

Gayrisafi yurt içi hasılanın karbon yoğunluğu, ticari küreselleşme ve yeşil ticari açıklık ilişkisi: AB ve Türkiye için panel nedensellik analizi

The relationship between carbon intensity of gross domestic product, trade globalization and green trade openness: a panel non-causality analysis for the EU and Türkiye

İrem Binici Ertan, Aykut Şarkgüneşi

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

ÖZ

Ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki değiş-tokuş ilişkisi önemli bir araştırma konusudur. Bu konudaki tartışmalar kapsamında sıkça ele alınan ve mevcut yapıyla güçlü bir ilişki içerisinde olan bir diğer konu ise uluslararası ticarettir. Serbest ticaret savunucuları, ticaretin iş bölümü ve uzmanlaşmayı artırarak büyümeyi teşvik ettiğini savunurken, çevreciler ise çevresel kaynakların aşırı kullanılabileceği konusunda endişelidir. Nispeten yakın zamanlarda ele alınmaya başlanan gayrisafi yurt içi hasılanın karbon yoğunluğu (GSYH-KY) değişkeninin ilgili analizlerde kullanılabileceği düşünülebilir. Büyüme ve ticaretin karbon salınımı ile ilişkisi sıkça incelenmişken, birim büyüme başına karbon salınımını ölçen değişkenle yapacağımız analiz, konuyu verimlilik gibi farklı bir alana taşıyabilecektir. Buradan oluşan motivasyon ile çalışmamızın problemi GSYH-KY'nin, yeşil ticari açıklık ve ticari küreselleşme ile nedensel ilişkisinin araştırılmasıdır. Yirmi altı AB ülkesi ve Türkiye'nin 1995–2020 yıllarını kapsayan panel veri seti kullanılarak yapılan analizde, tüm değişkenlerin GSYH-KY ile karşılıklı bir nedensellik içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Böylece ilgili modellerde yapılacak regresyon analizlerinde bu değişkenin de kullanılabileceği istatistiksel olarak kanıtlanmış olmaktadır. Çalışma bu açıdan, alanda yapılacak akademik araştırmalara yeni bir perspektif kazandırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gayrisafi Yurt İçi Hasılanın Karbon Yoğunluğu, Yeşil Ticari Açıklık, Ticari Küreselleşme.

JEL Sınıflaması: F18, O44, Q56

ABSTRACT

The trade-off between economic growth and environmental degradation constitutes a significant area of research. Within this context, international trade, related to the existing structure, frequently arises in related discussions. While proponents of free trade argue that it enhances global welfare by promoting specialization and division of labor, environmentalists express concerns regarding the potential overexploitation of natural resources. In this framework, the carbon intensity of gross domestic product (CIGDP) has recently been considered as a important variable in empirical analyses. Although the relationship between growth, trade, and carbon emissions has been extensively studied, analyzing carbon emissions per unit of economic growth introduces a productivity-oriented perspective. Motivated by this rationale, the present study investigates the causal relationship between CIGDP, green trade openness, and trade globalization. Using a panel dataset covering 26 EU countries and Türkiye from 1995 to 2020, the analysis identifies bidirectional causality among all variables. Thus, the statistical evidence confirms the relevance of including CIGDP in future regression models, offering a novel perspective for academic research in the field.

Keywords: Carbon Intensity of Gross Domestic Product, Green Trade Openness, Trade Globalization.

JEL Classification: F18, O44, Q56

Atıf/Cite this article as: Binici Erten, İ., & Şarkgüneşi, A. (2025). The relationship between carbon intensity of gross domestic product, trade globalization and green trade openness: a panel non-causality analysis for the EU and Türkiye. *Trakya University E-Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences*, [Epub Ahead of Print]



Editör/Edited by: Togan Karataş

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Arş. Gör. İrem Binici Ertan,

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve

İşletmecilik Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

E-posta: irem.binici@beun.edu.tr

ORCID ID: orcid.org/0000-0003-2562-8710

Geliş Tarihi/Received: 16.05.2025

Kabul Tarihi/Accepted: 18.07.2025

Epub: 09.12.2025



1. Giriş

Sanayi devriminden önceki dönemde insan faaliyetlerinin çevre üzerine etkilerinin sınırlılığı, sanayi devrimi sonrası belirli döneme kadar geçen sürede de nispeten çevresel etkilerin fark edilebilir boyutta olmaması veya öncelikli konular içerisinde yer almaması çevre-sanayileşme, çevre-ekonomik büyüme ilişkilerinin araştırılmasına uygun ortamın oluşmasına engel olmuştur. Ancak 1970'lerden itibaren, çevre sorunlarına yönelik toplumsal ilgi, akademik çalışmalar artmış ve politik tedbirler tartışılmaya başlanmıştır. Carson (1962), Georgescu-Roegen (1971) ve Meadows vd., (1972) gibi öncü çalışmaların çevresel bozulmaya dikkat çekmesinden sonra çevre konusu küresel bir mesele haline gelmiştir (Schlegel, 1973: 475; Erkman, 1997: 5; Iyer ve Walker Reczek, 2017: 247). 21. yüzyıla gelindiğinde, geçmişe nispeten daha kolay gözlemlenebilen ve birçok bilimsel araştırma ile kanıtlanabilen çevresel bozulma ve buna paralel olarak gelişen çevresel farkındalığın etkisiyle, ekonomik faaliyetlerin çevreyle uyum içerisinde gerçekleştirilmesi daha kritik bir konu haline gelmiştir. Çünkü ekonomik büyüme refah seviyesinin artırılması açısından temel bir hedef olsa da çevresel etkileri göz ardı edilemeyecek boyuttadır. Bu bağlamda ekonomik büyümeye katkıda bulunan faaliyetlerin çoğu zaman çevreye zarar vermesi nedeniyle, ekonomik büyümenin maksimize edilmesi, çevresel zararın en aza indirilmesi ülkeler için bir ödünleşim (trade-off) durumu oluşturmaktadır. Çünkü ülkeler, ekonomik büyüme oranlarını en üst düzeye çıkarırken, bunu sürdürülebilir ve çevreyle uyum içerisinde gerçekleştirmeyi amaçlamaktadırlar. Bu ikilem, ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla farklı çalışmaların yapılmasını ve modellerin oluşturulmasını teşvik etmiştir.

Üretim çıktısını ve bu çıktıyı oluşturmak için doğaya salınan karbon miktarını ilişkilendirebilen gayrisafi yurt içi hasılanın karbon yoğunluğu (GSYH-KY) değişkeninin, bahsedilen ikilem ile ilgili sayısal analizlerde kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Herhangi bir şeyin karbon yoğunluğu, çıktı birimi başına salınan CO₂ miktarı olarak tanımlanabilir (Trinks vd., 2022: 182). GSYH-KY de teknik olarak birim GSYH başına salınan CO₂ miktarı olarak da ifade edilebilir. Bunun yanı sıra, bu bileşik göstergeyle nedensel bir ilişki içinde olabileceği düşünülen ve politika aracı olarak kullanılma potansiyeline sahip uluslararası ticaretle ilgili yeni ve spesifik ilave değişkenler de analize dâhil edilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, ekonomik büyüme, uluslararası ticaret ve çevre bağlamında teorik olarak anlamlı ve birbiriyle ilişkili göstergelerdir. Ancak korelasyon katsayısı veya regresyon analizinde gözlemlenen bir ilişki, değişkenler arasında nedensel bir bağlantıyı doğrulamak için genellikle yeterli değildir. Başka bir deyişle birbiri

arasında ilişki bulunan değişkenlerde her zaman nedensel bir ilişki bulunmamaktadır (Granger, 1980: 329). Değişkenlerin birbirlerinin nedeni olup olmadıklarının test edilmesi de Granger nedensellik testiyle mümkündür. Granger (1969) tarafından önerilen geleneksel nedensellik testi, belirli bir değişkenin diğer bir değişkeni panelin tamamında nedensel olarak etkileyip etkilemediğini sınımlanmaktadır (Granger, 2003: 70). Dolayısıyla herhangi bir regresyon modeli oluşturmadan önce teorik bağlantılar kurulmuş olmakla birlikte istatistiksel olarak bir değişkenin başka bir değişkeni açıklayabilme kabiliyeti Granger nedensellik analizi ile tespit edilebilir.

Buradan hareketle, çalışmanın problemi, nispeten yeni diyebileceğimiz ve konu ile ilgili analizlerde kullanılabilecek bir değişken olan GSYH-KY değişkeninin ekonometrik modellerde kullanımının istatistiksel olarak anlamlılığının ortaya koyulmasıdır. Bu problem araştırılırken kullanılan yöntem, Granger nedensellik yaklaşımını temel alan, zayıf yönlerini (test oldukça güçlü bir sıfır hipotezine dayanmakta ve paneldeki heterojenliği göz ardı etmektedir) ortadan kaldıracak şekilde revize eden yöntemlerden biri olan Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik analizi yöntemidir. Dumitrescu ve Hurlin (2012), Granger nedensellik testini heterojen dağılıma sahip panel veriler için uygun hale getirerek panel nedensellik testini önermiştir. Bu çalışmada da Dumitrescu ve Hurlin (2012) testi kullanılarak ekonomik büyüme, uluslararası ticaret ve çevre ilişkisi, nispeten yeni ve farklı değişkenlerle test edilecektir. GSYH-KY bağımlı değişken olmak üzere, yeşil ticari açıklık ve ticari küreselleşme temel araştırma sorusuna ilişkin bağımsız değişkenlerdir. Sanayi katma değeri verisi ise GSYH'yi yakından ilgilendiren bir unsur olup kontrol değişkeni olarak dahil edilmiş ve modelin düzgün çalışıp çalışmadığı görülmek istenmiştir.

Çalışmanın amacı bu konuları ele alan literatürde sıkça kullanılmayan değişkenlerin ekonomik büyüme, uluslararası ticaret ve çevre literatüründeki regresyon analizlerinde kullanılabilirliğinin sınanması ve böylece oluşturulabilecek modellere istatistiksel olarak anlamlılığı kanıtlanmış değişken kaynağı sağlamaktır. Bu sayede literatürde geleneksel değişkenler olan GSYH, ticari açıklık ve karbon emisyonu yerine daha özellikli değişkenlerin tercih edilmesine imkân sağlayan bir perspektif geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çünkü GSYH ve karbon emisyonlarının bileşik bir göstergede, tek bir değişken olarak kullanılmasının, doğrudan GSYH içerisindeki karbon emisyonlarını artıran faktörlerin tespit edilmesi açısından daha kullanışlı olacağı düşünülmektedir. Ticari açıklık yerine, ticari küreselleşme ve yeşil ticari açıklık değişkenlerinin kullanılmasının da uluslararası ticaretin daha spesifik açılardan ele alınmasına olanak tanıyacağı söylenebilir. Çünkü ticari küreselleşme, ticaretin fiili ve hukuki bileşenlerini içerdiğinden, ticaretin

genel çevresel etkilerini anlamak için daha kullanışlı bir göstergedir (Ahmed ve Le, 2021: 8772). Yeşil ticari açıklık değişkeni de çevresel malların ticareti hususunda özelleştirilmiş bir değişken olup, çevre dostu ürünlerle ticaret yapmanın çevresel sonuçları nasıl etkilediğini değerlendirmek üzere yapılandırılmıştır (Almuhim vd., 2025: 4).

Çalışmada kullanılan değişkenler literatürde daha önce ele alınmış olsa da (GSYH-KY için bkz.: Fankhauser ve Jotzo, 2017; Abbasi vd., 2022; Abbasi vd., 2023; Kirikkaleli vd., 2023a; Kirikkaleli vd., 2023b; Ali vd., 2024), (yeşil ticari açıklık için bkz.: Can vd., 2022a; Can vd., 2022b; van Hinsberg ve Can, 2024; Tariq vd., 2024), (ticari küreselleşme için bkz.: Rüttimann, 2017; Bilgili vd., 2019; Kartal ve Pata, 2023; Nadiri vd., 2024) bu değişkenlerin nedensel ilişkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle halihazırda farklı diyebileceğimiz bu çalışma ayrıca GSYH-KY gibi verimlilik unsuru sayılabilecek bir değişkeni kullanması yönünden de literatüre farklı bir bakış açısı getirecektir. Çünkü literatür genellikle büyüme ve dış ticaretin mutlak değer olarak karbon salınımını arttırması durumuna odaklanmıştır. Diğer yandan dış ticaretin, uluslararası iktisat teorisine göre verimliliği arttıracığı temel görüşü bulunmaktadır. Bu görüş GSYH'nin birim başına karbon yoğunluğu olarak da ifade edilebilecek yani verimlilik ölçütü olarak kullanılabilecek GSYH-KY değişkeninin modellere dâhil edilebilmesi ile test edilebilecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve uluslararası ticaret arasındaki ilişki, mevcut literatür çerçevesinde ele alınacaktır. Üçüncü bölümde veri seti ve değişkenler tanıtılacak, dördüncü bölümde ise çalışmanın metodolojisi açıklanacaktır. Son olarak beşinci bölümde teorik olarak anlamlı olan değişkenlerin istatistiksel olarak da anlamlı ve kullanılabilir olup olmadığı nedensellik analizi ile sınanacaktır. Test sonuçlarının sunulmasının ardından, sonuç bölümünde elde edilen bulgular tartışılacak ve politika önerileri geliştirilecektir.

2. Teorik Arka Plan ve Ampirik Literatür

Bir ülkenin ekonomik büyümesi, GSYH'sindeki yüzdelik değişim ile ölçülmektedir. GSYH ise literatürde ve araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir gösterge olup ekonomideki tüm yerleşik üreticilerin toplam brüt katma değerini ifade etmektedir (Dünya Bankası, 2025a). Ayrıca ekonomik büyüme, bir ülkenin nüfusuna giderek daha çeşitli ekonomik mallar tedarik etme kapasitesinde uzun vadeli artış olarak da tanımlanabilir (Kuznets, 1973: 247). Ancak ekonomik büyümenin doğal sınırları bulunmaktadır ve şimdiye kadar, artan insan faaliyetleri doğayı büyük ölçüde değiştirmiştir (Messerli vd., 2000: 477). Şöyle ki, günümüzde dünya üzerindeki insan etkisinin aşırı düzeylere çıkmasından

dolayı yaşadığımız çağı tanımlamak için “Antroposen” terimi kullanılmaktadır. Bu kavram, derin okyanuslardan üst atmosfere kadar bütün dünya sistemlerinin insan faaliyetleri tarafından önemli ölçüde değiştirilmiş olduğunu ifade etmektedir (Carey, 2016: 3908; Seltene, 2018: 1). Sanayi devrimi ile hızlanan bu etki, insan faaliyetlerinin yeryüzündeki tüm ekosistemler ve doğal süreçler üzerindeki kapsamlı ve derin etkilerini vurgulamaktadır. Bu etkilerin oluşmasına sebep olan faaliyetler arasında nüfus artışı, ormansızlaşma, sanayileşme, plansız kentleşme, fosil yakıt tüketimi, genel tüketim artışı ve ekonomik büyüme gibi faktörler yer almaktadır (Appannagari, 2017: 154–159). Daha spesifik olarak ifade etmek gerekirse hem tüketimi hem de üretimi arttıran ekonomik büyüme, her geçen gün daha fazla çevresel tahribata neden olmaktadır (Krugman ve Obstfeld, 2009: 280).

Ekonomik büyüme, ülkelerin refah seviyelerini artırmak için önemli bir hedef olmakla birlikte, daha yüksek ekonomik faaliyet düzeyleri (üretim ve tüketim) daha fazla enerji ve malzeme girdisi gerektirmektedir ve daha fazla miktarda atık üretilmesine yol açmaktadır (Panayotou, 2000: 1). Örneğin, sanayi tesislerinde kullanılan enerji ve dağıtım araçları, büyük miktarda fosil yakıt gereksinimi doğurmaktadır. Nitekim 2019 yılında birincil enerji tüketiminin %84'ü kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan karşılanmıştır (Our World in Data, 2024). Ancak enerji üretimi ve kullanımı doğru yönetildiğinde bir yandan ekonomik büyümeye katkıda bulunurken diğer yandan da karbon salınımı makul ölçülerde tutabilen kritik bir etken olarak değerlendirilebilir. Örneğin, Fan vd. (2006), Çin'de ekonomik büyümeye rağmen karbon yoğunluğunun düşmesini enerji yoğunluğundaki azalma ile açıklamıştır. Andersson ve Karpestam (2013) ise enerji yoğunluğu ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile incelemiş ve uzun vadede sermaye birikiminin emisyonları artırdığını, ancak enerji verimliliğinin emisyonları azalttığını tespit etmiştir. Long vd. (2015), Çin'in Jiangsu eyaletinde karbon yoğunluğunu azaltmak için enerji yoğunluğu ve enerji tüketim yapısının kritik faktörler olduğunu vurgulamıştır.

Ekonomik büyüme uzunca zamandır akademik araştırmalara konu olmuştur. Söz konusu araştırmalara sıklıkla dâhil olan konulardan birisi de uluslararası ticarettir. Uluslararası ticaretin, iki yüzyılı aşkın bir süredir ekonomik düşüncenin merkezinde yer alan konulardan biri olduğu tartışmasız bir gerçektir. Bu konu, Adam Smith'in öncü çalışmasıyla başlayıp David Ricardo'nun önemli katkılarıyla devam etmiş ve ekonomistler tarafından genellikle serbest uluslararası ticaretin birçok ekonomik fayda sağladığı görüşü benimsenmiştir. Örneğin, daha verimli ülkelerle gerçekleştirilen ticaret bağlamında, karşılaştırmalı üstünlük kavramı kullanılarak, bir ülkenin tüm malların üretiminde

diğerinden daha verimli olması durumunda dahi iki ülkenin ticaretten karşılıklı kazanç sağlayabileceği gösterilmiştir. Buna ek olarak, uluslararası ticaretin, ülkelerin üretiminde yoğun şekilde kullanılan ve ulusal ölçekte bol bulunan kaynaklara dayalı malları ihraç etmelerine, buna karşılık, üretimi kıt kaynaklara dayalı malları ithal etmelerine imkân tanıdığı vurgulanmaktadır. Ayrıca uluslararası ticaretin ülkelerin daha dar bir ürün yelpazesi üzerinde uzmanlaşmalarına olanak sağlayarak büyük ölçekli üretimin getirdiği verimlilik avantajlarından yararlanmalarına da katkıda bulunduğuna dikkat çekilmektedir (Batabyal ve Beladi, 2001: 1). Geleneksel uluslararası iktisat teorisinde ortaya atılan karşılaştırmalı üstünlük kavramı üretim maliyetlerine dayandırılırken sonraki yeni teoriler de bu maliyet farklarının kaynağı hakkında açıklamalarda bulunulmuş ancak karşılaştırmalı üstünlük mantığı değişmemiştir. Geleneksel ve yeni uluslararası iktisat teorilerinde ortak olan bir diğer husus da uluslararası ticaretin artan iş bölümü ve uzmanlaşma ile verimliliği de arttıracığı görüşüdür. Teoride GSYH-KY geçmiyor olsa da temelde verimliliğe dair bir metrik sayılabileceğinden teorisinin bu anlamda test edilmesine de olanak sağlayacaktır. Ticaretin, bir ülkenin ekonomik büyümesine katkı sağlarken diğer yandan da ekonomik büyümeden kaynaklanan karbon yoğunluğunu artırdığına, kısaca çevre ve iklim üzerinde olumsuz etkilere yol açtığına ilişkin kanıtlar bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle ticaret arttıkça hem büyüme hem de kirlilik artmaktadır. Şöyle ki ticari faaliyetler sonucu üretilen sera gazı emisyonu, dünya genelindeki toplam sera gazı emisyonunun %20–30’unu oluşturmaktadır (Xu vd., 2021: 1). Dolayısıyla bu ilişki literatürde sıkça ele alınmıştır ve alınmaya devam etmektedir (bkz. Kuik ve Gerlagh, 2003; Managi, 2004; Wang ve Wang, 2021; Leitão, 2021). 1970’lerden sonra, uluslararası ticaret ve çevre ilişkisi bilimsel ve politik tartışmalara da konu olmuştur. Serbest ticaretin savunucuları, ticareti küresel refahı artıran bir araç olarak görmekte ve çevresel düzenlemelerin tarife dışı korumacı politikalar olarak kullanılma olasılığından endişe duymaktadır. Öte yandan, çevreciler daha serbest ticaretin, diğer tüm faktörler sabitken, çevresel kaynakların daha yoğun ve agresif bir şekilde sömürülmesine yol açarak olumsuz çevresel etkiler yaratabileceğini öne sürmektedir. Siyaset bilimciler ve bazı iktisatçılar ise serbest ticareti hem yoksul ülkelerde refah seviyesinin düşmesi hem de çevresel koşulların bozulmasıyla ilişkilendirmektedir (Lekakis, 1998: 1–2). Literatürdeki çoğu çalışma da uluslararası ticaretin ekonomik büyümeyi teşvik ettiğini ve karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir. Bu bulgular hem ampirik analizlerle (Meadows vd., 1972; Xepapadeas, 2004; Khan vd., 2020; Wiedmann ve Lenzen, 2018; Copeland ve Taylor, 2004) hem de teorik çalışmalarla (Göran Mäler ve Vincent,

2003; Najam vd., 2007; Krugman ve Obstfeld, 2009; Xu vd., 2021) desteklenmektedir. Dolayısıyla çevreye verilen zarar, ekonomik büyümenin sağlanması adına uluslararası ticaretin “mümkün olduğunca artırılmasının” önünde bir engel teşkil etmektedir. Ancak uluslararası ticaret, emisyon değerlerini mutlak olarak arttırsa da GSYH’nin birim başına karbon salınımını azaltıcı yönde etki gösterebilir.

Uluslararası ticaretin çevresel etkileri konusunda Grossman ve Krueger (1991), ticaret serbestleşmesinin çevre üzerindeki etkilerini analiz ederek Çevresel Kuznets Eğrisi’ni ortaya koymuştur. Bu hipoteze göre, düşük gelir seviyelerinde ekonomik büyüme çevre kirliliğini artırırken, yüksek gelir seviyelerinde bu ilişki tersine dönmektedir. Bu çalışma, ticaret–çevre ilişkisini anlamak için temel bir referans noktası haline gelmiştir. Kim (2011), ticaretin farklı gelişmişlik düzeylerine göre ekonomik büyüme ve yaşam standartları üzerindeki etkilerini incelemiş ve gelişmiş ülkelerde ticaretin olumlu etkiler yarattığını, ancak gelişmekte olan ülkelerde negatif etkilerin görüldüğünü tespit etmiştir. Bu bulgular, ticaretin etkisinin ülkelerin finansal gelişmişlik düzeyine bağlı olduğunu göstermektedir.

Ticaretin çevre üzerindeki etkilerine dair farklı görüşler de bulunmaktadır. Karşılaştırmalı üstünlük teorisine göre, ticaret ülkelerin kaynakları daha verimli kullanmasını sağlayarak israfı önler ve kaynak tasarrufunu teşvik eder. Harris’e (2004) göre ticaretin genişlemesi çevre üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak olumlu etkiler de yaratabilir. Ticaretin serbestleştirilmesi, bozucu etkilere sahip sübvansiyonların ve yanlış fiyatlandırma politikalarının kaldırılmasını içerebilir ve bu da kaynak tahsisinde verimliliği artırabilir (Harris, 2004: 8). Stevens (1993) ve Charnovitz’e (1994) göre ise ticaret hem olumlu hem olumsuz etkilere sahip olabilir. Buna göre ticaretin çevre üzerindeki etkileri doğrudan ve dolaylı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğrudan etkiler, taşımacılık sürecinden kaynaklanan enerji tüketimi, kirlilik ve tehlikeli madde sızıntısı gibi unsurları içerirken, dolaylı etkiler ise ticaretin ekonomik faaliyetleri artırarak üretim ve atık yönetimi süreçlerini değiştirmesiyle ortaya çıkmaktadır. Dolaylı etkiler de ürün, ölçek ve yapısal olmak üzere üçe ayrılır (Stevens, 1993: 443–445; Charnovitz, 1994: 462–463) ve ticaretin çevre üzerindeki net etkisi tüm bu faktörlerin bileşimiyle ölçülmektedir.

Küreselleşme, piyasaları daha rekabetçi hale getirerek üretkenliği artırma potansiyeli taşımaktadır (Mishkin, 2009: 188). Ancak, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, düşük karbon emisyonuna ve enerji tasarrufu sağlayan teknolojilere dayalı bir üretim yapısına yönelim veya bu alanda bir uzmanlaşma yeterince gerçekleşmemiştir. Başka bir ifadeyle yeşil üretim teknikleri henüz yaygınlaşmamıştır. Dolayısıyla çevre politikalarının yetersiz olduğu bu tip ülkelerde, küreselleşmenin, yenilenemeyen kaynakların

dış ticareti aracılığıyla, çevresel kirliliğin sınırlar ötesine taşınmasını ve yaygınlaşmasını hızlandırabileceği söylenebilir (Le ve Ozturk, 2020: 22681–22692). Bu görüşe paralel olarak Adebayo (2025), ticari küreselleşmenin iki yönlü bir etkisinin olduğunu; bir yandan teknoloji transferini ve sürdürülebilir uygulamaları teşvik edebilirken, diğer yandan sorumlu bir şekilde yönetilmediği takdirde, artan tüketim ve çevresel dışsallıklar yoluyla, çevresel bozulmayı derinleştirebileceğini belirtmektedir. Kartal ve Pata (2023) ise ticari küreselleşmenin çevresel etkisinin, her ülkenin dış ticaret yasalarına ve yönetmeliklerine bağlı olduğunu öne sürmektedir. Buna göre bir ülke, dış dünya için bir kirlilik cenneti olarak üretim yapıyorsa, ticari küreselleşme söz konusu ülkenin karbondioksit emisyonlarını ve ekolojik ayak izini artırabilir. Yeşil ticari açıklığın ise uzun vadede yapısal dönüşümlerle birlikte karbondioksit emisyonlarında azalışa yol açması beklenebilir.

Ekonomi literatüründe ticaret ile çevre arasındaki ilişki uzun süredir tartışılmakta olup, bu konuda geniş bir kuramsal ve ampirik birikim mevcuttur. Buna karşın, ticari küreselleşmenin çevresel etkilerine odaklanan ampirik çalışmalar sınırlı sayıda ve mevcut bulgular da farklılık göstermektedir. Bu nedenle, uluslararası ticarete olduğu gibi, ticari küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisine ilişkin genel geçer ve net bir yargıya varmak mümkün değildir. Awosusi vd. (2022), Uruguay’da doğal kaynakların, ekonomik büyümenin, finansal gelişmenin ve ticari küreselleşmesinin karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, ticari küreselleşmenin ekonomide büyümeyi teşvik ederken, çevre üzerindeki etkisinin olumsuz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Dolayısıyla çalışmada, uluslararası ticarete yönelik politikaların yeniden değerlendirilmesi ve yoğun kirleticiler malların ihracatına getirilen kısıtlamaların güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Ticari küreselleşmenin çevresel etkilerini ele alan bir diğer çalışma ise Murshed vd. (2022) tarafından Arjantin özelinde sektörel bazda gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak ticari küreselleşmenin, çalışmada ele alınan ekonomik sektörlerin hemen hemen hepsinde karbondioksit emisyonlarını artırdığı tespit edilmiştir. Kartal ve Pata (2023) da Çin kapsamında yaptıkları çalışmada ticari küreselleşmenin karbondioksit emisyonlarında artışa sebep olduğunu saptamıştır. Bununla birlikte Ahmed ve Le’nin (2021) ASEAN–6 ülkelerini kapsayan çalışmalarında, ticari küreselleşmenin karbondioksit emisyonlarını azaltarak çevresel kaliteyi iyileştirdiği yönünde bir sonuca ulaşılmıştır. Özetle, ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve uluslararası ticaret ilişkisi, iktisat literatüründe sıkça ele alınan konulardandır ve özellikle 1970’lerden itibaren çevre sorunlarının küresel bir mesele haline gelmesiyle birlikte iktisat literatüründe giderek daha önemli bir yer

tutmaktadır. Bu üç boyut genellikle ikili kombinasyonlar halinde incelenmiştir: (i) ekonomik büyüme ve uluslararası ticaret, (ii) ekonomik büyüme ve karbon emisyonları, (iii) uluslararası ticaret ve karbon emisyonları. Ancak, GSYH ve karbon emisyonunu uluslararası ticaretle birlikte analiz eden çalışmalar sınırlıdır. Bununla birlikte günümüzde, ulusal ve uluslararası kuruluşların istatistiksel veri tabanlarındaki kapasite artışı, daha spesifik değişkenlerin tanımlanması ve verilere erişimin kolaylaşması, söz konusu ilişkinin daha ayrıntılı ve özel açılardan incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma, söz konusu üç konuyu tek bir çerçevede birleştirerek, yani, ekonomik büyüme, uluslararası ticaret ve karbon emisyonları arasındaki ilişkileri daha bütüncül bir şekilde ele alarak literatüre katkı sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca literatürden farklı olarak emisyon değerlerinin mutlak seviyesi değil verimlilik unsuru olabilecek birim GSYH başına salınan emisyon değeri olarak analize dahil edilmiştir. Bu kapsamda GSYH-KY, yeşil ticari açıklık, ticari küreselleşme ve sanayi katma değeri değişkenleri arasında nedensel bir ilişki olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi uygulanmıştır. Değişkenler arasında nedensel bir ilişkinin tespit edilmesi durumunda GSYH, ticari açıklık ve karbon emisyonu gibi geleneksel değişkenler yerine, daha amaca uygun ve spesifik değişkenlerin literatürde regresyon analizlerinde daha çok kullanılmasının teşvik edilebileceği düşünülmektedir.

3. Veri Seti ve Değişkenler

Çalışmanın bağımlı değişkeni, karbon emisyonunun GSYH içerisindeki payını ifade eden “GSYH’nin karbon yoğunluğu (GKY)” olmak üzere GKY’yi etkilediği düşünülen uluslararası ticaretle ilgili birtakım yeni göstergeler de bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Tablo 1’de söz konusu bağımlı ve bağımsız değişkenler listelenmiştir.

GKY değişkeni, Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiş olup “*karbondioksitin tarım, enerji, atık ve sanayi sektörlerinden kaynaklanan yıllık emisyonlarının, tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı hariç, sabit 2015 ABD doları cinsinden GSYH’ye bölünmesiyle elde edilen değerini*” ifade etmektedir (Dünya Bankası, 2025b). Kısacası GKY, GSYH gibi genel ve kapsamlı bir ölçüte bağlı olarak ortaya çıkan karbondioksit emisyonlarını temsil etmektedir. Bu çalışmada GKY değişkeni, verimliliğin genel bir ölçütü olarak ele alınmıştır. Söz konusu gösterge enerji verimliliği, teknolojik gelişmeler ve ekonomik yapının dönüşümü gibi çok sayıda bileşeni içerisinde barındırmaktadır. Ancak modelde yalnızca GKY değişkenine yer verilmiş olup, bu göstergenin altında yatan bileşenler ayrıştırılmamıştır. Çünkü GKY’nin makro düzeyde ve politikayla daha kolay ilişkilendirilebilir

Tablo 1: Veri Seti ve Değişkenler

	Değişkenler	Değişkenlerin Kısaltmaları	Veri Setinin Elde Edildiği Kaynak
Bağımlı Değişken	Gayrisafi Yurt İçi Hasılanın Karbon Yoğunluğu	GKY	Dünya Bankası
Bağımsız Değişkenler	Yeşil Ticari Açıklık	YTA	Uluslararası Para Fonu
	Ticari Küreselleşme	TKR	Zürih Federal Teknoloji Enstitüsü Ekonomik Araştırma Merkezi (ETHZ–KOF)
	Sanayi Katma Değeri	SAN	Dünya Bankası

bir gösterge olduğu düşünülmektedir. Nitekim çalışmanın amacı ticari küreselleşme ve yeşil ticari açıklığın, verimlilik göstergesi ile makro düzeydeki nedensellik ilişkisini ortaya koymaktır. GKY bağımlı değişken olmak üzere YTA ve TKR ana problemimize dair bağımsız değişkenlerimizdir. SAN ise GSYH’yi yakından ilgilendiren bir unsurdur ve kontrol değişkeni olarak eklenmiştir.

Yeşil ticari açıklık (YTA), Can vd., (2022a) tarafından geliştirilmiş nispeten yeni bir kavramdır. Yeşil ticari açıklık, OECD tarafından derlenen CLEG listesine (Combined List of Environmental Goods–Çevresel Malların Birleşik Listesi) dayanmaktadır. CLEG listesi 248 mal içermektedir. Sonrasında OECD daha sadeleştirilmiş ve 40 mal içeren CLEG+ listesini yayımlamıştır (Can vd., 2022a). CLEG listesindeki sınıflandırmaya göre de çeşitli kuruluşlar farklı alanlara yönelik veri setleri hazırlamaktadır. Çalışmada YTA verilerinin alındığı kaynak olan Uluslararası Para Fonu (IMF) ise verileri, Birleşmiş Milletler’in Comtrade veri tabanından alarak derlemektedir. Uluslararası Para Fonu çevresel malları hem çevre korumaya bağlı mallar hem de daha çevre dostu veya “daha temiz” olacak şekilde uyarlanmış mallar olarak tanımlamaktadır (IMF, 2021). Analiz için YTA değişkeninin seçilme nedeni, çevre dostu malların ticaretini temsil etmesidir. Böylece, ekonomik büyüme, uluslararası ticaret ve çevre ilişkisinin incelenmesinde daha spesifik bir değişken kullanılmış olacaktır.

Ticari açıklık bir ülkenin toplam ticaretinin GSYH’ye oranı olarak tanımlanır ve çeşitli konularda ülkeler arası araştırmalar için rutin olarak kullanılan kullanışlı bir değişkeni temsil eder (Fujii, 2019: 1). Çalışmada kullandığımız ticari küreselleşme (TKR) ise ticari açıklığın yanı sıra tarifeler ve vergiler gibi ticaret kısıtlamalarını ve ticari anlaşmaların sayısını da içermektedir (Gygli vd., 2019: 545). Ticari küreselleşme esasında finansal küreselleşme ile birlikte ekonomik küreselleşme düzeyinin alt kalemidir. Yani, ekonomik küreselleşme, ticari ve finansal küreselleşme düzeylerinin toplamıyla elde edilmektedir. Ticari küreselleşme düzeyinin alt kalemleri ise; mal ve hizmet ticareti, ticaret ortağı çeşitliliği, ticaret düzenlemeleri, ticaret vergileri, tarifeler ve ticaret anlaşmalarıdır (ETHZ–KOF,

2025). Çalışmamızda bir bütün olarak ticari küreselleşmenin GKY ile olan nedensel ilişkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Çünkü ticari küreselleşme, ticaretin fiili ve hukuki bileşenlerini içerdiğinden, ticaretin genel çevresel etkilerini anlamak için daha kullanışlı bir göstergedir (Ahmed ve Le, 2021: 8772). Dolayısıyla uluslararası ticaret–GKY arasındaki nedensellik ilişkisini daha kapsamlı bir şekilde yansıtabileceği düşünülmektedir. TKR değişkeni Zürih Federal Teknoloji Enstitüsü Ekonomik Araştırma Merkezi (ETHZ–KOF) veri tabanından elde edilmiştir.

Sanayi katma değeri (SAN), madencilik, imalat, inşaat, elektrik, su ve gazda katma değeri kapsamaktadır ve Dünya Bankası veri tabanından GSYH’nin yüzdesi olarak alınmıştır. Katma değer, üretimde tüketilen ara mal ve hizmetlerin değerinden, üretimde sabit sermaye tüketimi hesaba katılmadan önce, üreticilerin brüt çıktısının değeri çıkarılarak hesaplanır. Daha basit bir ifadeyle, katma değer, bir sektörün tüm çıktılarının toplanıp ara girdileri çıkarıldıktan sonra elde edilen net çıktısıdır. Sanayi katma değeri, üretilen varlıkların amortismanı veya doğal kaynakların tükenmesi ve bozulması için kesintiler yapılmadan hesaplanır (Dünya Bankası, 2025b). SAN, GSYH ile yakından ilişkili bir değişkendir ve kontrol değişkeni olarak analize eklenmiştir.

Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler, GKY’ye etkisi olduğu düşünülen ve uluslararası ticaretle ilgili olan yapısal unsurlardır. Değişkenlere yapısal özellik kazandıran husus oransal değerlerin kullanılmasıdır. Çalışma için 27 AB ülkesinin veri setleri incelenmiş ve Bulgaristan, çalışmanın değişkenlerine ilişkin çok fazla eksik veri içerdiği için elenmiştir. Nihai olarak 26 AB üyesi ülke ve Türkiye’nin 1995–2020 yıllarına ait ilgili verileri analize tabi tutulmuştur. Bağımlı değişken olan GKY’nin kullanılmasıyla GSYH’ye bağlı olarak ortaya çıkan karbon yoğunluğu tek bir değişkende, bileşik bir gösterge olarak ele alınabilmektedir. Çalışmanın bağımsız değişkenleri ise nispeten yeni olan ve ekonomik büyüme–uluslararası ticaret–çevre literatüründe kullanılabileceği düşünülen göstergelerdir.

Çalışma, 26 AB ülkesi ile Türkiye’yi kapsamaktadır. Söz konusu ülkelere ait veri setleri için tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

	lnGKY	lnYTA	lnTKR	lnSAN
Ortalama	3.517	6.038	8.899	7.767
Medyan	3.480	5.986	8.935	7.821
Std. Sapma	0,594	0,588	0,141	0,254
Çarpıklık	0,219	0,176	-0,961	-0,966
Basıklık	3.000	2.811	3.573	4.111
Olasılık Değeri	0,061	0,096	0,000	0,000
Gözlem	702	702	702	702
lnGKY	1	0,124	-0,286	0,445
lnYTA	0,124	1	0,494	0,328
lnTKR	-0,286	0,494	1	-0,225
lnSAN	0,445	0,328	-0,225	1

Buna göre 702’şer gözlemin bulunduğu veri setlerinde YTA ve SAN, GKY ile pozitif korelasyona sahipken TKR negatif korelasyona sahiptir. Bu sonuçlar değişkenler arasında genel bir ilişki ortaya koyuyor olmasına rağmen çalışmanın temel problemi bu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak olduğundan sonraki bölümlerde farklı yöntemler uygulanmıştır.

4. Metodoloji

Yeşil ticari açıklığın, ticari küreselleşmenin ve sanayi katma değerinin GKY ile olan nedensellik ilişkisi AB ülkeleri ve Türkiye üzerinde test edilmiştir. Analizde kullanılan veri seti öncelikle homojenlik, yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testlerine tabi tutulmuştur. Bu ön testlerden sonra, seriler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespit edilmesi amacıyla Dumitrescu ve Hurlin’in (2012) panel nedensellik testi uygulanmıştır.

4.1. Homojenlik Testi

Homojenlik testi ile serilerin eğim katsayılarının benzer bir dağılıma sahip olup olmadığı test edilir. Homojenlik testi olarak, hem kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu durumlarda hem de tam tersi durumlarda doğru sonuçlar verebileceği için Pesaran ve Yamagata (2008) testi kullanılmıştır. Test, bireysel kesit birimleri için regresyon standart hataları, sıradan en küçük kareler tahmincisi yerine havuzlanmış sabit etkiler kullanılarak hesaplanmaktadır. Testin boş hipotezinde (H_0) eğim katsayıları, yatay kesit birimleri boyunca homojen, alternatif hipotezinde ise heterojendir (Pesaran ve Yamagata, 2008; Bersvendsen ve Ditzén, 2020: 3). Teste ait eşitlik şu şekildedir:

$$\bar{A} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N \left(\frac{\bar{a}_i - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (1)$$

burada $i=1, \dots, N$ yatay kesit boyutunu ve $t=1, \dots, T$ zaman boyutunu temsil eder. Test, Swamy’nin eğim homojenlik testinin standartlaştırılmış bir versiyonudur ve hem kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu hem de tersi ($N>T$; $N<T$) durumda doğru sonuçlar verebilen bir yöntemdir. Homojenlik testinin sıfır hipotezi “ H_0 : Eğim katsayıları homojendir” şeklindedir.

4.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Yatay kesit bağımlılığı testi, seriler arasında kısa dönemli bir ilişki olup olmadığının belirlenmesi için uygulanmaktadır. Serilerdeki yatay kesit bağımlılığı; Breusch–Pagan LM, Pesaran Scaled LM ve Pesaran CD testleri olmak üzere üç farklı test ile analiz edilecektir. Breusch–Pagan LM testi, Lagrange Çarpımı (LM) test istatistiğini temel alarak yatay kesitler arasında bir bağımlılığın olup olmadığını test etmektedir. Söz konusu teste ilişkin eşitlik ise şu şekildedir (De Hoyos ve Sarafidis, 2006: 485):

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \quad (2)$$

burada $i=1, \dots, N$ kesit boyutlarını ve $t=1, \dots, T$ zaman boyutunu temsil etmektedir.

Pesaran (2004), yatay kesit sayısının fazla olduğu durumlarda Breusch–Pagan LM testinin elverişli olmadığını öne sürerek söz konusu testi ölçeklendirmiş; büyük N ve büyük T durumlarında da güvenilir sonuçlar verebilen Scaled LM testini önermiştir. Pesaran Scaled LM testine ilişkin eşitlik 4 numaralı denklemde gösterilmiştir:

$$CD_{lm} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{p}_{ij}^2 - 1) \quad (3)$$

Ancak bununla birlikte CD_{lm} testinde büyük N ve küçük T durumunda bozulmalar olması muhtemeldir. Dolayısıyla Pesaran (2004), Scaled LM testindeki boyut problemlerini ortadan kaldırmak için CD testini önermiştir (Pesaran, 2004: 5; Baltagi vd., 2012: 8). Teste ilişkin denklem ise şu şekildedir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij} \right) \quad (4)$$

4.3. Birim Kök Testi

Serilerin hangi seviyede durağan olduğunu belirlemek için birim kök testi uygulanmaktadır. Serilerde yatay kesit bağımlılığı olduğundan 2. nesil birim kök testlerinden biri olan Pesaran CIPS birim kök testi uygulanacaktır. Pesaran (2007), standart artırılmış Dickey–Fuller (ADF) regresyonlarının, gecikmeli seviyelerin kesitsel ortalamaları ve CIPS testi ile bireysel serilerin birinci farkları ile arttırıldığı bir alternatif önermektedir. Bu test ile hem bireysel kesitsel olarak artırılmış ADF (CADF) istatistikleri hem de bunların basit ortalamaları için yeni asimptotik sonuçlar elde edilmektedir (Pesaran, 2007: 265). Test istatistiği şu şekildedir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (5)$$

burada $t_i(N, T)$, CADF regresyonunda, $y_{i,t-1}$ katsayısının t oranı ile verilen i. yatay kesit birimi için CADF istatistiğini ifade etmektedir.

4.4. Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik Testi

Granger (1969) tarafından önerilen geleneksel nedensellik testi, belirli bir değişkenin diğer bir değişkeni panelin tamamında nedensel olarak etkileyip etkilemediğini sınamaktadır. Buna göre X_t ve Y_t 'nin sıfır ortalamaya sahip durağan zaman serileri olduğu varsayılırsa Granger nedenselliğinin test istatistiği şu şekildedir:

$$\begin{aligned} X_t &= \sum_{j=1}^m a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \\ Y_t &= \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \eta_t \end{aligned} \quad (6)$$

Burada ε_t ve η_t birbiriyle düşük korelasyona sahip iki beyaz gürültü (white-noise) serisi olarak alınmaktadır ($E[\varepsilon_t \varepsilon_s] = 0 = E[\eta_t \eta_s]$, $s \neq t$, ve tüm t ve s 'lerde $E[\varepsilon_t \varepsilon_s] = 0$). Ayrıca m , pratikte sonsuza eşit olabilse de mevcut verinin sonlu uzunluğu nedeniyle veri zaman diliminden daha kısa ve sonlu olarak ele alınmaktadır. Yukarıdaki eşitlikte verilen nedensellik tanımı, bazı b_j katsayılarının sıfırdan farklı olması durumunda, Y_t 'nin X_t 'ye neden olduğunu ifade

etmektedir. Benzer şekilde, eğer bazı c_j katsayıları sıfırdan farklıysa, X_t 'nin Y_t 'ye neden olduğu anlamına gelmektedir. Eğer bu iki durum da aynı anda gerçekleşirse, X_t ve Y_t arasında bir geri besleme (feedback) ilişkisi olduğu kabul edilir (Granger, 1969, s. 431).

Ekonomik konularda, bir ülkede veya bireyde var olan nedensel bir ilişkinin diğer ülkelerde veya bireylerde de geçerli olması muhtemeldir. Ancak kesitsel bilginin kullanımı, nedensel ilişkinin tanımında bireyler arasındaki heterojenliğin dikkate alınmasını gerektirir. Granger nedensellik yaklaşımı, oldukça güçlü bir sıfır hipotezine dayanmakta ve paneldeki heterojenliği göz ardı etmektedir. Dolayısıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012), heterojen panel veri modelleri için hem nedensel ilişkilerin hem de regresyon modelinin heterojenliğini dikkate alan basit bir Granger nedensellik testi önermişlerdir. Önerilen test, bu bağlamdaki iki temel heterojenlik boyutunu dikkate almaktadır: nedensel ilişkilerin heterojenliği ve Granger nedenselliğini test etmek için kullanılan regresyon modelinin heterojenliği. Böylece, farklı birimlerde farklı nedensellik ilişkilerinin varlığı göz önünde bulundurularak daha esnek ve gerçekçi bir test yaklaşımı sunmaktadır (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1450). Önerilen test istatistiği, Granger nedensellik hipotezine dayalı bireysel Wald istatistiklerinin kesitler arasında ortalamasına dayanmaktadır ve şu şekilde gösterilmektedir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1456):

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

burada $x_{i,t}$ ve $y_{i,t}$, i için dönem t'de gözlemlenen iki durağan değişkeni temsil etmektedir. Modelde, katsayıların bireyler arasında farklılık gösterebileceği ancak zaman içinde sabit kaldığı varsayılmaktadır. Test, herhangi bir özel panel tahmini gerektirmemektedir ve dengesiz ve farklı gecikme uzunluklarına sahip panellerde de uygulanabilmektedir. Zira veri seti dengesiz olduğunda veya gecikme uzunluğu bireyler arasında farklı olduğunda testin asimptotik özellikleri önemli ölçüde değişmemektedir. Testin sıfır hipotezine göre hiçbir kesitte nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1456; Lopez ve Weber, 2017: 973).

5. Analiz Bulguları

Tablo 3'te homojenlik testi bulguları yer almaktadır. Homojenlik testi olarak, hem yatay kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğunda, hem de tersi durumlarda doğru sonuç verebildiği için Pesaran ve Yamagata'ya (2008) ait test kullanılmıştır.

Tablo 3: Pesaran ve Yamagata (2008) Homojenlik Testi

	Delta	p-değeri
	25.555	0,000*
adj	28.435	0,000*

Not: **%1 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Homojenlik testinin boş hipotezi “ H_0 : Eğim katsayıları homojendir” şeklindedir. Yapılan test sonucunda $p < 0,05$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilmiştir. Sonuç olarak eğim katsayılarının heterojen olduğu anlaşılmıştır.

Homojenlik testinin ardından serilere yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı üç farklı test ile sınanmış ve her bir testte “ H_0 : Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı yoktur” boş hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Test	İstatistik	p-değeri
Breusch-Pagan LM	4393.688	0,000*
Pesaran scaled LM	152.581	0,000*
Pesaran CD	50.001	0,000*

Not: **%1 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Serilerde yatay kesit bağımlılığı bulunduğu için 2. nesil birim kök testlerinden Pesaran CIPS birim kök testi, seride trend bulunduğu için trendli olarak uygulanmıştır ve Tablo 5’te test sonuçlarına yer verilmiştir.

Birim kök testi sonuçlarına göre TKR dışındaki hiçbir değişken için “ H_0 : Seri birim kök içermektedir” hipotezi düzeyde reddedilememektedir. Bu da GKY, YTA ve SAN değişkenlerinin birim kök içerdiğini ve durağan olmadığını göstermektedir. Söz konusu değişkenlerin her birinin farkı alınarak tekrar birim kök testine tabi tutulmuştur. Sonuçta değişkenler birinci farklarında $I(1)$ durağan hale gelmiştir.

Yeşil ticari açıklık, ticari küreselleşme ve sanayi katma değerinin GKY’nin nedeni olup olmadığının tespit edilebilmesi amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) testi uygulanmıştır. Test için seçilen gecikme uzunluğu (Lag), Akaike, Schwarz ve Hannan–Quinn bilgi kriteri (AIC, SC ve HQ) ölçütlerine göre belirlenmiştir (Tablo 6).

Testin sonucuna göre tüm değişkenler için “ H_0 : Nedensellik ilişkisi yoktur” hipotezi her iki yönde de reddedilmiştir. Buna göre değişkenlerin hepsi GKY’ye neden olan unsurlardandır. Aynı zamanda GKY’nin de YTA, TKR ve SAN değişkenlerinin nedeni olduğu tespit edilmiştir. Üretim ve dağıtım faaliyetleri ile yakından ilişkili olan bu değişkenlerin doğrudan ve dolaylı olarak birbirlerine neden olmaları beklenen bir sonuçtur. Dolayısıyla söz konusu sonuçlar, teorik ve ampirik olarak da anlamlıdır. Elde edilen bulgular sayesinde bu değişkenlerin ekonometrik modellerde kullanılabilirliği araştırma sorumuzun kullanılan yöntemler kapsamında cevaplandırıldığı görülmüştür.

6. Sonuç ve Öneriler

Ekonomik büyüme, uluslararası ticaret ve çevre arasındaki ilişkiler, özellikle 1970’lerden itibaren, çevre sorunlarının küresel bir mesele haline gelmesiyle birlikte iktisat literatüründe önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu üç boyut çoğunlukla ikili ilişkiler çerçevesinde incelenmiştir: (i) ekonomik büyüme ve uluslararası ticaret, (ii) ekonomik büyüme ve karbon emisyonları, (iii) uluslararası ticaret ve karbon emisyonları. Bu çalışma, söz konusu üç boyutu tek bir analitik çerçevede birleştirerek GSYH, karbon emisyonu, ticari açıklık gibi geleneksel değişkenler yerine kullanılabilecek daha spesifik değişkenlerin kullanımı yönünde literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda, GSYH-KY bağımlı değişken olmak üzere, yeşil ticari açıklık, ticari küreselleşme ve sanayi katma değeri bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenebilmesi amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından önerilen ve Granger nedensellik testini heterojen dağılıma sahip panel veriler için uygun hale getiren panel nedensellik testi uygulanmıştır. Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi sonuçları, incelenen tüm değişkenlerin GSYH-KY ile istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi içinde olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, yeşil ticari açıklık, ticari küreselleşme ve sanayi katma değeri değişkenlerinin GSYH-KY’nin belirleyicileri arasında yer aldığı söylenebilir. Ayrıca, GSYH-KY’nin de söz konusu üç değişken üzerinde nedensel bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5: Birim Kök Testi (Pesaran CIPS)

Değişken	Düzy		Fark Değer		Durağanlık Seviyeleri
	Zt-bar	p-değeri	Zt-bar	p-değeri	
lnGKY	0,127	0,551	-14.574	0,000*	I(1)
lnYTA	0,784	0,783	-11.943	0,000*	I(1)
lnTKR	-1.468	0,071***	-	-	I(0)
lnSAN	0,225	0,589	-12.488	0,000*	I(1)

Not: * ve *** sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Tablo 6: Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik Testi (Lag 1)

Nedensellik Yönü	W-İstatistiği	Zbar-İstatistiği	Olasılık Değeri	$H_0 \neq 0$
lnYTA → lnGKY	2.677	4.876	0,000*	Nedenidir (H_0 ret)
lnGKY → lnYTA	2.893	5.546	0,000*	Nedenidir (H_0 ret)
lnTKR → lnGKY	1.708	1.879	0,060***	Nedenidir (H_0 ret)
lnGKY → lnTKR	2.233	3.504	0,001*	Nedenidir (H_0 ret)
lnSAN → lnGKY	1.681	1.797	0,072***	Nedenidir (H_0 ret)
lnGKY → lnSAN	2.400	4.017	0,000*	Nedenidir (H_0 ret)

Not: * ve *** sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Elde edilen bulgular, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü doğrudan göstermemekle birlikte birbirlerinin nedenleri olduğunu göstermektedir. Böylece ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve uluslararası ticaret bağlamında teorik ve ampirik kanıtlarla kurulan ilişkilerin (bkz. Meadows vd., 1972; Xepapadeas, 2004; Khan vd., 2020; Wiedmann ve Lenzen, 2018; Copeland ve Taylor, 2004; Göran Mäler ve Vincent, 2003; Najam vd., 2007; Krugman ve Obstfeld, 2009; Xu vd., 2021), geleneksel değişkenlerden bağımsız olarak da geçerliliğinin doğrulandığı görülmektedir. Bir başka ifadeyle, literatürde sıklıkla kullanılan GSYH, ticari açıklık, karbon emisyonu vb. geleneksel değişkenler gibi, konuya ilişkin yeni ve spesifik değişkenler de teorideki bağlantıyı doğrulamaktadır. Dolayısıyla GSYH-KY, yeşil ticari açıklık ve ticari küreselleşmenin, ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve uluslararası ticaret ilişkilerini inceleyen ampirik çalışmalarda, özellikle de regresyon analizlerinde dikkate alınması gereken değişkenler olduğu söylenebilir. Çünkü söz konusu değişkenlerin, konuyla ilgili olarak daha spesifik araştırmalar yapılabilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Özellikle uluslararası ticaretin verimliliği artıracığı yönündeki hâkim iktisadi görüşün çevresel faktörler açısından da test edilmesi bu çalışmada kullanılan değişkenler ile gerçekleştirilebilecektir.

Yazarlık Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarımı: Binici Ertan, İ., Şarkgüneşi, A., Veri Toplama: Binici Ertan, İ., Şarkgüneşi, A., Veri Analizi Yorumlama: Binici Ertan, İ., Şarkgüneşi, A., Yazı Taslağı: Binici Ertan, İ., Şarkgüneşi, A., İçeriğin Eleştirel İncelemesi: Şarkgüneşi, A., Son Onay ve Sorumluluk: Malzeme ve teknik Destek: Yapay Zeka Kullanım Beyanı: Veri Paylaşım Beyanı:

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Kaynaklar

- Abbasi, K. R., Kirikkaleli, D. ve Altuntaş, D. (2022). Carbon dioxide intensity of GDP and environmental degradation in an emerging country. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 84451–84459. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21679-9>
- Abbasi, K. R., Oyeibanji, M. O. ve Kirikkaleli, D. (2023). CO2 intensity of GDP, energy productivity and environmental degradation in Iceland: evidence from novel fourier based estimators. *Energy Sources*, 18(1). <https://doi.org/10.1080/15567249.2023.2214906>
- Adebayo, T. S. (2025). Transforming environmental quality: examining the role of green production processes and trade globalization through a Kernel Regularized Quantile Regression approach. *Journal of Cleaner Production*, 501. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145232>
- Ahmed, Z. ve Le, H. P. (2021). Linking information communication technology, trade globalization index, and CO₂ emissions: evidence from advanced panel techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 8770–8781. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11205-0>
- Ali, M., Kirikkaleli, D. ve Altuntaş, M. (2024). The nexus between CO2 intensity of GDP and environmental degradation in South European countries. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 11089–11100. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03217-w>
- Almuhim, A. A., Qamruzzaman, M. ve Aljughaiman, A. A. (2025). The influence of green trade openness, natural resources rent, institutional quality, and R&D investment on environmental sustainability in the OECD: testing the EKC and LCC hypotheses. *Frontiers in Environmental Sciences*, 13. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1572439>
- Andersson, F. N. G. ve Karpestam, P. (2013). CO₂ emissions and economic activity: short- and long-run economic determinants of scale, energy intensity and carbon intensity. *Energy Policy*, 61(2013), 1285–1294. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.004>
- Appannagari, R. R. (2017). Environmental pollution and consequences: a study. *North Asian International Research Journal of Social Science and Humanities*, 3(8), 151–161. <https://www.researchgate.net/publication/323944189>
- Awosusi, A. A., Xulu, N. G., Ahmadi, M., Rjoub, H., Altuntaş, M., Uhumamure, S. E., Akadiri, S. S. ve Kirikkaleli, D. (2022). The sustainable environment in Uruguay: the roles of financial development, natural resources, and trade globalization. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.875577>
- Baltagi, B., Feng, Q. ve Kao, C. (2012). A Lagrange multiplier test for cross-sectional dependence in a fixed effects panel data model. *Center for Policy Research Working Paper*, no. 137. DOI:10.1016/j.jeconom.2012.04.004
- Batabyal, A. A., ve Beladi, H. (2001). Introduction and overview. In A. A. Batabyal ve H. Beladi (Eds.), *The economics of international trade and the environment* (s. 1–23) içinde. CRC Press.
- Bersvendsen, T., ve Ditzén, J. (2020). *xthst: Testing for slope homogeneity in Stata* (The Stata Journal Working Paper No. 112904).
- Bilgili, F., Ulucak, R., Koçak, E. ve İlkay, S. Ç. (2019). Does globalization matter for environmental sustainability? Empirical investigation for Turkey by Markov regime switching models. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 1087–1100. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06996-w>
- Can, M., Ben Jebli, M. ve Brusselsaers, J. (2022a). Can green trade save the environment? Introducing the green (trade) openness index. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022(29), 44091–44102. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18920-w>

- Can, B., Ahmed, Z., Ahmad, M. ve Can, M. (2022b). Do renewable energy consumption and green trade openness matter for human well-being? Empirical evidence from European Union countries. *Social Indicators Research*, 164, 1043–1059.
- Carey, J. (2016). Are we in the “anthropocene”? *PNAS*, 113(15), 3908–3909. <https://doi.org/10.1073/pnas.1603152113>
- Carson, R. (1962). *Silent spring*, Boston.
- Charnovitz, S. (1994). Free trade, fair trade, green trade: defogging the debate. *Cornell International Law Journal*, 27(3), 459–525. <https://scholarship.law.cornell.edu/cilj/vol27/iss3/2>
- Copeland, B. R. ve Taylor, M. S. (2004). Trade, growth and the environment. *Journal of Economic Literature*, XLII, 7–71. <https://www.jstor.org/stable/3217036>
- De Hoyos, R. E. ve Sarafidis, V. (2006). Testing for cross-sectional dependence in panel-data models, *The Stata Journal*, 6(4), 482–496.
- Dumitrescu, E.-I. ve Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels, *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>
- Dünya Bankası. (2025a). Economy: overview. <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/themes/economy.html> adresinden 19 Şubat 2025 tarihinde alınmıştır.
- Dünya Bankası. (2025b). World development indicators. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden 20 Şubat 2025 tarihinde alınmıştır.
- Erkman, S. (1997). Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production*, 5(1–2), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(97\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(97)00003-6)
- Fan, Y., Liu, L.-C., Wu, G., Tsai, H.-T. ve Wei, Y.-M. (2006). Changes in carbon intensity in China: empirical findings from 1980–2003. *Ecological Economics*, 62(2007), 683–691. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.08.016>
- Fankhauser, S. ve Jotzo, F. (2017). Economic growth and development with low-carbon energy. *EEG State-of-Knowledge Paper Series* No: Climate Theme. DOI: 10.1002/wcc.495
- Fujii, E. (2019). What does trade openness measure? *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 81(4), 868–888. <https://doi.org/10.1111/obes.12275>
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*, London. <https://www.jstor.org/stable/4224243>
- Göran Mäler, K. ve Vincent, J. R. (2003). *Handbook of environmental economics: environmental degradation and institutional responses*, North Holland.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Granger, C. W. J. (1980). Testing for causality: a personal viewpoint. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2(1980), 329–352. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(80\)90069-X](https://doi.org/10.1016/0165-1889(80)90069-X)
- Granger, C. W. J. (2003). Some aspects of causal relationship. *Journal of Econometrics*, 112(2003), 69–71. DOI:10.1016/S0304-4076(02)00148-3
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a north free trade agreement. *NBER Working Paper Series* No. 3914.
- Gygli, S., Haelg, F., Potrafke, N. ve Sturm, J.-E. (2019). The KOF globalisation index–revisited. *The Review of International Organizations*, 2019(14), 543–574. <https://doi.org/10.1007/s11558-019-09344-2>
- Harris, J. M. (2004). Trade and the environment, *Tufts University Global Development and Environment Institute*.
- International Monetary Fund [IMF] (2021). Trade in environmental goods. *Environmental Goods Trade Indicators Methodology*, IMF Statistics.
- Iyer, E. S. ve Walker Reczek, R. (2017). The intersection of sustainability, marketing, and public policy: introduction to the special section on sustainability. *Journal of Public Policy and Marketing*, 36(2), 246–254. <https://doi.org/10.1509/jppm.36.250>
- Kartal, M. T. ve Pata, U. K. (2023). Impacts of renewable energy, trade globalization, and technological innovation on environmental development in China: evidence from various environmental indicators and novel quantile methods. *Environmental Development*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100923>
- Khan, M. K., Khan, M. I. ve Rehan, M. (2020). The relationship between energy consumption, economic growth and carbon dioxide emissions in Pakistan. *Financial Innovation*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0162-0>
- Kim, D. H. (2011). Trade, growth, and income. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 20(5), 677–709. <https://doi.org/10.1080/09638199.2011.538966>
- Kirikaleli, D., Abbasi, K. R. ve Oyeibanji, M. O. (2023a). The asymmetric and long-run effect of environmental innovation and CO₂ intensity of GDP on consumption based CO₂ emissions in Denmark. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 50110–50124. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25811-1>
- Kirikaleli, D., Awosusi, A. A., Adebayo, T. S. ve Otrakçı, C. (2023b). Enhancing environmental quality in Portugal: can CO₂ intensity of GDP and renewable energy consumption be the solution? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 53796–53806. DOI:10.1007/s11356-023-26191-2
- Krugman, P. ve Obstfeld, M. (2009). *International economics*, Boston.
- Kuik, O. ve Gerlagh, R. (2003). Trade liberalization and carbon leakage. *The Energy Journal*, 24(3), 97–120. <https://www.jstor.org/stable/41323001>
- Kuznets, S. (1973). Modern economic growth: findings and reflections. *The American Economic Review*, 63(3), 247–258. <http://www.jstor.org/stable/1914358>
- Le, H. P. ve Ozturk, I. (2020). The impacts of globalization, financial development, government expenditures, and institutional quality on CO₂ emissions in the presence of environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(18), 22680–22697. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08812-2>
- Leitão, N. C. (2021). Testing the role of trade on carbon dioxide emissions in Portugal. *Economics*, 9(22), 1–15. <https://doi.org/10.3390/economics9010022>
- Lekakis, J. N. (1998). Introduction–trade, sustainability, and the primary production sector: a southern EU perspective. J. N. Lekakis (Ed), In *Freer trade, sustainability, and the primary production sector in the southern EU: unraveling the evidence from Greece* (s. 1–19) içinde. Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1609-3_1
- Long, R., Yang, R., Song, M. ve Ma, L. (2015). Measurement and calculation of carbon intensity based on imPACT model and scenario analysis: a case of three regions of Jiangsu Province. *Ecological Indicators*, 51, 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.048>
- Lopez, L. ve Weber, S. (2017). Testing for Granger causality in panel data. *The Stata Journal*, 17(4), 972–984. <https://doi.org/10.1177/1536867X1801700412>
- Managi, S. (2004). Trade liberalization and the environment: carbon dioxide for 1960–1999. *Economics Bulletin*, 17(1), 1–6.

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. ve Behrens III, W. W. (1972). *The limits to growth: a report for THE CLUB OF ROME'S project on the predicament of mankind*, New York.
- Messerli, B., Grosjean, M., Hofer, T., Núñez, L. ve Pfister, C. (2000). From nature-dominated to human-dominated environmental changes. *Quaternary Science Reviews*, 19(1-5), 459-479. DOI:10.1016/S0277-3791(99)00075-X
- Mishkin, F. S. (2009). Globalization, macroeconomic performance, and monetary policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 41(1), 187-196. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2008.00204.x>
- Murshed, M., Mahmood, H., Ahmad, P., Rehman, A. ve Alam, M. S. (2022). Pathways to Argentina's 2050 carbon-neutrality agenda: the roles of renewable energy transition and trade globalization. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(20), 29949-29966. doi: 10.1007/s11356-021-17903-7
- Nadiri, A., Gündüz, V. ve Adebayo, T. S. (2024). The role of financial and trade globalization in enhancing environmental sustainability: evaluating the effectiveness of carbon taxation and renewable energy in EU member countries. *Borsa Istanbul Review*, 24(2024), 235-247. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2024.01.004>
- Najam, A., Halle, M. ve Melendez-Ortiz, R. (2007). *Trade and environment: a resource book*, IISD, ICTSD, The Ring.
- Our World in Data. (2024). Fossil fuel consumption. <https://ourworldindata.org/fossil-fuels> adresinden 13 Ocak 2025 tarihinde alınmıştır.
- Panayotou, T. (2000). Economic growth and the environment, *CID Working Paper Series* No. 56.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels, *IZA Discussion Paper* No. 1240.
- 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. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels, *Journal of Econometrics*, 142(2008), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Rüttimann, B. G. (2017). Evolution of trade globalization from 2003 to 2014: weakening dynamics of world trade confirms globalization postulates. N. Tsounis ve A. Vlachvei (Ed), In *Advances in applied economic research: proceedings of the 2016 International Conference on Applied Economics (ICOAE)* (s. 465-486) içinde. Springer. DOI:10.1007/978-3-319-48454-9_31
- Schlegel, R., Pfouts, R. W., Hochwald, W. ve Johnson, G. L. (1973). Four reviews of Nicholas Georgescu-Roegen: "the entropy law and the economic process", *Journal of Economic Issues*, 7(3), 475-499. <https://www.jstor.org/stable/4224243>
- Seltenrich, N. (2018). Down to earth: the emerging field of planetary health. *Environmental Health Perspectives*, 126(7). doi: 10.1289/EHP2374
- Stevens, C. (1993). The environmental effects of trade. *The World Economy*, 16(4), 439-451.
- Tariq, M., Xu, Y., Ullah, K. ve Dong, B. (2024). Toward low-carbon emissions and green growth for sustainable development in emerging economies: do green trade openness, eco-innovation, and carbon price matter?, *Sustainable Development*, 2024(32), 959-978. <https://doi.org/10.1002/sd.2711>
- Trinks, A., Ibikunle, G., Mulder, M. ve Scholtens, B. (2022). Carbon intensity and the cost of equity capital. *The Energy Journal*, 43(2), 181-214. <https://doi.org/10.5547/01956574.43.2.atri>
- van Hinsberg, N. ve Can, M. (2024). The impact of green trade openness on air quality. *Ekonomikajournal of Economics*, 2(2), 105-118. <https://doi.org/10.60084/eje.v2i2.198>
- Wang, Q. ve Wang, L. (2021). How does trade openness impact carbon intensity? *Journal of Cleaner Production*, 295, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126370>
- Wiedmann, T. & Lenzen, M. (2018). Environmental and social footprints of international trade, *Nature Geoscience*, 11, 314-321. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0113-9>
- Xepapadeas, A. (2004). Economic growth and the environment, *Handbook of Environmental Economics*, 3, 1219-1271.
- Xu, A., Tresa, E., Bacchetta, M., Bellelli, F. ve Monteiro, J.-A. (2021). Trade and climate change: the carbon content of international trade, *Information Brief* No 4.
- Zürich Federal Teknoloji Enstitüsü Ekonomik Araştırma Merkezi [ETHZ-KOF]. (2025). 2024 globalisation index: structure, variables and weights. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/dual/kof-dam/documents/Globalization/2024/KOFGI_website_structure_variables.pdf adresinden 20 Şubat 2025 tarihinde alınmıştır.