

Çevre Vergisi Karbon Emisyonlarını Azaltmakta Mı? Panel Eşbütünleşme Analizi

Dilek ATILGAN* 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: dilekatilgan@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.11.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.12.2024 Kabul Tarihi: 23.12.2024

ÖZ

Sera gazı emisyonlarının atmosfere salınması nedeniyle hızlı iklim değişikliği ve küresel ısınma dünya gündemine damgasını vurmuştur. Sera gazı emisyonlarının etkisinin azaltılması ile mücadelede çevre vergileri en yaygın kullanılan vergilerdir. Ancak çevre vergilerinin sera gazı emisyonları arasındaki karşılıklı bağlantısına odaklanan teorik ve ampirik kanıtlara ilişkin mevcut literatür oldukça yetersizdir. Bu çalışma G7 (Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, İngiltere ve ABD) ülkelerinde çevre vergisinin karbon (CO₂) emisyonunu azaltmada başarılı olup olmadığını incelemektedir. 1994-2014 yıllık veri seti kapsamında çevre vergisinin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi kişi başı gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYH), enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi gibi değişkenler ile emisyon üzerinde ana etkenlerin önemini araştırmaktadır. Ekonometrik analizler için eşbütünleşme ve eşbütünleşme katsayı tahminci yöntemleri kullanılmıştır. Bulgular, gelirin ve enerji tüketiminin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu yönünde iken çevre vergisinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu yönündedir. Buna göre ilgili ülkelerde çevre vergisi CO₂ emisyonlarını azaltmada başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Çevre vergisi, CO₂ emisyonu, eşbütünleşme testi.

Does Environmental Tax Reduce Carbon Emissions? Panel Cointegration Analysis

ABSTRACT

Rapid climate change and global warming due to the release of greenhouse gas emissions into the atmosphere have left their mark on the world agenda. Environmental taxes are the most commonly used taxes in the fight against reducing the effect of greenhouse gas emissions. However, the existing literature on theoretical and empirical evidence focusing on the interconnection between environmental taxes and greenhouse gas emissions is quite inadequate. This study examines whether environmental taxes are successful in reducing carbon (CO₂) emissions in G7 (Canada, France, Germany, Italy, Japan, England and USA) countries. Within the scope of data obtained from 1994 to 2014, the impact of environmental tax on CO₂ emissions is investigated with variables such as gross domestic product (GDP) per capita, energy use, renewable energy consumption and the importance of the main factors on emissions. Cointegration and cointegration coefficient estimator methods were used for econometric analyses. The findings are that the impact of income and energy use on CO₂ emissions is positive and statistically significant, while the impact of environmental tax on CO₂ emissions is negative and statistically significant. Accordingly, in the relevant countries, environmental tax produces successful results in reducing CO₂ emissions.

Key words: Environmental tax, CO₂ emissions, cointegration test.

GİRİŞ

Ülkeler sürdürülebilir kalkınma üzerinde olumsuz etkilere neden olan çevresel zorluklarla karşı karşıyadır. Çevresel zorluklarla başa çıkma isteği ve kapasitesi son yıllarda dünya çapında artmıştır (Karmaker ve ark., 2021). Çevresel problemlerin artması ile birlikte insanlık üzerindeki olumsuz etkilerinin kabul edilmesi problemlerin ele alınmasına ve maliyeti caydırıcı olabilecek çevresel iyileştirme için gerekli adımların atılmasını ön plana çıkarmıştır. Sera gazı bileşiklerinden (Metan (CH₄), Nitröz Oksit (N₂O), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Perfloro karbonlar (PFCs) vb.) olan CO₂ emisyonları çevresel problemlerin/kirliliğin başlıca nedenidir. 2021 yılında tüm sera gazı emisyonlarının üçte ikisini CO₂ emisyonları oluştursa da metan dâhil diğer gazlar da aynı zamanda yıkıcı ve küresel ısınma için tehdittir (Shammre ve ark., 2023). 2022 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü'nün yayımlandığı sera gazı raporunda CO₂ emisyonu küresel ortalamasının ilk defa sanayi devrimi öncesi seviyesine göre %50'nin üzerine çıktığını duyurmuştur (wmo.int, 2024). CO₂ emisyonlarındaki artış sıcaklık artışlarını beraberinde getirerek buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesine ve verimli tarım arazilerinin sular altında kalmasına yol açacaktır (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Bu bakımdan toplumlar küresel ısınma ve biyoçeşitlilik kaybıyla insanların ihtiyaçlarını gezegene zarar vermeden karşılayabilecek bir ekonomik model kurmak zorundadır. Araştırmacılar ve politika yapıcılar çevresel kirliliği azaltmaya ve iklim değişikliği ile küresel ısınmayı hafifletmeye yardımcı olacak politikaları ve önlemleri analiz etmeye odaklanmıştır.

Sera gazı emisyonlarının etkilerini azaltabilmek için Kyoto Protokolü uluslararası bir anlaşma niteliği taşımaktadır. Anlaşmada toplam CO₂ emisyonu salınımlarının en az %55'inden sorumlu olan ülkelerin anlaşma protokolünü onaylaması ve anlaşma kapsamında bulunması gerektiği vurgulanmıştır (csb.gov.tr, 1998). Ülke ekonomileri, sera gazı emisyonlarının etkilerini azaltmak için çevre vergileri, karbon yakalama ve depolama, karbon fiyatlandırma ve karbon ticareti gibi uygulamalara yönelmiştir. Bu uygulamalar çevresel bozulmayı engelleyebilecek potansiyel bir seçenek olarak görülse de en yaygın kullanılanı çevre vergisidir (Kılıç ve Altıparmak, 2020; Shammre ve ark., 2023). Çevre vergilerinin temel amacı, gelir elde etmek veya kârı artırmak değil, çevresel dışsallıkların hesap verebilirliğini zorlayarak davranışları değiştirmektir (IIPC, 2013). Literatürde son yirmi yılda çevre vergilerinin daha temiz üretim süreçlerini ve tüketim davranışlarını motive etmedeki rolü giderek daha fazla tartışılmaktadır. Geleneksel ekonomik anlayışa göre, vergilerin uygulanması nedeniyle normal malların fiyatlarında meydana gelen artış talebi azaltabilmektedir. Ampirik literatürde çevre vergilerinin karbon ayak izini ve çevreye verilen zararı azaltmada başarılı olup olmadığına ilişkin bulgulara yönelik farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Çalışmaların bir kısmında çevre vergilerinin çevre kalitesinin bozulmasına neden olduğu görüşü belirtilmekte iken (Ciaschin ve ark., 2012; Borozan, 2019; Wang ve Wei, 2019) diğer kısımda çevre vergilerin CO₂ emisyonlarını azaltmada başarılı olduğu görüşü vurgulanmıştır (Farooq ve ark., 2019; Yunzha, 2022; Shammre ve ark., 2023).

Çevre vergisi konusunda ilk öncü çalışma, olumsuz dışsallıkları içselleştirmek için çevre vergisinin uygulanması teorisini öne sürmüştür (Pigou, 1920). Çevre vergileri Pigou vergilerinin özel bir uygulama biçimidir. Pigou vergileri negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde marjinal özel maliyet ile marjinal sosyal maliyet arasındaki fark kadar vergi konulması hedefleyen birim başına emisyon ve / veya kirlilik üzerinden alınan spesifik esaslı vergilerdir (Polat ve Polat, 2018). Yani Pigou vergisi, refahı en üst düzeye çıkarmak için sera gazı emisyonlarının vergilendirilmesi gereken miktardır (Tol, 2018). Çevre vergilerinin kullanılmasının sera gazı emisyonlarını azaltabileceği ve daha temiz ve sağlıklı bir çevreye sahip olmak için enerji ve yeşil teknolojilerin etkin kullanımını teşvik edebileceği vurgulanmaktadır (Shahzad, 2020).

Vergilerin çevresel kirlilik üzerindeki etkisine ilişkin literatür nispeten yeni ve bu alanda yapılan teorik ve ampirik çalışmalar yetersizdir. Panel veri çalışmalarının çoğu veri mevcudiyeti nedeniyle gelişmiş ülkeler üzerinde yoğunlaşmış ve elde edilen sonuçların gelişmekte olan ülkeler için önemli olduğu söylenebilir. Çevre vergisinin CO₂ emisyonlarını azaltıp azaltmadığını/ başarılı olup olmadığını incelemeyi amaçlayan bu çalışmada G7 ülkeleri araştırılmıştır. G7 ülkelerinin çalışmada ele alınmasının önemli noktaları bulunmaktadır. İlgili üye ülkelerin çoğu sera gazı emisyonlarını 2050 yılına kadar net sifıra indirme ve dünyayı olumlu bir iklime dayanıklı yörüngeye geri döndürme sözü vermiştir (Haug ve ark., 2015). Bu bakımdan CO₂ emisyonlarıyla mücadele için etkili bir araç olarak karbon fiyatlandırma politikası benimsemiştir. Söz konusu ülkeler karbon nötrlüğü hedeflerine ulaşmak için optimum çevre tabanlı vergiler tasarlamakta ve temiz enerjiyle ilgili kalkınma araştırmaları üzerine politikalar oluşturmaktadır. Ayrıca dünyanın en büyük ekonomileri olan G7 ülkelerinin küresel emisyonların yaklaşık %31'den sorumlu olduğu bilinmektedir (Qin ve ark., 2021). İfade edilen noktalar G7 ülkelerinde çevre vergisinin karbon emisyonları üzerinde etkisinin araştırmasını önemli hale getirmektedir. Çevre vergisi verisinin ilgili ülkelerde 1994 yılından 2014 yılına kadar ulaşılması çalışmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Analizlere CO₂ emisyonu ve çevre vergisi dışında GSYH, enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi gibi kontrol değişkenler eklenmiştir.

Seçilen örneklemin önemi, kullanılan ekonometrik yöntemlerin güncel olması ve eşbütünleşme tahminci testlerinden Common Correlated Effect (CCE) yönteminin kullanılması çalışmanın ana motivasyonunu

oluşturmaktadır. Özellikle CCE eşbütünleşme tahminci testinin klasik tahmin yöntemleriyle karşılaştırıldığında içsellik, durağan olmama, yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik gibi problemlerle başa çıkma gibi birçok avantajı bulunduğundan çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışmada yatay kesit bağımlılığı, eğitim katsayısı homojenliği, panel birim kök testi ve eşbütünleşme ve eşbütünleşme katsayı tahmini gibi ileri panel ekonometrik teknikler kullanılmıştır.

Makale takip eden bölümler şu şekilde tasarlanmıştır. Çevre vergisi, enerji tüketimi ve CO2 emisyonlar arasındaki bağlantıya ilişkin literatürdeki güncel çalışmalar verilmektedir. Daha sonra veri seti ve yöntemler açıklanmakta olup ekonometrik bulgular raporlanmaktadır. Son olarak sonuç kısmında politika önerileri aktararak gelecekteki çalışmalar için görüşler sunulmuş ve çalışma sonlandırılmıştır.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde son yıllarda artan tartışma, CO2 emisyonlarını azaltmaya ve düşük karbonlu bir ekonomiyi teşvik etmeye yönelik politika araçlarının geliştirilmesiyle ilgilidir. Bu kapsamda CO2 emisyonlarının azaltılmasında ve çevrenin iyileştirilmesinde çevre vergilerinin rolüne ilişkin teorik literatürü tamamlamak amacıyla ampirik çalışmalar artmıştır. Çevre vergisi konusunda ilk öncü çalışma Arthur Cecil Pigou (1920) tarafından ileri sürülmüştür. Çalışma olumsuz dışsallıkları içselleştirmek için bir çevre vergisinin uygulanması teorisini konu almıştır. Literatürde çevre vergilerinin CO2 emisyonlarını azaltmada başarılı olup olmadığına ilişkin ampirik çalışmalarda farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Buna göre ampirik çalışmalarda, çevre vergilerinin CO2 emisyonlarını azalttığı ve başarılı sonuçlar ortaya koyduğunu (Lin ve Li, 2011; Alper, 2018; Ulucak ve ark., 2020; Sarıgül ve Topcu, 2021; Ghazouani ve ark., 2021; Bashir ve ark., 2021; Telatar ve Birinci, 2022; Doğan ve ark., 2022; Yunzhao, 2022; Shammre ve ark., 2023) vurgulayan çalışmalar olmasına rağmen, çevre vergilerinin çevre kalitesinin bozulmasına neden olduğu yönünde (Morley, 2012; Guo ve Wang, 2018) bulgularda mevcuttur. Çizelge 1’de konu ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların bir kısmı irdelenerek özet halinde sunulmuştur.

Çizelge 1.Literatür Araştırması

Yazar(lar)	Ülke(ler)/Dönem	Ekonomik Yöntem	Değişkenler	Bulgular
Lin ve Li (2011)	17 AB Ülkesi / 1981-2008	Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM)	CO2 Emisyonları, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH), Enerji Fiyatı, Kentleşme Düzeyi, Ar-Ge, Nüfus	Finlandiya’da karbon vergisi CO2 emisyonlarını azaltmakta iken Danimarka, İsveç ve Hollanda’da bazı enerji yoğun endüstrilere uygulanan vergi muafiyeti politikaları nedeniyle karbon vergisinin azaltıcı etkileri zayıflatmaktadır.
Morley (2012)	AB Ülkeleri ve Norveç / 1995-2006	GMM	Gelir, Sermaye Oluşumu, Çevre Vergisi, Karbon Emisyonu ve Enerji Tüketimi	Çevre vergileri ile kirlilik arasında anlamlı bir negatif ilişki vardır ancak enerji tüketimi arasında bir ilişki yoktur.
Aydın ve Esen (2018)	15 AB Ülkesi / 1995-2013	Eşbütünleşme Analizi	CO2 Emisyonları, GSYH, Enerji Vergisi, Çevre Vergisi, Ar-Ge, Kentleşme Oranı ve Enerji Fiyatı	Eşik seviyesinin aşılmasından sonra çevreyle ilgili vergilerin CO2 emisyonları üzerindeki etkisinin önemsiz derecede olumludan önemli ölçüde olumsuz doğru değiştiğini ortaya koymaktadır.

Alper (2018)	18 AB Ülkesi / 1995-2015	Genelleştirilmiş en Küçük Kareler (GLS) Yöntemi	Karbon Vergisi, GSYH, Kentleşme oranı, Doğalgaz ve Petrol Kullanımı ile CO2 Emisyonları	Karbon vergisindeki artış CO2 emisyonlarının azalmasını sağlamaktadır.
Guo ve Wang (2018)	Çin / 1985-2014	Vektör Otoregresyon (VAR)	CO2 Emisyonu, Hükümet Çevre Düzenlemesi, Teknolojik Yenilik, Endüstriyel Yapı	Çevre vergileri çevre kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır.
Hanif vd. (2019)	25 Üst orta gelirli ülke ve alt orta gelirli ülke / 1990-2015	GMM	CO2 Emisyonu, Yenilenebilir Enerji, Yenilenemeyen Enerji, Ekonomik Büyüme.	Yenilenemeyen enerjinin emisyon artırıcı, yenilenebilir enerjinin emisyon azaltıcı etkisi bulunmaktadır.
Hassan vd. (2020)	31 OECD Ülkesi / 1994-2013	Panel Eşbütünlüğe Yöntemleri	Çevre Vergisi ve Ekonomik Büyüme	Çevre vergisi ekonomik büyümeyle negatif ilişkilidir.
Ulucak vd. (2020)	Brezilya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika / 1994-2015	Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli	CO2 Emisyonları, GSYH, Patent ve Çevre Vergisi	Çevre vergisi CO2 emisyonlarını azaltmaktadır.
Sarıgül ve Topcu (2021)	Türkiye / 1994-2015	Tamamen Geliştirilmiş En Küçük Kareler yöntemi (FMOLS) - Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (DOLS)- Kanonik Eşbütünlük Regresyon (CCR)	CO2 Emisyonu, Çevre Vergileri, Yenilenebilir Enerji ve GSYH	Uzun dönemde çevre vergisi CO2 emisyonlarını azaltmaktadır.
Wang vd. (2021)	10 Ülke / 1980-2014	FMOLS - DOLS ve Granger Nedensellik Testi	Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji, Kentleşme, İhracat Kalitesi, Ekonomik Karmaşıklık Endeksi	Yenilenemeyen enerji kirlilik seviyelerini artırmakta iken yenilenebilir enerji azaltmaktadır.
Ghazouani vd. (2021)	9 AB ülkesi / 1994-2018	FMOLS ve DOLS Yöntemleri	CO2 Emisyonu, Çevre Vergileri, Yenilenebilir Enerji, Çevre Vergisi, Kent Nüfusu ve GSYH	Çevre vergilerinin CO2 emisyonlarını azaltmada etkilidir.
Bashir vd. (2021)	29 OECD Ülkesi / 1994-2018	Panel Kantil Regresyonu, FMOLS, DOLS	Çevre Vergiler, Enerji Yoğunluğu Kullanımı ve Enerji Tüketimi.	Çevre vergileri kirliliğin azalmasına yol açmaktadır.
Telatar ve Birinci (2022)	Türkiye / 1994-2019	Doğrusal Olmayan Eşbütünlüğe Testi	Çevre Vergisi, Ekolojik Ayak İzi ve CO2 Emisyonları	Uzun vadede çevre vergisinin ekolojik ayak izi ve CO2 emisyonları üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır.

Doğan vd. (2022)	G7 Ülkeleri / 1994-2014	GMM	CO2 Emisyonları, GSYH, Enerji Tüketimi, Doğal Kaynak Maliyeti, Ekonomik Karmaşıklık, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Çevre Vergisi	Çevre vergisi, CO2 emisyonlarını, enerji tüketimini ve doğal kaynakların etkisini azaltmakta iken yenilenebilir enerji tüketiminin etkisini arttırmaktadır.
Yunzhao (2022)	E-7/ 1995-2018	Granger Nedensellik Analizi	Yenilenebilir Enerji, eko-inovasyon ve çevre vergisi	Yenilenebilir enerji, eko-inovasyon ve çevre vergilerinin karbon emisyonunun azaltılmasına olumlu katkıları bulunmaktadır.
Dogan vd. (2022)	25 Ülke / 1994-2018	Kantil Regresyon Analizi	CO2 Emisyonları, GSYH, Çevre Vergisi, Yenilenebilir Enerji ve Enerji Yoğunluğu	Çevre vergileri, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği CO2 emisyonlarının azaltılmasında temel faktördür.
Shammre vd. (2023)	35 OECD Ülkesi / 1995-2019	Dinamik Panel Eşik Regresyonu	Çevre vergileri ve CO2 emisyonu	Çevre vergileri CO2 emisyonlarını azaltmaktadır.

* Yazar tarafından literatür baz alınarak oluşturulmuştur.

Literatür araştırmasında çevre vergilerinin CO2 emisyonlarını üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir. Ancak G7 ülkelerinin önemi göz önüne alındığı çalışmaların söz konusu örneklem için sınırlı sayıda olduğu söylenebilir. Literatürdeki ampirik çalışmalar AB ve OECD ülkeleri üzerine yoğunlaşmış ve yatay kesit bağımlılığını göz ardı eden birinci nesil panel yöntemleri kullanılmıştır. Literatürdeki bu eksiklikleri gidermek amacıyla bu çalışmada ikinci nesil panel veri yöntemleri kullanılarak eşbütünleşme ve eşbütünleşme katsayı tahmini yapılmaktadır. Bu bakımdan literatüre özgün bir çalışma kazandırılmak istenmiştir.

VERİ SETİ, YÖNTEM VE EKONOMETRİK BULGULAR

Çevre vergisinin CO2 emisyonlarını azaltıp azaltmadığını/ başarılı olup olmadığını incelemeyi amaçlayan bu çalışmada G7 ülkeleri araştırılmıştır. Kontrol değişkenlerin analize dâhil edilmesi noktasında Ghazouani vd. (2021) ve Bashir vd. (2021)'in çalışmaları temel alınmıştır. Bağımlı değişken kişi başı CO2 emisyonu (CE), (ton cinsinden), bağımsız değişkenler kişi başı GSYH (GR), (2005 sabit fiyatlarıyla), enerji tüketimi (EN), (kişi başı kg), yenilenebilir enerji tüketimi (YEN), (enerji tüketiminin %) ve çevre vergisi (CV), (%)'dir. Çevre vergisi Eurostat veri tabanından, CO2 emisyonu, GSYH, enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. İlgili ülkelerde çevre vergisi verisinin 1994 yılından 2014 yılına kadar ulaşılması çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır.

$$LCE_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} LGR_{it} + \beta_{2i} LEN_{it} + \beta_{3i} LYEN_{it} + \beta_{4i} LCV_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

($i = \dots, 7$) ve ($t = 1994, \dots, 2014$)

Yukarıdaki eşitlikte değişkenler çoklu doğrusallığı en aza indirmek için logaritması alınan denklem sunulmuştur.

Ekonometrik bulgular sunulmadan önce değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi verilmiştir. Daha sonra model için yatay kesit bağımlılığı ve eğim katsayı homojenliği tahmin edilerek değişkenlere ait birim kök test bulguları aktarılmıştır. Eşbütünleşme ve eşbütünleşme katsayı tahmin bulguları son aşamada verilmiştir. İfade edilen sıralamaya göre ilk olarak Çizelge 2'de tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matris değerleri sunulmuştur.

Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde oynaklığının en fazla olduğu seri yenilenebilir enerji tüketimi iken en az oynaklık ise GSYH'dir. Seriler arasında ilişkinin yönü ve gücünün belirlenmesinde korelasyon matrisleri hesaplanarak raporlanmıştır. Değerin 1'e yakınlığı güçlü bir ilişkin varlığını 0' a yakınlığı ise zayıf ilişkinin varlığına işaret etmektedir (Beaumont, 2012). Bu bakımdan LCE ile LGR ve LEN arasında korelasyon ilişkisi güçlü ve pozitifdir. LCE ile LYEN arasındaki korelasyon ilişkisi zayıf ve pozitif yönlüdür. LCE ile LCV arasındaki korelasyon ise ilişkisi güçlü ve negatif yönlüdür.

Çizelge 2. Tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi

Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Sap.	Maksimum	Minimum
LCE	147	0.9984	0.1738	1.3111	0.6641
LGR	147	4.5680	0.0722	4.7456	4.4539
LEN	147	3.6565	0.1589	3.9271	3.3828
LYEN	147	0.8020	0.3645	1.3500	-0.0705
LCV	147	0.2652	0.1773	0.5563	-0.1249

Korelasyon Matrisi					
	LCE	LGR	LEN	LYEN	LCV
LCE	1.0000	0.6233	0.8690	0.1396	-0.8214
LGR	0.6233	1.0000	0.5981	0.0459	-0.6993
LEN	0.8690	0.5981	1.0000	0.4009	-0.8661
LYEN	0.1396	0.0459	0.4009	1.0000	-0.2577
LCV	-0.8214	-0.6993	-0.8661	-0.2577	1.0000

İkinci aşamada ön test niteliğinde olan ve birinci nesil-ikinci nesil testlerin seçiminde kullanılan yatay kesit bağımlılığı testlerin yapılması gerekmektedir. Kesit bağımlılığının varlığı ikinci nesil testlerden devam edilmesi gerektiğinin bir göstergesidir. Bu bakımdan testin uygulanması oldukça önemlidir. Kesitler arası bağımlılığının varlığı “Breusch ve Pagan 1980 LM testi, CD_{LM} ve CD testi Pesaran 2004 ile Pesaran ve ark., 2008’in geliştirdiği LM_{adj} ” testleri ile araştırılmaktadır (Örnek ve Türkmen, 2019). Temsil eden testlere ait prosedürler aşağıda gösterilmekte olup tüm testler için boş hipotez yatay kesit bağımlılığı yoktur üzerine kuruludur.

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

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

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

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)} \right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k) \hat{p}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{2 T_{ij}}}} \sim N(0,1) \quad (5)$$

Eşitliklerde ilk olarak LM testi zaman boyutunun (T) kesit boyutundan (N) büyük olduğu durumda uygulanmaktadır (Pesaran, 2004: 4). $CD_{LM} N > T$ olduğu durumda bozulmalar göstermektedir. N büyüdükçe sapmaların artması sorunu ön plana çıktığı için bu durum Pesaran (2004) tarafından $N > T$ olduğu aşamada kullanılan CD testinin geliştirilmesi ile aşılmaya çalışılmıştır. Daha sonra Pesaran vd. (2008) ise sapması düzeltilmiş LM_{adj} testi geliştirilmiştir. Çalışmada tutarlılığın ortaya konulması açısından bütün testler raporlanmıştır. Ayrıca yatay kesit bağımlılığının hesaplanmasında başka testler de bulunmasına rağmen bu çalışma için söz konusu testler uygulanmıştır. Bu bakımdan testlere ait sonuçlar Çizelge 3’te aktarılmıştır.

Çizelge 3. Yatay kesit bağımlılığı bulguları

Yatay Kesit Bağımlılığı		
Model	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LM	54.691***	0.000
CD_{LM}	5.199***	0.000
CD	1.122	0.131
LM_{adj}	3.640***	0.000

*Yatay kesit bağımsızlığına ilişkin boş hipotez ***, %1, düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Test bulgularına göre %1 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığının olduğu tespit edilmiştir. Yatay kesit bağımlılığının olması, bir ülkedeki bir göstergeye (örneğin yenilenebilir enerji tüketimi) yönelik bir şokun diğer ülkeleri etkileyeceği anlamına gelmektedir. Test sonuçları, ikinci nesil testler ile devam edileceğini göstermektedir.

Ön test niteliğinde olan bir diğer test ise homojenlik testleridir. Homojenlik testleri Swamy (1970) tarafından literatüre kazandırılmış ve daha sonra Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiştir. Homojenlik testleri bir veri setindeki grupların birbirine benzeyip benzemediğini anlamak için kullanılmaktadır.

Eğim katsayılarının homojenliğini sınanan Delta testlerinin boş hipotezi eğim katsayıları homojendir şeklindedir olup denklemde teste ait prosedürleri aşağıda sunulmaktadır.

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (6)$$

$$\hat{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-E(\tilde{Z}_{IT})}{\sqrt{var(\tilde{Z}_{IT})}} \right) \quad (7)$$

Eşitlikte büyük örneklemelerde kullanılan Δ testi asimptotik normal dağılıma sahiptir ve küçük örneklem için kullanılan $\hat{\Delta}_{adj}$ testi kullanılmaktadır. Buna göre yukarıda ifade edilen testlere ait bulgular Çizelge 4'te sunularak raporlanmıştır.

Çizelge 4. testlere ait bulgular

Eğim Homojenliği		
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Delta Tilde	8.833***	0.000
Delta Tilde _{adj}	10.358***	0.000

*Eğim katsayılarının homojenliğine ilişkin boş hipotez ***, %1, düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Test bulgularına göre %1 anlamlılık düzeyinde eğim katsayılarının heterojen olduğu tespit edilmiştir. Eğim katsayılarının heterojen olması G7 ülkelerinde çevre vergilerinin CO2 emisyonlarını etkileme durumunun farklı olduğu belirtmektedir.

Ön test bulguları belirlendikten sonra birim kök testi için ikinci nesil testlerden olan Nazlıoğlu ve Karul (2017)'un ileri sürdüğü LM testi ile araştırılmıştır. Becker ve ark., (2006)'nın Fourier durağanlık testine dayanan LM birim kök testi ani olmayan kırılmalar ile genişletmektedir. Testte bireysel istatistikler fourier frekansa bağlı iken, panel istatistik normal dağılımlıdır. Monte Carlo simülasyonları ile testin veri üretme süreçleri incelemektedir (Nazlıoğlu ve Karul, 2017). Hipotez birim kök vardır üzerine kuruludur ve kırılma tarihlerinin modellenme aşamasında bilinmesine gerek yoktur. Ayrıca test sert ve kademeli kırılmalara izin vermektedir. Test istatistiği Denklem 8'de sunulmuştur.

$$Z_{LM}(k) = \frac{\sqrt{N}(Pt(K) - \xi(k))}{\zeta(k)} \sim N(0,1) \quad (8)$$

Eşitlikte $\xi(k)$ ile $\zeta(k)$ sırasıyla frekanstaki ortalama ve varyansların ortalamasını göstermektedir. Çizelge 5'te değişkenlere ait bulgular sunulmakta ve raporlanmaktadır.

Çizelge 5. Fourier LM birim kök testi bulguları

LCE			
Ülkeler	Fourier tau LM₁ k=1	Fourier tau LM₂ k=2	Fourier tau LM₃ k=3
Kanada	-2.9768	-1.1694	-1.0140
Fransa	-0.2625	-0.3699	0.1572
Almanya	-1.8764	-3.2443	-3.4870
İtalya	0.1487	-1.9252	-2.3785
Japonya	-3.7315	-3.6529	-3.9344
İngiltere	-0.7061	-0.3312	-0.3539
ABD	-1.6263	-0.7456	-0.2744
Bulgular			
Z _{LM} (İst. Değ.)	5.922	2.122	1.855
Olasılık Değeri	1.000	0.983	0.968
LGR			
Kanada	1.6072	-0.4255	-0.4895
Fransa	-0.8016	-1.5527	-2.4025
Almanya	-0.6905	2.9508	1.9949
İtalya	-3.1899	-3.7726	-4.3719
Japonya	-0.4672	0.7434	1.5946
İngiltere	1.3457	-2.1422	-1.6292
ABD	0.6769	-0.5524	-1.2523
Bulgular			
Z _{LM} (İst. Değ.)	11.769	5.608	4.581

Olasılık Değeri	1.000	1.000	1.000
LEN			
Kanada	-3.4843	-2.6934	-2.4332
Fransa	-0.1436	-0.5428	-0.5901
Almanya	-1.3337	-3.2636	-2.8882
İtalya	-0.1979	-2.2571	-2.4516
Japonya	-0.8968	-1.6416	-1.2017
İngiltere	0.1450	0.0146	0.3206
ABD	-3.5739	-1.1182	-1.0256
Bulgular			
Z _{LM} (İst.Değ.)	6.872	2.089	2.440
Olasılık Değeri	1.000	0.981	0.992
LYEN			
Kanada	-1.2245	-4.0093	-2.9811
Fransa	-1.2874	-2.2918	-1.4768
Almanya	-0.7195	-0.7286	-0.7297
İtalya	-0.0803	0.4683	0.2350
Japonya	-1.0969	-2.9625	-1.8504
İngiltere	0.1754	0.7582	0.6730
ABD	-1.9528	-2.8259	-2.2117
Bulgular			
Z _{LM} (İst.Değ.)	8.900	2.043	3.551
Olasılık Değeri	1.000	0.979	0.999
LCV			
Kanada	-0.6115	-0.1172	-0.5327
Fransa	-0.8587	-1.4413	-1.2310
Almanya	-1.8951	0.1405	0.6598
İtalya	-1.2575	-2.3681	-1.8350
Japonya	1.2958	4.2690	5.5124
İngiltere	-3.5050	-3.5252	-2.0576
ABD	-0.1194	-0.7443	-1.0765
Bulgular			
Z _{LM} (İst.Değ.)	8.430	6.110	8.036
Olasılık Değeri	1.000	1.000	1.000

Test bulguları analize dâhil edilen tüm değişkenlerin birim kök sürece sahip olduğu ve eşbütünlüşme ilişkisi için gerekli koşulların sağladığını göstermektedir.

Daha sonra çevre vergisi CO2 emisyonu, GSYH, enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri arasında uzun vadeli bir ilişkinin varlığı incelenmiştir. Westerlund ve Edgerton LM eşbütünlüşme testi (2007) eğim katsayılarının heterojen ve yatay kesit bağımlılığının var olması varsayımına dayanarak seçilmiştir. Uygulanan eşbütünlüşme testi otokorelasyon ve değişen varyansa izin vermesi ve küçük bir örneklem için sonuçlar sunması açısından avantajlıdır.

Test, McCoskey ve Kao (1998) tarafından geliştirilen Lagrange Multiplier testine dayanmakta ve yatay kesit bağımlılığının olduğu / olmadığı durumda kullanılabilen test bulguları sunmaktadır. Bu bakımdan yatay kesit bağımlılığı durumunda bootstrap p-değerleri, yatay kesit bağımlılığının olmadığı durumda asimptotik p değerlerinin raporlanarak yorumlanması gerekmektedir (Westerlund ve Edgerton, 2007). Testin boş hipotezi eşbütünlüşme vardır şeklindedir ve istatistik Denklem 9'daki gibidir.

$$LM_N^+ = \frac{1}{NT^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \bar{\omega}^{-2} S_{it}^2 \quad (9)$$

Eşitlikte S_{it}^2 terimi z_{it} hata teriminin kısmi toplamını temsil etmekte ve $\omega^{-2} \mu$ it'in uzun vadeli varyansını göstermektedir. Çizelge 6'da teste ait bulgular verilmektedir.

Test bulguları iki sonuç içinde bootstrap olasılık değerleri reddedilemediğini göstermektedir. Bu durum değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı eşbütünlüşme katsayı tahminci testinin uygulanmasına olanak vermektedir.

Çizelge 6. Eşbütünleşme test bulguları

	LM İstatistiği	Asimtotik p- değeri	Bootstrap p- değeri
Sabitli	4.304	0.000	1.000
Sabitli ve Trendli	11.067	0.000	0.564

*1000 tekrarlı dağılım ve gecikme ile öncül 1 olarak alınmıştır.

Analizin son aşamasında açıklayıcı değişkenlerin CO2 emisyonları üzerindeki uzun vadeli etkisi tahmin edilmektedir. Bunun için CCE yöntemi kullanılmıştır. Pesaran (2006) tarafından geliştirilen testin klasik tahmin yöntemleriyle karşılaştırıldığında hem panel hem bireysel sonuçlar sunması önemli bir avantajdır. Testte ait prosedür aşağıda sunulmaktadır.

$$\hat{b}_{CCEMG} = (1/N) \sum_{i=1}^N \hat{b}_i \quad (10)$$

$$\hat{b}_{CCEMG} = (\sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w X_i)^{-1} \sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w y_i \quad (11)$$

Testin boş hipotezi "katsayılar istatistiksel olarak anlamsızdır" (Pesaran, 2006). Çizelge 7'de yöntem sonucu elde edilen bulgular aktarılmaktadır.

Çizelge 7. Tahminci bulguları

CCE	LCE=f(LGR)			LCE=f(LEN)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
	0.945***	0.233	0.000	0.733***	0.248	0.003
Ülke Sonuçları						
Kanada	0.292	0.450	0.517	0.813***	0.379	0.005
Fransa	1.778***	0.615	0.004	0.233	0.369	0.527
Almanya	0.839***	0.226	0.000	1.389***	0.239	0.000
İtalya	1.759***	0.346	0.000	0.824***	0.121	0.000
Japonya	1.005***	0.378	0.008	-0.452	0.628	0.471
İngiltere	0.326	0.457	0.475	0.716***	0.160	0.000
ABD	0.616	0.706	0.383	1.355***	0.271	0.000
CCE	LCE=f(LYEN)			LCE=f(LCV)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
	-0.022	0.029	0.442	-0.230**	0.106	0.030
Ülke Sonuçları						
Kanada	-0.019	0.439	0.964	-0.445***	0.164	0.007
Fransa	0.038	0.068	0.579	0.085	0.128	0.508
Almanya	-0.189***	0.032	0.000	-0.142	0.092	0.123
İtalya	0.004	0.161	0.976	-0.416***	0.124	0.001
Japonya	0.043	0.174	0.803	-0.593*	0.330	0.073
İngiltere	-0.011	0.065	0.859	-0.262**	0.124	0.034
ABD	-0.024	0.087	0.778	0.164	0.163	0.313

*"***" %1, "**" %5 ve "*" %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

G7 ülkelerine ait panel geneli sonuçlar aşağıdaki eşitlikte sunulmuştur:

$$LCE = \alpha + 0.945LGR + 0.733LEN - 0.233CV + \varepsilon$$

Bağımsız değişkenlerden ilk olarak gelirin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi %1 düzeyinde pozitif ve anlamlıdır. Buna göre gelirdeki %1'lik artış CO2 emisyonlarını %0.945 oranında arttırmaktadır. Ülke bazlı incelemelerde Fransa, Almanya, İtalya ve Japonya'da katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Gelirdeki artış sırasıyla %1.778; %0.839; %1.759 ve %1.005 oranında CO2 emisyonlarını arttırmaktadır. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular literatürdeki bazı çalışmalar (Ghazouani ve ark., 2021; Sarıgül ve Topcu, 2021; Dogan ve ark., 2022) ile uyumludur.

Bağımsız değişkenlerden ikincisi olan enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi %1 düzeyinde pozitif ve anlamlıdır. Buna göre enerji tüketimindeki %1'lik artış CO2 emisyonlarını %0.733 oranında arttırmaktadır. Ülke bazlı incelemelerde Kanada, Almanya, İtalya, İngiltere ve ABD'de katsayılar istatistiksel olarak pozitif ve anlamlıdır. Değerler sırasıyla %0.813; %1.389; %0.824; %0.716 ve %1.355 CO2 emisyonlarını arttırmaktadır. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular literatürdeki bazı çalışmalar (Hanif ve ark., 2019; Wang ve ark., 2021) ile uyumludur.

Bağımsız değişkenlerden üçüncüsü olan yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamsızdır. Ülke bazlı incelemelerde ise sadece Almanya için anlamlı sonuç bulunmaktadır. Buna göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artış CO2 emisyonunu %0.189 oranında azaltmaktadır.

Bağımsız değişkenlerden dördüncüsü olan çevre vergisinin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi %5 düzeyinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna göre çevre vergisindeki %1'lik artış CO2 emisyonlarını %0.230 oranında azaltmaktadır. Ülke bazlı incelemelerde Kanada, İtalya, Japonya ve İngiltere'de katsayılar istatistiksel olarak negatif ve anlamlıdır. Değerler sırasıyla %0.445; %0.416; %0.593; %0.262 oranında CO2 emisyonlarını azaltmaktadır. Bu bakımdan sonuçlar literatürdeki bazı çalışmalar (Lin ve Li, 2011; Alper, 2018; Ulucak ve ark., 2020; Sarıgül ve Topcu, 2021; Ghazouani ve ark., 2021; Bashir ve ark., 2021; Telatar ve Birinci, 2022; Doğan ve ark., 2022; Yunzhao, 2022; Shammre ve ark., 2023) ile uyumludur.

SONUÇ ve ÖNERİLER


Küresel ısınma artık tartışılmaz bir gerçektir ve insanlığa verdiği zarardan dolayı dünyanın en ciddi tehditlerinden biri haline gelmiştir. Çevre vergileri, çevresel problemler ile mücadelede uygun maliyetli bir yol olarak ortaya çıkmıştır. Ancak çevre vergilerinin kirliliği azaltmadaki etkinliği halen devam eden bir tartışma konusudur. Çalışma çevre vergisinin CO2 emisyonunu azaltmada başarılı olup olmadığını araştırmaktadır. Bunun için çoğu sera gazı emisyonlarını 2050 yılına kadar net sifıra indirme hedefi olan G7 ülkelerinin seçildiği çalışmada veri varlığından dolayı 1994-2014 dönem aralığı incelenmiştir. Çalışmanın veri kısıtından dolayı sınırlılıkları bulunmaktadır. Ampirik analizler için eşbütünlük ve eşbütünlük katsayı tahminci testleri kullanılmıştır.

Analize dâhil olan değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi ortaya konulmuştur. Uzun dönem katsayı tahmin sonuçları incelendiğinde, gelirin ve enerji tüketiminin CO2 emisyonları üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Sonuçlar, Ghazouani ve ark., 2021; Sarıgül ve Topcu, 2021; Dogan ve ark., 2022; Hanif ve ark., 2019; Wang ve ark., 2021 çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Gelirin, CO2 emisyonlarını arttırması ilgili ülkelerde ekonomik kalkınmanın çevre kalitesi pahasına gerçekleştiği söylenebilir. Bu durum G7 ülkeleri için beklenen bir sonuçtur. Enerji tüketiminin CO2 emisyonlarını arttırması yine elektrik üretiminin yaklaşık %80'inin fosil enerji kaynaklarından üretildiği G7 ülkelerinde beklenen bir sonuçtur. Çevre vergisinin CO2 emisyonları üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Sonuçlar, Lin ve Li, 2011; Alper, 2018; Ulucak ve ark., 2020; Sarıgül ve Topcu, 2021; Ghazouani ve ark., 2021; Bashir ve ark., 2021; Telatar ve Birinci, 2022; Doğan ve ark., 2022; Yunzhao, 2022; Shammre ve ark., 2023 çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Çevre vergisindeki artışların CO2 emisyonlarını azaltmada başarılı olacağı analizler sonucu belirtilmiştir. Çevre vergilerinin, ilgili ülkelerde tehlikeli atıkların üretimini caydırabilecek ek bir maliyet görevi gördüğü söylenebilmektedir. Bu maliyeti en aza indirmek ve çevresel dışsallıkları sınırlandırmak için firmalar, çevre dostu makineler ve teknolojiler kullanma eğilimindedir. Fransa, Almanya ve ABD'de katsayıya ait sonuçlar istatistiksel olarak anlamsızdır. Fransa'da karbon vergisinin 2014 yılında kabul edilip veri ulaşılabilirliğinin bu tarihten sonra sona ermesi, Almanya'da ise karbon vergisinin ancak 2021'de uygulanmaya başlanmasından dolayı katsayı anlamsızdır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi sadece Almanya ülkesi için anlamlı sonuçlar sunmaktadır. Almanya 2030 yılına kadar elektrik tüketiminin en az %80'ini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı hedeflemektedir. 1998 yılında toplam elektrik üretiminde yenilenebilir enerjiyi payı %4,7 iken 2019 yılında bu oran %42'ye yükselmiştir. Bu bakımdan elde edilen sonuç Almanya için beklenmektedir.

Ampirik sonuçlar bazı önemli sonuçlara işaret etmektedir. CO2 emisyonları azaltmada çevre vergisi enerji verimliliğini artırabilir ve aynı zamanda yenilenebilir enerjinin gelişimini teşvik edebilir. Ancak çevre vergisinin etkinliği tartışılmaktadır. Çünkü ekonomik büyümenin ve sosyal refahın azalmasına yol açarak, ilgili sektörlerin rekabet gücüne zarar verebilmektedir. Bu nedenle çevre vergisini uygulayan ülkeler için bilimsel ve rasyonel çevre vergilendirmesi hayati önem taşımaktadır. Hükümetler çevre vergisini yalnızca karbon emisyonlarını kontrol etmek için doğrudan bir araç olarak kullanmamalıdır. Enerji tüketimi davranışı, enerji kullanım türleri ve temiz teknolojilerin geliştirilmesi ve benimsenmesi gibi CO2 emisyonlarının diğer temel belirleyicileri üzerindeki etkilerini de göz önünde bulundurmalıdır. Karbon vergisinden elde edilen gelirin yenilenebilir enerji tüketimine yönelik bir politika teşviki yaratılması sağlanarak vatandaşların refahına kanalize edilmelidir. Teşvikler yeşil işler yaratmak içinde oluşturulabilir. Son olarak karbon vergisi ülkelerde olumsuz iklim dışsallıklarıyla mücadelede etkili olacak ve uzun vade de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmak için mali bir teşvik görevi sağlayacağı unutulmamalıdır.

Bu araştırmanın gelecekteki çalışmalar için potansiyel olarak genişletilmesi, analizin daha geniş bir örneklem aracılığıyla ülke grubu karşılaştırmasının yapılması önerilmektedir. Ayrıca çevre vergilerinin yalnızca CO2 emisyonları kapsamında incelenmesinin yanı sıra diğer kirlenici göstergelerin analizlere eklenerek kapsamlı bir araştırmanın gerçekleştirilmesi literatürün gelişmesine katkı sağlayacaktır.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Dilek ATILGAN  <http://orcid.org/0000-0002-3776-558X>

KAYNAKLAR

- Al Shammre, A. S., Benhamed, A., Ben-Salha, O. ve Jaidi, Z. 2023. Do environmental taxes affect carbon dioxide emissions in OECD countries? Evidence from the dynamic panel threshold model. *Systems*, 11(6): 307.
- Alper, A. E. 2018. Analysis of carbon tax on selected European countries: Does carbon tax reduce emissions. *Applied Economics and Finance*, 5(1): 29-36.
- Aydin, C. ve Esen, Ö. 2018. Reducing CO2 emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13): 2396-2420.
- Bashir, M. F., Benjiang, M. A., Shahbaz, M., Shahzad, U. ve Vo, X. V. 2021. Unveiling the heterogeneous impacts of environmental taxes on energy consumption and energy intensity: Empirical evidence from OECD countries. *Energy*, 226: 120366.
- Beaumont, R. 2012. An Introduction to Statistics Correlation, <http://www.floppybunny.org/robin/web/virtualclassroom/stats/basics/part9.pdf> 08.07.2024 tarihinde alınmıştır.
- Becker, R., Enders, W. ve Lee, J., 2006. A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27: 381–409.
- Borozan, D. 2019. Unveiling the heterogeneous effect of energy taxes and income on residential energy consumption. *Energy Policy*, 129: 13-22.
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. 1980. The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1): 239-253.
- Ciaschini, M., Pretaroli, R., Severini, F. ve Socci, C. 2012. Regional double dividend from environmental tax reform: An application for the Italian economy. *Research in Economics*, 66(3): 273-283.
- Çevre ve Orman Bakanlığı 1998. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği ve Çevre Sözleşmesi, Kyoto Protokolü 24 Mayıs 2024 tarihinde, https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/kyoto_protokol.pdf adresinden edinilmiştir.
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. 2008. Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20): 257-278.
- Dogan, E., Hodžić, S. ve Fatur Šikić, T. 2022. A way forward in reducing carbon emissions in environmentally friendly countries: The role of green growth and environmental taxes. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35(1): 5879-5894.
- Doğan, B., Chu, L. K., Ghosh, S., Truong, H. H. D. ve Balsalobre-Lorente, D. 2022. How environmental taxes and carbon emissions are related in the G7 economies?. *Renewable Energy*, 187: 645-656.
- European Commission (2024) Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> 21.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- Farooq, M. U., Shahzad, U., Sarwar, S., ve ZaiJun, L. 2019. The impact of carbon emission and forest activities on health outcomes: Empirical evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 12894-12906.
- Ghazouani, A., Jebli, M. B. ve Shahzad, U. 2021. Impacts of environmental taxes and technologies on greenhouse gas emissions: Contextual evidence from leading emitter European countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 22758-22767.
- Guo, L. ve Wang, Y. 2018. How does government environmental regulation “unlock” carbon emission effect? Evidence from China. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 16(3): 232-241.
- Hanif, I., Aziz, B. ve Chaudhry, I. S. 2019. Carbon emissions across the spectrum of renewable and nonrenewable energy use in developing economies of Asia. *Renewable Energy*, 143: 586-595.
- Hassan, M., Oueslati, W. ve Rousselière, D. 2020. Environmental taxes, reforms and economic growth: An empirical analysis of panel data. *Economic Systems*, 44(3): 100806.
- Haug, C., Frerk, M., ve Santikarn, M. 2015. Towards a global price on carbon: Pathways for linking carbon pricing instruments. German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, 1-31.
- IIPC (2013). Environmental Taxation Principles-Fiscal instruments and environmental policy-making, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Karmaker, S. C., Hosan, S., Chapman, A. J. ve Saha, B. B. 2021. The role of environmental taxes on technological innovation. *Energy*, 232: 121052.

- Kılınc, E. C. ve Altıparmak, H. 2020. Çevre vergilerinin CO2 Emisyonu üzerindeki etkisi üzerine bir uygulama. *ODÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1): 217-227.
- Lin, B. ve Li, X. 2011. The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions. *Energy policy*, 39(9): 5137-5146.
- McCoskey, S. ve Kao, C. 1998. A Residual-Based Test of the Null of Cointegration in Panel Data. *Econometric Reviews*, 17(1): 57-84.
- Morley, B. 2012. Empirical evidence on the effectiveness of environmental taxes. *Applied Economics Letters*, 19(18): 1817-1820.
- Nazlıoğlu, S. ve Karul, C. 2017, July. Panel LM Unit Root Test With Gradual Structural Shifts, 40th International Panel Data Conference, Thessaloniki-Greece.
- Örnek, İ. ve Türkmen, S. 2019. Gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde çevresel kuznets eğrisi hipotezi'nin analizi. *Journal of the Cukurova University Institute of Social Sciences*, 28(3): 109-129.
- Pesaran, M. H. 2004. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Available at SSRN, 572504.
- Pesaran, M. H. 2006. Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure, *Econometrica*, 74(4): 967-1012.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. 2008. Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1): 50-93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. 2008. A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1): 105-127.
- Pigou, A. C. (Ed), (1920). The economics of welfar. McMillan & Co, London.
- Polat, O. ve Polat, G. E. 2018. Avrupa Birliği ülkelerinde karbondioksit emisyonu ve çevre vergileri: Panel veri analizi yaklaşımı. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (639): 1101-1115.
- Qin, L., Kirikkaleli, D., Hou, Y., Miao, X. ve Tufail, M. 2021. Carbon neutrality target for G7 economies: Examining the role of environmental policy, green innovation and composite risk index. *Journal of Environmental Management*, 295: 113119.
- Sarıgül, S. S. ve Topcu, B. A. 2021. The impact of environmental taxes on carbon dioxide emissions in Turkey. *International Journal of Business and Economic Studies*, 3(1): 43-54.
- Shahzad, U. 2020. Environmental taxes, energy consumption, and environmental quality: Theoretical survey with policy implications. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(20): 24848-24862.
- Swamy, P. A. 1970. Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 311-323.
- 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.
- Tol, R. S. J. 2018. The economic impacts of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 12(1): 4-25. <https://doi.org/10.1093/reep/rex027>
- Ulucak, R., Danish, ve Kassouri, Y. 2020. An assessment of the environmental sustainability corridor: Investigating the non-linear effects of environmental taxation on CO2 emissions. *Sustainable Development*, 28(4): 1010-1018.
- Wang, H. ve Wei, W. 2020. Coordinating technological progress and environmental regulation in CO2 mitigation: The optimal levels for OECD countries & emerging economies. *Energy Economics*, 87: 104510.
- Wang, Z., Jebli, M. B., Madaleno, M., Doğan, B. ve Shahzad, U. 2021. Does export product quality and renewable energy induce carbon dioxide emissions: Evidence from leading complex and renewable energy economies. *Renewable Energy*, 171: 360-370.
- Westerlund, J. ve Edgerton, D. L. 2007. A panel bootstrap cointegration test. *Economics Letters*, 97: 185–190.
- World Bank 2024. World development indicators, <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> 21.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- World Meteorological Organization. WMO Provisional State of the Global Climate 2022. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11359 02.05.2024 tarihinde alınmıştır.
- Yunzhao, L. 2022. Modelling the role of eco innovation, renewable energy, and environmental taxes in carbon emissions reduction in E-7 economies: Evidence from advance panel estimations. *Renewable Energy*, 190: 309-318.