positive relationship is interpreted as a result of the multidimensional nature of the index's environmental and social components.

During this process, tools such as environmental taxes may have limited impact if not supported by adequate monitoring and enforcement mechanisms. Additionally, in Turkey, environmental taxes mostly consist of indirect taxes and do not form an effective pricing mechanism capable of directly influencing energy consumption or carbon emissions. The fact that most of the collected environmental taxes are transferred into the general budget rather than being used for environmental investments weakens their indirect impact.

In the study, the high coefficient in the error correction model indicates that the equilibrium established between economic growth, sustainable development, and environmental indicators is both sensitive and dynamic. In the error correction process, equilibrium is achieved in the long run through gradually diminishing fluctuations. This shows that environmental or development policies implemented following policy changes can have sudden and radical effects, thus highlighting the need for carefully designed and gradual interventions.

Turkey should adopt more policies that align economic growth with environmental sustainability. In this regard, expanding emission-based taxation mechanisms in the energy and transport sectors, restructuring vehicle taxes based on carbon emissions, and aligning industrial incentives with green transition criteria are likely to contribute positively. Additionally, environmentally friendly production processes in businesses should be supported, financial support mechanisms that reduce carbon emissions should be developed, and support limits for green technology investments and energy efficiency should be increased.

This study can be expanded with other economic indicators and different methodologies. Furthermore, results can be compared by classifying countries according to their level of development.

Katkı Oranları ve Çıkar Çatışması / Contribution Rates and Conflicts of Interest

Etik Beyan	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.	Ethical Statement	It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited
Yazar Katkıları	Çalışmanın Tasarlanması: KŞ (%50) CK (%50) Veri Toplanması: KŞ (%50) CK (%50) Veri Analizi: KŞ (%50) CK (%50) Makalenin Yazımı: KŞ (%50) CK (%50) Makale Gönderimi ve Revizyonu: KŞ (%60) CK (%40)	Author Contributions	Research Design: KŞ (%50) CK (%50) Data Collection: KŞ (%50) CK (%50) Data Analysis: KŞ (%50) CK (%50) Writing the Article: KŞ (%50) CK (%50) Article Submission and Revision: (%60) CK (%40)
Etik Bildirim	iibfdergi@cumhuriyet.edu.tr	Complaints	iibfdergi@cumhuriyet.edu.tr
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.	Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.	Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Telif Hakkı & Lisans	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.	Copyright & License	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0

Kaynakça

- Acar, S., Altıntaş, N., & Haziyeve, V. (2023). The effect of financial development and economic growth on ecological footprint in Azerbaijan: an ARDL bound test approach with structural breaks. *Environmental and Ecological Statistics*, 30(1), 41-59.
- Ahmed, Z. ve Wang, Z. (2019). Investigating the impact of human capital on the ecological footprint in India: an empirical analysis. *Environ Sci Pollut Res*, 26(26):26782–26796.
- Ahmed, Z., Zhang, B., & Cary, M. (2021). Linking economic globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL. *Ecological indicators*, 121, 107060.
- Alam, I. ve R. Quazi (2003). Determinants of capital flight: An econometric case study of Bangladesh. *International Review of Applied Economics*, 17(1), 85-103.
- Al-Mulali, U ve Ozturk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84, 382-389.
- Alper, A. E., Alper, F. O., Ozayturk, G., & Mike, F. (2022). Testing the long-run impact of economic growth, energy consumption, and globalization on ecological footprint: new evidence from Fourier bootstrap ARDL and Fourier bootstrap Toda–Yamamoto test results. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-16.
- Aşıcı, A. A., & Acar, S. (2016). Does income growth relocate ecological footprint?. *Ecological Indicators*, 61, 707-714.
- Baumol, W. ve Oates W. (1971). The use of standards and prices for the protection of the environment. *Swedish Journal of Economics*, March, 73, 42-54.
- Bergougui, B. (2024). Investigating the relationships among green technologies, financial development and ecological footprint levels in Algeria: Evidence from a novel Fourier ARDL approach. *Sustainable Cities and Society*, 112, 105621.
- Bozatli, O. ve Akca, H. (2023). The effects of environmental taxes, renewable energy consumption and environmental technology on the ecological footprint: evidence from advanced panel data analysis. *Journal of Environmental Management*, 345, 118857.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Royal Statistical Society*, 37(2), 149-192.
- Caviglia-Harris, J. L., Chambers, D., & Kahn, J. R. (2009). Taking the “U” out of Kuznets: A comprehensive analysis of the EKC and environmental degradation. *Ecological Economics*, 68(4), 1149-1159.
- Chen, M., Jiandong, W., & Saleem, H. (2022). The role of environmental taxes and stringent environmental policies in attaining the environmental quality: Evidence from OECD and non-OECD countries. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 972354.

- Destek, M. A. ve Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the total environment*, 650, 2483-2489.
- Destek, M. A. ve Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of cleaner production*, 242, 118537.
- Destek, M. A., Ulucak, R., & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: the role of ecological footprint. *Environmental science and pollution research*, 25(29), 29387-29396.
- Elkins, P. ve Baker, T. (2001). Carbon taxes and carbon emissions trading. *Journal of economic surveys*, 15(3), 325-376.
- Eweade, B. S., Güngör, H., & Karlilar, S. (2023). The determinants of ecological footprint in the UK: The role of transportation activities, renewable energy, trade openness, and globalization. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(58), 122153-122164.
- Eweade, B. S., Karlilar, S., Pata, U. K., Adeshola, I., & Olaifa, J. O. (2024). Examining the asymmetric effects of fossil fuel consumption, foreign direct investment, and globalization on ecological footprint in Mexico. *Sustainable Development*, 32(4), 2899-2909.
- Fullerton, D., Leicester, A., & Smith, S. (2008). Environmental taxes. National bureau of economic research.
- Georgescu, I. ve Kinnunen, J. (2024). Effects of FDI, GDP and energy use on ecological footprint in Finland: An ARDL approach. *World Development Sustainability*, 4, 100157.
- Global Footprint Network (2024). Data and Methodology. <https://www.footprintnetwork.org/resources/data/>, (Erişim tarihi: 01.11.2024).
- Heine, D., ve Schoder, C. (2021). The role of environmental tax reform in responding to the Covid-19 crisis.
- Hussen, A. M. (2005). Principles of environmental economics. New York: Routledge Inc.
- Islam, M. S., Hossain, M. E., Khan, M. A., Rana, M. J., Ema, N. S., & Bekun, F. V. (2022). Heading towards sustainable environment: exploring the dynamic linkage among selected macroeconomic variables and ecological footprint using a novel dynamic ARDL simulations approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-20.
- Javed, A., Rapposelli, A., Khan, F., & Javed, A. (2023). The impact of green technology innovation, environmental taxes, and renewable energy consumption on ecological footprint in Italy: Fresh evidence from novel dynamic ARDL simulations. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122534.
- Khan, M. K., Abbas, F., Godil, D. I., Sharif, A., Ahmed, Z., & Anser, M. K. (2021). Moving towards sustainability: how do natural resources, financial development, and economic growth interact with the ecological footprint in Malaysia? A dynamic ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), 55579-55591.
- Khoi, N. H., Le, N. H., & Ngoc, B. H. (2022). The effect of tourism development on the ecological footprint in Singapore: evidence from asymmetric ARDL method. *Current Issues in Tourism*, 25(15), 2500-2517.
- Kirikaleli, D., Addai, K., & Karmoh Jr, J. S. (2023). Environmental innovation and environmental sustainability in a Nordic country: evidence from nonlinear approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 76675-76686.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *American Economic Review*, 45, 1-28.
- OECD (2024). Environmental tax, <https://www.oecd.org/en/data/indicators/environmental-tax.html>, (Erişim tarihi: 02.11.2024).
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Rafique, M. Z., Fareed, Z., Ferraz, D., Ikram, M., & Huang, S. (2022). Exploring the heterogeneous impacts of environmental taxes on environmental footprints: an empirical assessment from developed economies. *Energy*, 238, 121753.
- Rees, W.E. (1992). Ecological footprint and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4, 121-130.
- Sachs, J. D., Lafortune, G., & Fuller, G. (2024). Sustainable development report 2024: The SDGs and the UN Summit of the Future Includes the SDG Index and Dashboards, Ireland.
- Sampene, A. K., Li, C., Khan, A., Agyeman, F. O., Brenya, R., & Wiredu, J. (2023). The dynamic nexus between biocapacity, renewable energy, green finance, and ecological footprint: evidence from South Asian economies. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(8), 8941-8962.
- Scrimgeour, F., Oxley, L., & Fatai, K. (2005). Reducing carbon emissions? The relative effectiveness of different types of environmental tax: the case of New Zealand. *Environmental Modelling & Software*, 20(11), 1439-1448.
- Shahbaz, M. ve Lean, H. H. (2012). Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia. *Energy policy*, 40, 473-479.

- Sharif, A., Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I., & Sinha, A. (2020). Revisiting the role of renewable and non-renewable energy consumption on Turkey's ecological footprint: Evidence from Quantile ARDL approach. *Sustainable cities and society*, 57, 102138.
- Shayanmehr, S., Radmehr, R., Ali, E. B., Ofori, E. K., Adebayo, T. S., & Gyamfi, B. A. (2023). How do environmental tax and renewable energy contribute to ecological sustainability? New evidence from top renewable energy countries. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 30(6), 650-670.
- Telatar, O. M. ve Birinci, N. (2022). The effects of environmental tax on ecological footprint and carbon dioxide emissions: A nonlinear cointegration analysis on Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(29), 44335-44347.
- Ulucak, R. and Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144-157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.191>
- UNFCCC (2015). Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015. In Addendum. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-first session.
- United Nations (2023). Global sustainable development report 2023: Times of crisis, times of change: Science for accelerating transformations to sustainable development.
- United Nations (2024). Progress towards the sustainable development goals.
- Wackernagel, M. ve Rees, W. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia.
- Wang, Y., Kang, L., Wu, X., & Xiao, Y. (2013). Estimating the environmental Kuznets curve for ecological footprint at the global level: A spatial econometric approach. *Ecological indicators*, 34, 15-21.
- WWF (2022). *Living Planet Report 2022 – Building a naturepositive society*. Almond, R.E.A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. & Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.
- World Trade Organization (2024). Working together for better climate action: Carbon pricing, policy spillovers, and global climate goals.
- Yandle, B., Bhattarai, M., Vijayaraghavan, M. (2004). *Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods and Policy Implications*. Research Study, 2, 1-16.
- Zhou, R., Abbasi, K. R., Salem, S., Almulhim, A. I., & Alvarado, R. (2022). Do natural resources, economic growth, human capital, and urbanization affect the ecological footprint? A modified dynamic ARDL and KRLS approach. *Resources Policy*, 78, 102782.
- Zhou, Y., Adebayo, T. S., Yin, W., & Abbas, S. (2023). The co-movements among renewable energy, total environmental tax, and ecological footprint in the United Kingdom: Evidence from wavelet local multiple correlation analysis. *Energy Economics*, 126, 106900.
- Zhou, Z., Zhang, W., Pan, X., Hu, J., & Pu, G. (2020). Environmental tax reform and the “double dividend” hypothesis in a small open economy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 217.