



2024, 13 (5), 2138-2159 | Araştırma Makalesi

Avrupa Birliği Üyelğine Aday Olan Ülkelerin Çevre Kirliliğine Uygulanan Şokların Etkisinin Değerlendirilmesi

Asiye Tütüncü ¹

Aybala Demirci Aksoy ²

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye gibi AB üyelğine aday konumunda olan ülkelerin çevresel kirlilik seviyesinde yaşanan şokların kalıcı/geçici olma durumunun incelenmesidir. Bu doğrultuda, 1993-2022 dönemi boyunca karbondioksit emisyonu ve ekolojik ayak izi verileri temin edilebilen 9 aday ülkeden 7 ülke dikkate alınmıştır. Günümüz itibariyle AB'ye aday ülke konumunda olan ülkeler, Arnavutluk, Bosna Hersek, Gürcistan, Moldova, Karadağ, Kuzey Makedonya, Sırbistan, Türkiye ve Ukrayna'dır. AB aday ülke konumunda olmalarına rağmen Avrupa İstatistik Ofisi verilerine göre, AB'den çok atık ithal eden ve nehirlerde kirlilik oranı yüksek olan ekonomiler, bu ülkeler arasında bulunmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin çevresel bozulmalarını azaltabilmesi ve etkin politika kararlarının alınabilmesinde değişkenlerin uzun dönemli hareketlerinin belirlenebilmesi önem arz etmektedir. SURADF, CADF ve BCIPS panel birim kök testlerinin kullanıldığı analizlerde, değişkenlerin genel olarak birim köke sahip olduğu, çevre kirliliğine uygulanan şokların etkisinin kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Avrupa Birliği üyelğine aday olan ülkeler bazında CO2 emisyonu ve ekolojik ayak izi değişkenlerine yönelik bireysel sonuçlar incelendiğinde ise, her iki değişken için Moldova'da şokların etkisi geçici iken, diğer ülkelerde şokların etkisinin kalıcı olduğu belirlenmiştir. Ekolojik ayak izi için Moldova'nın yanı sıra Gürcistan'da da şokların etkisinin geçici, diğer ülkelerde kalıcı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CO₂ Emisyonu, Ekolojik Ayak İzi, Avrupa Birliğine Aday Ülkeler, Geleneksel Panel Birim Kök Testleri, Fourier Panel Kök Testi

Tütüncü, A., & Demirci Aksoy, A. (2024). Avrupa Birliği Üyelğine Aday Olan Ülkelerin Çevre Kirliliğine Uygulanan Şokların Etkisinin Değerlendirilmesi, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 13(5), 2138-2159. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1522596>

Geliş Tarihi	26.07.2024
Kabul Tarihi	01.12.2024
Yayın Tarihi	31.12.2024
*Bu CC BY-NC lisansı altında açık erişimli bir makaledir.	

¹ Doç.Dr., Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, Kastamonu, Türkiye, atutuncu@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9473-9401.

² Prof.Dr., Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, Kastamonu, Türkiye, aaksoy@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6068-2387.



2024, 13 (5), 2138-2159 | Research Article

Evaluation of the Effects of the Applied Shocks on Environmental Pollution in Candidate Countries for European Union Membership

Asiye Tütüncü¹

Aybala Demirci Aksoy²

Abstract

The purpose of this study is to examine the permanent/temporary nature of the shocks experienced in the environmental pollution level of candidate countries for EU membership, such as Türkiye. Accordingly, 7 countries out of 9 candidate countries for which carbon dioxide emission and ecological footprint data for the period between 1993 and 2022 were available were taken into consideration. As of the present day, Albania, Bosnia and Herzegovina, Georgia, Moldova, Montenegro, North Macedonia, Serbia, Türkiye, and Ukraine are the candidate countries for EU membership. Despite being candidate countries for EU membership, these countries include the economies that import the most waste from the EU and have high pollution rates in rivers, according to the data from the European Statistical Office. In this respect, it is important to determine the long-term movements of variables for countries to reduce environmental degradation and make effective policy decisions. The analyses using SURADF, CADF, and BCIPS panel unit root tests concluded that the variables generally had unit roots and the effects of the applied shocks on environmental pollution were permanent. Considering the individual results for CO₂ emission and ecological footprint variables on the basis of candidate countries for European Union membership, it was determined that the effect of shocks in Moldova was temporary for both variables, whereas the effect of shocks was permanent in other countries. For the ecological footprint, the effects of shocks were temporary in Georgia and Moldova but permanent in the other countries.

Keywords: CO₂ Emission, Ecological Footprint, European Union Candidate Countries, Traditional Panel Unit Root Tests, Fourier Panel Root Test

Tütüncü, A., & Demirci Aksoy, A. (2024). Evaluation of the Effects of the Applied Shocks on Environmental Pollution in Candidate Countries for European Union Membership, *Journal of the Human and Social Science Researches*, 13(5), 2138-2159. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1522596>

Date of Submission	26.07.2024
Date of Acceptance	01.12.2024
Date of Publication	31.12.2024
*This is an open access article under the CC BY-NC license.	

1 Associate Professor, Kastamonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Finance and Banking, Kastamonu, Türkiye, atutuncu@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9473-9401.

2 Professor, Kastamonu University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Finance and Banking, Kastamonu, Türkiye, aaksoy@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6068-2387.

Giriş

Sanayi devriminden günümüze kadar, ülkeler ekonomik olarak gelişmeyi ön planda tutmaktadır. Ancak bu hızlı sanayileşme süreci ekonomik gelişmeye olumlu katkı sağlamasına rağmen, birçok olumsuz durumu da beraberinde getirmektedir. Ekonomik gelişme için göz ardı edilen çevresel bozulma, bu olumsuzlukların başında gelmektedir. Birincil enerji kullanımına bağlı olarak, artan çevre kirliliği ekosistemi bozarak, küresel ısınmayı hızlandırmakta ve sürdürülebilir büyümeyi tehdit etmektedir (Ulucak ve Lin, 2017, s. 337). Küresel milli gelirin çoğunluğunun biyolojik çeşitliliğe ve sürdürülebilir ekosisteme dayandığı dikkate alındığında, yaşanan bozulmaların milli gelir üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olması beklenmektedir (United Nations Environment Report, 2023). Bu durum ülkelerin başlıca hedefleri arasında yer alan ekonomik büyümenin sağlanabilmesinde çevre kirliliğinin önemi ortaya koymaktadır. Bu nedenle özellikle 21. yüzyılda yapılan araştırmalar bu konu üzerine yoğunlaşmaktadır (Solarin vd., 2019, s. 405; Yazıcı ve Çil, 2021, s. 4).

Bu bağlamda, politika yapımcılarının geleceğe yönelik etkili kararlar alabilmesi adına, çevre kirliliğini temsil eden değişkenlere ilişkin tahminlerin yapılması önem arz etmektedir. Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency, 2023) verilerine göre, sera gazı emisyonları arasında yaklaşık %80 ile en fazla kirliliğe neden olan değişkenler arasında karbondioksit (CO₂) emisyonunu gösterilmektedir. Birçok ekonomik faaliyet, üretim sürecinde birincil enerji kaynaklarını gerekli bir girdi olarak ele almaktadır. Bu da enerji tüketen ekonomilerin küresel iklim değişikliğine en büyük katkıda bulunan CO₂ gazının salınmaya devam etmesine neden olduğu anlamına gelmektedir (Chang ve Lee, 2008, s. 498). CO₂ salınımını azaltabilmek amacıyla Kyoto Protokolü (1997) ve Paris Anlaşması (2015) başta olmak üzere çeşitli anlaşmalar yapılmaktadır. Bu anlaşmalar genel olarak CO₂ emisyonunu azaltmaya yönelik çeşitli yükümlülükler içermektedir. Alan Yazın CO₂ emisyonundan farklı olarak çeşitli çevresel göstergeler bulunmaktadır. Ülkelerin yoğunlukla CO₂ emisyonlarını azaltmaya odaklanmasını ve diğer kirlilik kaynaklarını göz ardı etmesini çevresel bozulmanın önlenmesinde yetersiz olduğu ileri sürülmektedir (Ulucak ve Lin, 2017, s. 338; Solarin ve Bello, 2018, s. 36; Alper ve Alper, 2021, s. 427; Bello vd., 2023, 35385).

Bu durumun en önemli nedeni olarak orman, madencilik ve petrol stoklarının da doğa üzerinde büyük bir baskıya sahip olması gösterilmektedir. Bu nedenle çevresel bozulmanın tüm unsurlarını dikkate alan ve mümkün olduğunca çok sayıda spesifik çevre kirliliği göstergesi içeren, kümülatif bir endeksin kullanımı önerilmektedir (Solarin ve Bello, 2018, s. 37; Alper vd., 2023, s. 22101). Bu bağlamda alan yazında toplu bir çevre kirliliği göstergesi olarak ekolojik ayak izinin (EF)⁵ kullanılması birçok araştırmacı tarafından önerilmektedir (Bilgili vd., 2019; Alper ve Alper, 2021; Erdoğan ve Okumuş, 2021; Çağlar ve Mert, 2022; Bayraktar vd., 2023).

⁵ Ekolojik ayak izi kavramı, alan yazına Rees (1992) tarafından kazandırılmıştır. Wachernagel ve Rees (2006) çalışmasında bu kavram geliştirilerek farklı alt bileşenleri belirlenmiştir. Ekolojik ayak izi sınırlı sayıdaki doğal kaynaklar üzerindeki sonsuz sayıdaki insanların taleplerini gösteren bir deyişkendir ve ekili arazi, otlak arazi, orman ürünleri, balıkçılık alanları, yapılaşmış arazi ve ekolojik ayak izi olmak üzere 6 farklı bileşenin (ekili araziler, otlak arazileri, orman ürünleri, balıkçılık sahaları, inşa edilmiş araziler ve ekolojik ayak izi) dikkate alınmasından oluşmaktadır (Küresel Ayak İzi Ağı-Global Footprint Network, 2024).

Çevresel bozulma değişkenlerinin nasıl davrandığını belirleyebilmek araştırmacılar ve politika yapımcılar tarafından alınacak kararların uygulanabilmesinde yapıcı bir araştırma sorusu olarak gündeme gelmiştir. Bu sorunun cevabının alınabilmesinde kullanılan yöntem ise birim kök testleridir. Birim kök testleri, bir değişkenin geçmiş davranışına dayalı olarak gelecekteki davranışı hakkında bilgi sağlamakta ve böylece politika yapımcılarının gelecek için uygun politikalar hazırlayabilmesine olanak sunmaktadır (Tiwari vd., 2016). Bu bağlamda, çevresel bozulma değişkenlerine dönem içerisinde uygulanan şokun kısa dönemde kalıcı mı yoksa geçici mi olduğu belirlenebilmektedir. Değişkenlerin birim kök içermemesi çevresel bozulmanın azaltma eğilimine sahip olduğunu işaret etmektedir. Bu durum çevresel düzenlemelerin mevcut bozulmayı azaltma eğilimde olduğunu (olumlu sonuç verdiğini) ve değişkenin uzun dönemde eğilimine geri döneceğini de gösterebilmektedir (Tiwari vd., 2016, s. 528; Lin vd., 2018, s. 269; Churchill vd., 2020, s. 2; Pata ve Yilanci, 2021, 626).

Dünya Bankası (2023) raporuna göre, dünyada en büyük çevresel bozulma Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde yaşanmaktadır, dünyanın CO₂ emisyonu ortalama 4,27 iken, AB ülkelerinde bu oran 7,52 olarak gerçekleşmektedir. Bunun önemli bir nedeni olarak, dünyadaki en büyük enerji tüketicileri olmaları gösterilmektedir (Yıldırım, 2019). AB iklim değişikliğini kontrol altına almak, çevre sorunlarına köklü çözümler üretebilmek için çeşitli anlaşmaları uygulamaktadır. Bunun yanı sıra, 11 Aralık 2019'da da AB'nin iklim gündemine ilişkin bir yol haritası ve aynı zamanda AB'nin yeni ekonomik büyüme stratejisi olan Avrupa Yeşil Mutabakatı 'nı yayımlayarak, 2050 yılına kadar sıfır karbon salınımı hedefini gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Avrupa Komisyonu (2023) raporuna göre, AB sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin çoğuna yönelik çevresel düzenlemelere ilişkin önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Ancak, alınan birçok tedbir ve düzenlemeyi, kaynak verimliliği yol haritası ve atık sonu kriterlerini içeren Atık Çerçeve direktifine rağmen kirlilik seviyesinde sürdürülebilir bir düşüş sağlamak birlik için bir sorun olmaya devam etmektedir (Altıntaş ve Kassouri, 2020). Mert vd. (2019) bu durumun nedeni olarak, AB'ye son üye olan ülkelerin çevresel düzenlemelerinin eski üye ülkelere kıyasla en az 20 yıl gerisinde olduğu ile ilişkilendirmektedir. Ek olarak Wang et al. (2023) çalışmasında özellikle son üye olan ülkelerin birlik içinde heterojenliği arttırdığı ve bu nedenle çevresel düzenleme ile ilgili çalışmalarda bu duruma dikkate edilmesi gerektiği vurgulamaktadır. Bu nedenle AB, her geçen yıl artan bir şekilde iklimin ve aynı zamanda çevrenin korunmasına ilişkin politikalarını geliştirmekte, üye ülkelerin daha sıkı önlemler almasını sağlamakta ve küresel iklim politikalarında öncü bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda AB'ye üye olmak isteyen her aday ülke için de AB Yeşil Mutabakatı 'nın uygulanmasını gerekli bir koşul olarak sunulmaktadır. Bu bağlamda aday ülkelerin çevresel düzenlemeleri ön plana çıkmaktadır.

Günümüz itibarıyla AB'ye aday ülke konumunda olan ülkeler, Arnavutluk, Bosna Hersek, Gürcistan, Moldova, Karadağ, Kuzey Makedonya, Sırbistan, Türkiye ve Ukrayna'dır. Söz konusu ülkeler geliştirmekte olan ülke statüsünde yer almakla birlikte, ekonomik olarak çeşitli göstergelerde de benzerlik göstermektedirler. Aynı zamanda kirlilik seviyeleri dikkate alındığında, ülkeler en üst sıralarda yer almasa da, Dünya Bankası (2023) verileri dikkate alındığında sera gazı emisyonları yıllar itibarıyla hızla artmaktadır. Ayrıca AB aday ülke konumunda olmalarına rağmen Avrupa İstatistik Ofisi Eurostat (2023) verilerine göre, AB'den en çok atık ithal eden ve nehirlerde kirlilik oranı

yüksek olan ekonomiler, bu ülkeler arasında bulunmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin çevresel bozulmalarını azaltabilmesi ve etkin politika kararlarının alınabilmesinde değişkenlerin uzun dönemli hareketlerinin belirlenebilmesi önem arz etmektedir. Böylece aday ülkelerin çevresel düzenlemelerini daha kısa sürede en uygun haline getirip bu sürecin etkin bir şekilde tamamlanması sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, AB üyeliğine aday konumunda olan ülkelerin çevresel kirlilik seviyesinde yaşanan şokların kalıcı/geçici olma durumunun, dolayısıyla uygulanan politikaların etkinliğinin incelenmesidir. Bu bağlamda bu çalışma alan yazına üç farklı şekilde katkı sunmaktadır. Bunlardan ilki, alan yazında sıklıkla kullanılan CO₂ ve ekolojik ayak izini birlikte ele alarak çevresel bozulmayı ifade eden değişkenlerdeki şokların etkisinin karşılaştırılabilmesine imkân sağlamasıdır. Diğeri ise, bu karşılaştırmanın ele alınmasında geleneksel birim kök testlerinin yanı sıra, farklı yapısal değişimleri dikkate alarak geliştirilen birim kök testi kullanılarak elde edilen bulguların karşılaştırılmaktadır. Son olarak, alan yazında oldukça az incelenen ancak, son yıllarda çevresel bozulma hızı artan ve hızla gelişen ekonomiler arasında yer alan Türkiye başta olmak üzere diğer AB aday üyesi ülkeler ele alınarak, üyelik sürecinde uygulanan çevre politikalarının etkinliği ve sürdürülebilir ekonomik gelişmelerinin karşılaştırılmaktadır. Alan yazın incelendiğinde, ifade edilen bu durumları birlikte ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. İfade edilen tüm durumlar, bu çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

Bu çalışma toplam beş bölümden oluşmaktadır. İlk olarak konu ve kapsamın ifade edildiği giriş bölümü, bu bölümü takibe günümüze kadar ele alınan konu ile ilgili yapılan çalışmaların yer aldığı alan yazın bölümü yer almaktadır. Üçüncü ve dördüncü bölümlerde ise, sırasıyla çalışmada uygulanan ekonometrik yöntemlerin ifade edildiği metodoloji bölümü ve veri seti ve bulgular yer alırken, son bölümde sonuç ve tartışmaya yer verilmektedir.

1. Alan Yazın

Hızla artan dünya nüfusu beraberinde üretim hızını da arttırmakta ve bu durum doğal kaynakların tahrip edilmesine neden olmaktadır. Çevre kirliliği ve buna bağlı olarak iklim değişikliğinde yaşanan artışlar dünya ekonomileri tarafından minimize edilmeye çalışılmaktadır. Bu bağlamda birçok anlaşma, protokol vb. yapılsa da ciddi azalmalar yaşanmamıştır. Bu nedenle çevresel sorunlar, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik konuları son dönemlerde alan yazında tartışılmaya başlanmıştır.

Alan yazında yer alan çalışmalar, bireysel özellikleri doğru bir şekilde tespit edilemeyen değişkenler ile yürütülecek politikaların etkisiz olacağını belirlemiştir (Tiwari vd., 2016; Pata ve Yilanci, 2020). Bu durum çevresel göstergeler üzerindeki şokların kalıcı veya geçici bir etkiye sahip olup olmadığı ile belirlenmektedir. Bu doğrultuda çeşitli birim kök/durağanlık testlerinden yararlanılmaktadır (Solarin ve Bello, 2018; Kapkara Kaya ve Göv, 2023). Ayrıca, çevresel bozulmayı temsil eden başta CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi olmak üzere birçok değişken kullanılmaktadır. Böylece çevresel göstergelerin stokastik özelliklerinin ölçülmesi ile etkili çevre politikalarının uygulanması ve sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflenmektedir (Pata ve Yilanci, 2021). Tablo 1’de alan yazında yer alan çalışmaların sonuçları ile birlikte özetlenmektedir.

Tablo 1. Alan Yazın Özeti

Yazar/lar	Dönem/Ülke	Değişkenler	Birim Kök Testi	Sonuç
Strazicich ve List (2003)	1960-1997 21 Endüstri ülkesi	CO ₂	IPS	I(0)
Aldy (2005)	1960-2000 OECD ülkeleri	CO ₂	Markov geçiş matrisi	I(1)
Romero-Ávila (2007)	1960-2002 23 Endüstri ülkesi	CO ₂	Panel KPSS durağanlık	I(0)
Lee ve Chang (2008)	1960-2000 OECD ülkeleri	CO ₂	SURADF	14 ülke I(1), diğerleri I(0)
Chang ve Lee (2008)	1960-2000 OECD ülkeleri	CO ₂	LM tek ve çift kırılmalı	I(0)
Lee ve Chang (2009)	1950-2002 OECD ülkeleri	CO ₂	Panel KPSS durağanlık	I(0)
Acaravcı (2013)	1960-2009 19 Kıta Avrupa ülkesi, Türkiye	CO ₂	LS tek ve çift kırılmalı	Genellikle I(1) – Tek kırımlı Karma Sonuçlar – Çift Kırımlı
Li vd. (2014)	1990-2010 50 ABD eyaleti	CO ₂	Panel Fourier KSS	12 eyalet I(0), diğerleri I(1)
Özcan ve Gültekin (2016)	1960-2013 OECD ülkeleri	CO ₂	RALS-LM	I(0)
Tiwari (2016)	1960-2009 Sahra-Altı Afrika ülkeleri	CO ₂	Fourier KPSS	15 ülke I(0), diğerleri I(1)
Ulucak ve Lin (2017)	1961-2013 ABD	EF ve alt bileşenleri	Fourier ADF, Fourier LM, Fourier GLS	I(1)
Lin vd. (2018)	1950-2013 G18 ülkeleri	CO ₂	Kantil	Genellikle I(1)
Solarin ve Bello (2018)	1961-2013 128 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke	EF	Kruse (2011) ve Narayan ve Popp (2010)	Karma sonuçlar
Bilgili vd. (2019)	1961-2014 Asya, Afrika, Amerika, Avrupa kıtaları	EF	Panel KPSS	Asya I(1), diğerleri I(0)
Solarin vd. (2019)	1961-2014 92 ülke	EF	Robinson (1994) yaklaşımı	Genellikle I(0)
Yıldırım (2019)	1920-2016 28 AB üye ülkesi	CO ₂	ADF ve ZA	Tüm seriler I(1) – ADF Karma Sonuçlar – ZA
Yilanci ve Pata (2020)	1961-2016 G7, E7 ülkeleri	EF	Fourier LM	Karma sonuçlar
Yilanci ve Pata (2020)	1961-2016 ASEAN-5	EF	Panel TAR	Karma sonuçlar
Yurtkuran (2020)	1971-2016 N11 ülkeleri	EF	CADF, Fourier CADF	Genellikle I(1)
Erdoğan ve Solarin (2021)	1960-2016 151 ülke	CO ₂	Fourier Wavelet	Karma sonuçlar
Pata ve Yilanci (2021)	1961-2016 G10, N11 ülke	EF	Fourier Quantile	5 ülke I(0), diğerleri I(1)
Yıldırım vd. (2021)	1961-2016 16 Avrupa ülkesi	EF	Panel Flexible Fourier KSS	Karma sonuçlar
Alper ve Alper (2021)	1961-2016 MINT	EF ve Alt Bileşenleri	Fourier KPSS	Karma sonuçlar
Erdoğan ve Okumuş	1961-2019	EF	Panel Fourier	Karma sonuçlar

(2021)	89 ülke		KPSS	
Topallı (2021)	1960-2016 Düşük gelirli ülkeler	CO ₂	ZA, LP, LS ve doğrusal olmayan testler	Karma Sonuçlar
Yazıcı ve Çil (2021)	1965-2019 AB ülkeleri	CO ₂	ADF ve Fourier ADF	Karma Sonuçlar
Çağlar ve Mert (2022)	1960-2018 Türkiye	CO ₂	FFFFFADF	I(1) ⁶
Tatar (2022)	1973-2017 ASEAN-5	EF	SURADF ve SURKSS	I(0) ⁷
Kardaşlar (2022)	1965-2022 En fazla karbon salınımı yapan 20 ülke	CO ₂	Fourier Panel durağanlık testi	16 ülke – I(0)
Çağlar ve Mert (2022)	1965-2020 İlk 5 ülke	CO ₂	Panel KPSS, Panel Fourier KPSS	I(1)
Pata ve Aydın (2022)	1868-2014 G7 ülkeleri	CO ₂	Lineer ve Nonlineer birim kök testleri	I(1) – Lineer testler Karma sonuçlar - Nonlinear testler
Yılcı vd.(2022)	1961-2017 Gelişmekte olan ülkeler	EF	Kesirli Frekans Fourier ADF	I(0)
Dürdü ve Konat (2023)	1961-2018 CIVETS ülkeleri	EF	Fourier QKS	I(0)
Erdoğan (2023)	1961-2022 Brezilya, Güney Afrika, Yeni Zelanda	EF	ADF, Naraya ve- Popp (2010), Kapetanious (2003), Kruse (2011) ve Güriş (2019)	I(1)
Kaya ve Göv (2023)	1961-2017 BRICS+T ülkeleri	EF	Sollis (2009) ve Harvey vd. (2013)	Genellikle I(1)
Alper vd. (2023)	1961-2018 En kirli ülkeler	EF ve alt bileşenleri	Hepsag (2021)	Karma sonuçlar
Bayraktar vd. (2023)	1992-2017 BRICS+T ülkeleri	EF	ADF, Fourier ADF, Kesirli Frekans Fourier ADF	Karma sonuçlar

Not: I(0) ve I(1) sırasıyla değişkenlerin seviyesinde ve birinci farkında durağan olduğunu göstermektedir.

Tablo 1 incelendiğinde, ekolojik ayak izi değişkeninin son dönemlerde daha sık kullanıldığı gözlenmektedir. Bunun yanı sıra, OECD, ASEAN gibi benzer ülke grupları için yapılan analiz sonuçları da kendi içerisinde farklılaşmaktadır. Gelişmiş ülkeler için yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların genel olarak şokların geçici olması beklenirken, Aldy (2005), Lee ve Chang (2009), Pata ve Aydın (2022) CO₂ emisyonunu ve Ulucak ve Lin (2017) ekolojik ayak izini ele aldıkları çalışmalarında, beklenenin aksine, şokların etkisinin kalıcı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durum uygulanan analizlerin

⁶ Histerinin yönü için ardışık Bai-Perron yaklaşımından yararlanılarak örneklem dönemi rejimlere ayrılmış ve bütün rejimlerde pozitif karbon histerisinin geçerli olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'nin karbon azaltım hedefleri için önemli çevre politikaları sunmaktadır.

⁷ ASEAN-5 ülkelerinde yakınsamanın geçerli olduğu ispatlanmıştır.

farklılaşmasından (lineer/lineer olmayan veya yapısal değişimi dikkate alan/almayan) kaynaklanabilir. Ancak çevre politikaları daha sıkı olan gelişmiş ülkelerde dahi ortak bir sonuca ulaşamaması ele alınan tedbirlerin yetersiz olduğu ve konunun güncelliğini korumasını sağlamaktadır.

AB diğer ülke gruplarından daha sıkı çevre düzenlemelerine sahiptir (Yıldırım, 2019; Yıldırım vd., 2021). Bu nedenle birliğe aday olan ülkelerin çevre politikalarını yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Buna rağmen CO₂ emisyonunu ele alan Yıldırım (2019) ve Yazıcı ve Çil (2021); ekolojik ayak izini ele alan Bilgili vd. (2019), Yıldırım vd. (2021) ve Yılcı vd. (2022)'nin çalışmalarının sonuçları farklılık göstermektedir. Ancak, sonuçların genel olarak I(0) olduğu söylenebilir. Bu nedenle birliğin beklentisi AB üye sürecinde olan ülkelerin çevresel kirliliğini de kontrol altına alması ve şokların etkisinin geçici olması yönündedir. Bu bağlamda bu çalışma alan yazından farklı olarak, AB üyeliğine aday konumunda olan ülkelerin çevresel kirlilik seviyesinde yaşanan şokların kalıcı/geçici olma durumunun incelemektir. Çalışma bu yönüyle alan yazına önemli bir katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda alan yazından farklı olarak, elde edilen sonuçların sağlamlığını (*robustness*) kontrol edebilmek amacıyla bu araştırma, CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi değişkenlerini aynı dönem ve yöntemler ile birlikte farklı yapısal değişim gösteren birim kök testleri ile incelemektedir.

2. Metodoloji

2.1. Yatay Kesit Bağımlılık Testleri

Ülkeler arası faaliyetlerin gelişmesi beraberinde ülkeler arası etkileşimin artmasına neden olmaktadır. Bu durumda bir ülkede meydana gelen şok, diğer ülkelerde çeşitli etkiler meydana getirebilir. Bu durum panel veri analizlerinde kendini göstermekte ve yatay kesit bağımlılık analizleri altında ele alınmaktadır. Breusch ve Pagan (1980) çalışmasında Lagrange çarpan (LM) testini birimlere ait hata terimleri korelasyonu hesaplamak için ele almış ve böylece bu analizlerden ilkinin lalan yazına kazandırmıştır.

Pesaran (2004) çalışmasında Monte Carlo denemeleri ile bu yatay kesit bağımlılık testini sınamış ve küçük örneklerde bozulmalar yaşadığını belirlemiştir. Bu durumu dikkate alarak, küçük örneklerde dahi güçlü sonuçlar veren iki yeni test önermiştir (CD_{LM1} ve CD_{LM2}). Ayrıca, bu testler yapısal değişimin bulunması ve zaman boyutunun farklı eğim sergilemesi durumunda da güçlü sonuçlar vermektedir. Her iki testin kendine ait üstünlükleri bulunmaktadır; CD_{LM1} $T \rightarrow \infty$ iken, CD_{LM2} testi ise $N \rightarrow \infty$ iken daha güçlü sonuçlar vermektedir. Son olarak Pesaran vd. (2008) çalışmasında söz konusu yatay kesit bağımlılık testlerinin tutarsız sonuçlar verdiği durumda dahi tutarlı sonuçlar veren, aynı zamanda T ve $N \rightarrow \infty$ iken kullanılabilen yeni bir test önermektedir.

2.2. Panel Birim Kök Testleri

Birim kök testleri, bir serinin yaşadığı dışsal şok sonrası ortalamaya dönüşü hakkında bilgi vermektedir. Eğer seri birim kök içeriyorsa şokların etkisi kalıcı, içermiyorsa geçicidir (Tiwari vd., 2016, 528). Bu çalışmada bu durum panel birim kök testleri kullanılarak incelenmektedir.

Panel birim kök alan yazını Abuaf ve Jorion (1990) çalışması ile birlikte hızla gelişmektedir (Breuner vd., 2001). İlk dönemler geliştirilen testler (Im vd. (1997), Maddala ve Wu (1997), vb.) yatay kesit bağımlılığı dikkate almamaktadır. Bu testler birim köke

yakın ancak durağan alternatiflerle karşılaştırıldığında daha düşük güce sahiptir (Guloglu ve Ivrendi, 2008). Ayrıca yatay kesit bağımlılığı ihmal etmek hatalı sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada yatay kesit bağımlılığı dikkate alan SURADF, CADF, BCIPS panel birim kök testleri kullanılmıştır. Her bir testin diğerlerine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

2.3. SURADAF Panel Birim Kök Testi

SURADF panel birim kök testi Breuner vd. (2001) tarafından alan yazına kazandırılmıştır. Breuner vd. (2001) çalışması, Levin ve Lin (1992) ve bu çalışmaya dayanan birim kök testlerini panel verilerinin birim kök tahminlemede tek denklem kullanılmasını eleştirmektedir. Bu eleştirinin temel nedeni, birimler arasında farklılaşan birim kök sürecindeki değişimleri göz ardı etmesi, panel tamamı için karar vermesinden kaynaklanmaktadır (Breuner vd., 2001; Guloglu ve Ivrendi, 2008). Bu sorunu gidermek ve her birim için sonuç elde edebilmek amacıyla Breuner vd. (2001) SUR yöntemine dayanan ve ADF test istatistiği kullanan yeni bir birim kök testi önermektedir. Bu denklem sistemi aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$\begin{aligned}\Delta y_{1,t} &= a_1 + \rho_1 y_{1,t-1} + \sum_{i=1}^{\rho_i} \delta_{1,i} \Delta y_{1,t-i} + \varepsilon_{1,t} \\ \Delta y_{2,t} &= a_2 + \rho_2 y_{2,t-1} + \sum_{i=1}^{\rho_i} \delta_{2,i} \Delta y_{2,t-i} + \varepsilon_{2,t} \\ &\vdots \\ \Delta y_{N,t} &= a_N + \rho_N y_{N,t-1} + \sum_{i=1}^{\rho_i} \delta_{N,i} \Delta y_{N,t-i} + \varepsilon_{N,t}\end{aligned}$$

Burada ρ_i her i. birim için otoregresif katsayıyı gösterirken, SUR sistemi içerisinde istatistiksel olarak anlamlılığı her bir birim kullanılarak yapılan simülasyon sonuçlarından elde edilen kritik değerler ile test edilir (Breuner vd. 2001). Testin sıfır hipotezi birim kökün varlığını ifade ederken, her bir birim için alternatifi ile birlikte aşağıdaki gibi kurulmaktadır.

$$\begin{aligned}H_0^1: \rho_1 &= 0; H_1^1: \rho_1 < 0 \\ H_0^2: \rho_2 &= 0; H_1^2: \rho_2 < 0 \\ &\vdots \\ H_0^N: \rho_N &= 0; H_1^N: \rho_N < 0\end{aligned}$$

Bu testin en önemli avantajlarından biri SUR yöntemine dayanmasıdır. SUR yöntemi, çok denklemlili bir yapıya dayanmakla birlikte, hata terimleri arasında korelasyon olması halinde En Küçük Kareler (EKK) yöntemine göre daha etkili tahminler üretmektedir. Diğer bir avantajı ise, birimler özgü sonuçlar ürettiği için heterojenliğe izin vermesidir. Böylece hangi birimleri durağan olup olmadığı belirlenebilmektedir. Son olarak, sıfır hipotezini test etmek için elde edilen test istatistikleri standart olmayan bir dağılıma sahip olmadığı için kritik değerleri bootstrap tekniği yoluyla hesaplanmaktadır. Böylece yatay kesit bağımlılığını da dikkate almaktadır (Güloğlu ve İvrendi, 2008; Yilanci ve Gorus, 2020). Testin en büyük dezavantajı ise zaman boyutu birim boyutundan küçük olması durumunda güç değerlerinde yaşanan bozulmalardır.

2.4. CADF Panel Birim Kök Testi

Birimler arası heterojenlik ve yatay kesit bağımlılığı dikkate alan bir diğer birim kök testi de Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF panel birim kök testidir. Pesaran (2007) çalışmasında Im vd. (1997) panel birim kök testini yatay kesit bağımlılığı dikkate alacak şekilde geliştirmiştir. Bu test SURADF birim kök testi gibi ADF testine dayanmakta, ancak farklı olarak birimlerin yanı sıra panelin geneli için de CIPS test istatistiği üretmektedir. CIPS test istatistiği birimler için elde edilen CADF test istatistiklerinin aritmetik ortalamasına dayanmaktadır. CADF test istatistiği ise, gecikmeli yatay kesit ortalamaları ile ADF test istatistiğinin geliştirilmiş versiyonudur. Bu test yatay kesit bağımlılığının paneli oluşturan zaman serilerinin gözlenmeyen ortak bir faktör ile gerçekleştiği varsayımına dayanmaktadır. Pesaran (2007) çalışmasında aşağıda yer alan denklem yardımıyla hata terimini gözlenemeyen ortak faktörlerden ayrıştırarak analize dahil etmektedir.

$$u_{i,t} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{i,t}$$

Bu denklemde f_t durağan olduğu varsayılan gözlenmeyen ortak etkiyi, $\varepsilon_{i,t}$ zamana (t) ve birimlere (i) göre değişen bireysel ve spesifik etkileri göstermektedir. Böylece Pesaran (2007) ortak faktörün $y_{t,i}$ değerinin yatay kesit ortalaması ve geçmiş değerleri ile yaklaşık olarak tahmin edilebileceğini göstermektedir. CADF test istatistiği EKK yöntemini kullanarak aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\Delta y_{i,t} = \beta_i + \delta_i y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} c_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + d_{i,t} + h_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{i,j} \Delta \bar{y}_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t}$$

Bu denklemde $\bar{y}_{i,t}$ gözlemlerin zaman göre ortalamasını ifade etmektedir. CADF test istatistiğinden yola çıkarak elde edilen CIPS test istatistiği ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

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

CADF panel birim kök testinin sıfır ve alternatif hipotezleri SURADF testi ile aynıdır. Ek olarak, bu testin SURADF birim kök testinden üstün yanından biri $N > T$ veya $T > N$ olduğu durumlarda tutarlı sonuçlar üretmesi ve kritik değerlerin Pesaran (2007) çalışmasında ifade edilmiş olmasıdır (Guloğlu ve İvrendi, 2008).

2.5. BCIPS Panel Birim Kök Testi

Serin birim kök sürecinin incelenmesinde yapısal değişimleri dikkate almamak sıfır hipotezi ile ilgili yanlış karar almaya neden olabilir (Enders ve Lee, 2012). Bu amaçla alan yazında geliştirilen birçok test bulunmaktadır. Ancak bu testler yapısal değişimi kukla değişkenler yardımıyla keskin kırılmalar altında incelemektedir (Carrion-i-Silvestre vd., 2005; Im vd., 2005; Bai ve Carrion-i-Silvestre, 2009). Enders ve Lee (2012) çalışmasında özellikle makroekonomik değişkenlerde değişimin hızlı yaşanmamasından dolayı sert kırılmalı birim kök testlerinde ziyade yumuşak geçişli testlerin kullanılmasını önermektedir.

Lee vd. (2016) farklı olarak yapısal değişimi yakalamak için kukla değişkenler yerine Enders ve Lee (2012) tarafından önerilen Fourier fonksiyonlarını⁸ kullanarak yeni bir birim kök testi alan yazına kazandırmışlardır. Bu doğrultuda Pesaran vd. (2013) çalışmasında kullandığı çok faktörlü hata yapısı modelini deterministik bileşenlerdeki yumuşak kırılmalara izin verecek şekilde geliştirmişlerdir. Lee vd. (2016) çalışmalarında bu testi, değişkenler arasındaki yatay kesit bağımlılığını ve deterministik bileşenlerdeki yumuşak kırılmalara izin veren yeni bir basit panel birim-kök testi olarak ifade etmektedir.

BCIPS panel birim kök testi, ilk aşamada kırılmaları ve yatay kesitsel bağımlılığı genişletilmiş ADF (BCADF) istatistiğini ve ortalama istatistiğini heterojen özelliğe sahip tek frekanslı bir Fourier fonksiyona analizde yer verebilmek amacıyla yatay kesitsel olarak artırılmış ADF (CADF) fonksiyonunu düzenleyerek genişletmişlerdir. Daha sonrasında kırılmalar ve yatay kesit bağımlılığı altında geliştirilmiş IPS (BCIPS) istatistiğinin BCADF istatistiklerinin birimlere ait aritmetik ortalaması alınarak kullanılması önerilmiştir (Lee vd., 2016).

Lee et al. (2016) söz konusu CADF istatistiği kullanılarak önerilen BCADF (Break and Cross-Sectional Dependence Augmented ADF Statistic) istatistiğini aşağıda yer alan denklem ile genişletmektedir.

$$\Delta y_{it} = c_{i,0} + c_{i,1} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + c_{i,2} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + c'_{1,3}\bar{z}_{t-1} + c'_{1,4}\Delta\bar{z}_t + \sum_{j=1}^p c'_{1,5}\Delta\bar{z}_{t-1} + \sum_{j=1}^p c_{i,6}\Delta y_{i,t-1} + b_i y_{i,t-1} + e_{it}$$

Bu denklemde yer alan p optimal gecike uzunluğunu; t trend değerini; $\pi = 3.1416$ değerini; T örnek hacmini ve k Fourier fonksiyonlarının optimal frekans sayısını; $z_{it} = (y_{it}, x'_{it})'$ ise x'_{it} ortak faktörün vektörünü göstermektedir. Lee vd. (2016), Pesaran et al. (2013) çalışmasında ele aldığı IPS istatistiği kırılmalar ve yatay kesit bağımlılığı kullanılarak geliştirerek BCIPS test istatistiği olarak ifade etmekte ve aşağıda gibi hesaplamaktadır.

$$BCIPS(N, T) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i(N, T)$$

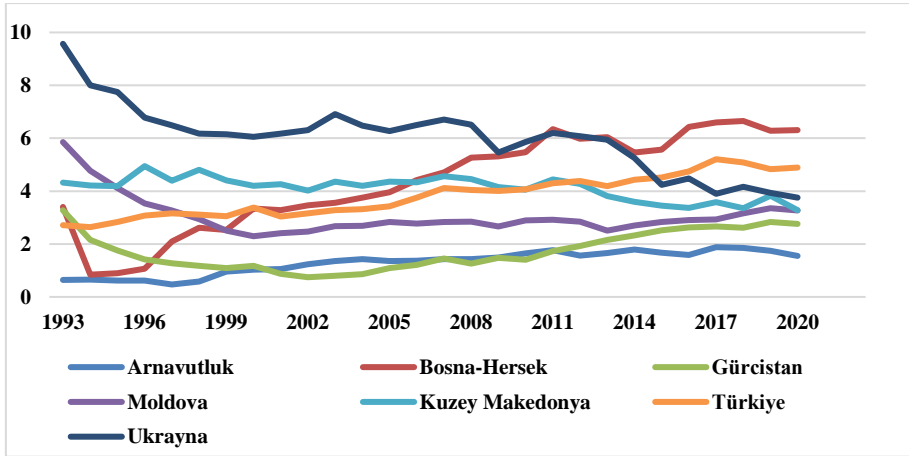
Bu denklemde t_i , her birim hesaplanan test istatistiğini göstermektedir. Ayrıca testin sıfır hipotezi birim kök sürecini ifade etmektedir.

⁸ Fourier fonksiyonlarının çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bunlardan ilki, modeldeki uygun bileşenin belirlenmesini içermekte ve bu nedenle kırılma tarihlerinin, kırılmaların sayısının ve kırılmaların biçiminin seçilmesi gibi karmaşık süreçleri ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca Fourier fonksiyonları bilinmeyen bir formdaki kırılmalar için iyi bir yaklaşım sunarak diğer kırılmalı testlere göre daha iyi sonuçlar üretir (Lee vd 2016: 366). Enders ve Lee (2012), önerilen testlerinin bilinmeyen formların ve sayıların deterministik eğilim fonksiyonundaki çeşitli olası kırılma mekanizmalarına karşı sağlam olduğunu göstermektedir.

3. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

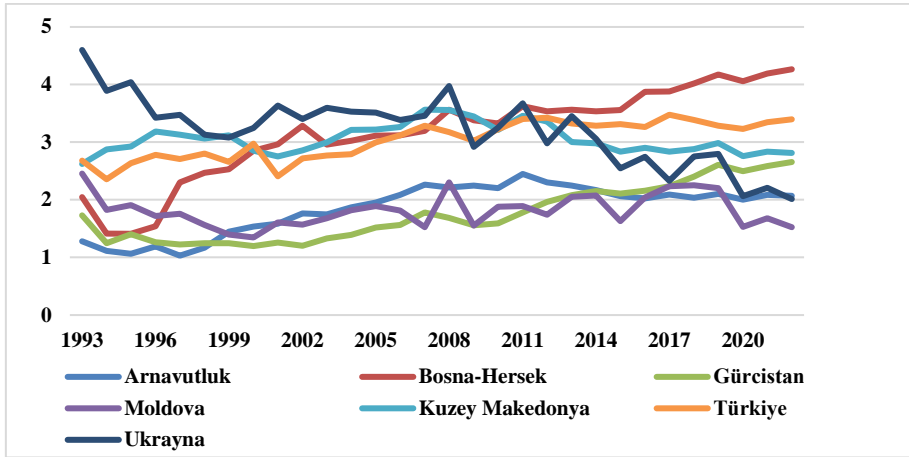
3.1. Veri Seti

AB üyeliğine aday konumunda olan ülkelerin çevresel kirlilik seviyesinde yaşanan şokların kalıcı/geçici olma durumunun incelenmesidir. Bu durumda olan 9 ülke (Arnavutluk, Bosna Hersek, Gürcistan, Moldova, Karadağ, Kuzey Makedonya, Sırbistan, Türkiye ve Ukrayna) belirlenmiştir, ancak Karadağ ve Sırbistan'a ait verilerin kısıtlı olması sebebiyle analiz dışında bırakılmış olup diğer ülkeler ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda kullanılan çevresel bozulma göstergelerinden CO₂ emisyonu için Dünya Bankası (2023) verilerinden kişi başına düşen CO₂ emisyonu, ekolojik ayak izi için ise Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network, 2024) tarafından yayınlanan kişi başına düşen ekolojik ayak izi değişkeni ele alınmıştır. Bunun yanı sıra, panel veri analiz yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışma, 1993-2020 dönemini kapsamaktadır. Başlangıç tarihi Sovyet Rusya'nı dağılmasından sonra ülkelerin veri yayınlanmaya başladığı tarih olarak belirlenirken; bitiş tarihi için Dünya Bankası (2023) tarafından CO₂'nin en son yayınlama tarihi dikkate alınmıştır. Dönem içerisinde değişkenlerin aldığı değerlere ait Grafik 1 ve Grafik 2'de yer verilmektedir.



Grafik 1. CO₂ (Kişi Başına) Değişkeni

Grafik 1 incelendiğinde, en yüksek kirlilik seviyesinin Ukrayna'ya, en düşük ise, Arnavutluk'a ait olduğu görülmektedir. Ancak Ukrayna ve Kuzey Makedonya'nın kirlilik seviyesi yıllar itibariyle düşüş eğilimi gösterirken diğer ülkelerde artış yönündedir. Özellikle Bosna-Hersek'te bu artış hızının diğerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, Grafik 2'de yer alan ekolojik ayak izi değişkeni dikkate alındığında, en yüksek değer Ukrayna'ya aitken, ortalama olarak en düşük olan ülke Gürcistan'dır. Benzer şekilde Ukrayna yıllar itibariyle ekolojik ayak izini azaltırken, Moldova hariç diğer ülkelerde artış, Moldova da belirli aralıkta dalgalanma yaşandığı görülmektedir.



Grafik 2. Ekolojik Ayak İzi (Kişi Başına) Değişkeni

Değişkenlerin ülke bazında karbondioksit emisyonu ve ekolojik ayak izi değişkenlerine ait tanısal istatistiklere Tablo 2’de yer verilmektedir. Tablo 2 incelendiğinde, CO₂ emisyonu Arnavutluk, Bosna-Hersek, K. Makedonya’nın, EF değişkeni ise Arnavutluk, Bosna-Hersek, Türkiye ve Ukrayna’nın sola çarpık bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Basıklık değerleri incelendiğinde ise, CO₂ ve EF değişkenleri için sırasıyla Moldova ve Ukrayna, Ukrayna leptokurtik dağılım sergilerken; diğer ülkelere ait değişkenler platykurtik dağılım sergilemektedir. Bunun yanı sıra, Jarque-Bera test istatistiği incelendiğinde, değişkenler arasında sadece Moldova’ya ait CO₂ değerinin normal dağılıma uymadığı diğer tüm değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Tanısal İstatistikler

	Ortalama	Medyan	Maks.	Min.	SS	Eğiklik	Basıklık	JB	p- değeri
CO₂									
Arnavutluk	1,30	1,43	1,88	0,47	0,44	-0,59	2,03	2,74	0,25
Bosna-Hersek	4,34	4,56	6,65	0,84	1,81	-0,47	2,11	1,96	0,38
Gürcistan	1,74	1,47	3,28	0,74	0,73	0,44	1,95	2,19	0,33
Moldova	3,06	2,84	5,85	2,29	0,75	2,35	8,65	63,06	0,00
K. Makedonya	4,12	4,21	4,95	3,28	0,43	-0,43	2,51	1,13	0,57
Türkiye	3,81	3,88	5,21	2,64	0,77	0,20	1,79	1,91	0,39
Ukrayna	6,00	6,17	9,57	3,75	1,31	0,26	3,63	0,77	0,68
EF									
Arnavutluk	1,83	2,01	2,45	1,03	0,44	-0,61	2,00	2,93	0,23
Bosna-Hersek	3,08	3,24	4,18	1,41	0,78	-0,82	2,88	3,18	0,20
Gürcistan	1,69	1,58	2,61	1,20	0,44	0,57	2,08	2,48	0,29
Moldova	1,83	1,82	2,46	1,35	0,29	0,39	2,35	1,19	0,55
K.Makedonya	3,07	3,00	3,56	2,62	0,25	0,44	2,32	1,45	0,48
Türkiye	3,02	3,07	3,48	2,36	0,32	-0,38	1,94	1,96	0,37
Ukrayna	3,28	3,40	4,60	2,06	0,54	-0,04	3,33	0,13	0,94

Not: SS, JB sırasıyla standart sapma, Jarque-Bera istatistiklerini göstermektedir.

3.2. Ampirik Bulgular

Panel veriler birim ve zaman boyutunu birlikte incelemesinden dolayı ele alınan birimler arasında etkileşim olması beklenmektedir. Söz konusu etkileşim bir birimde meydana gelen şokun diğerlerini etkileyip etkilemediğinin araştırılmasına dayanmaktadır. Bu sorunun cevabı ise yatay kesit bağımlılık testleri ile elde edilmektedir. Bu doğrultuda değişkenler alan yazın tarafından önerilen farklı yatay kesit bağımlılık testlerine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlara Tablo 3’de yer verilmiştir.

Tablo 3. Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

Yatay Kesit Bağımlılık Testleri	Test İstatistikleri	Test İstatistikleri
Breusch ve Pagan (1980)	37,018**	140,868***
Pesaran (2004)	2,472***	18,496***
Pesaran (2004)	-3,25***	-2,124**
Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008)	3,905***	2,889***

Not: **, *** sırasıyla 0,05, 0,10 istatistiksel anlamlılık seviyelerini gösterilmektedir.

Tablo 3 incelendiğinde, yatay kesit bağımlılığı belirlemek için yararlanılan testlerin her iki değişken için de benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle değişkenlerin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu ve bu durumu dikkate alan birim kök testlerin kullanılması gerektiği ifade edilebilir. Bu bağlamda bu çalışmada değişkenlere uygulanan şokun geçici mi, kalıcı mı olduğunun belirlenmesinde yatay kesit bağımlılığı dikkate alan SURADF, CADF ve BCIPS panel birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı dikkate almayan SURADF ve CADF panel birim kök testlerine ait ampirik sonuçlar Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4. Geleneksel Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	SURADF Test İstatistiği		CADF Test İstatistiği	
	Sabitli	Sabitli+Trendli	Sabitli	Sabitli+Trendli
<i>CO₂</i>				
Arnavutluk	-1,36 ¹	-1,72 ¹	-1,6 ¹	-1,73 ¹
Bosna-Hersek	-2,11 ¹	-3,28 ¹	-1,29 ¹	-3,32
Gürcistan	-2,39 ¹	-5,14 ¹	-1,55 ¹	-3,31 ¹
Moldova	-5,09 ^{1,*}	-5,3 ^{1,*}	-3,65 ^{**}	-2,68 ¹
K. Makedonya	-0,49 ¹	-2,42 ²	-1,61 ³	-3,47 ²
Türkiye	-1,55 ¹	-2,58 ¹	-0,21 ¹	-2,03 ¹
Ukrayna	-1,78	-3,53 ¹	-2,28 ¹	-2,65 ¹
<i>EF</i>				
Arnavutluk	-3,17 ¹	0,24 ¹	-0,77 ¹	-0,71 ¹
Bosna-Hersek	-4,12 ¹	-1,02 ¹	-1,81 ³	-2,22 ³
Gürcistan	-1,64 ¹	-5,97 ^{1,**}	-0,56 ³	-2,69 ³
Moldova	-1,99 ¹	-4,76 ¹	-2,91 ¹	-4,34 ^{1,**}
K. Makedonya	-3,55 ¹	-3,21 ¹	-2,92 ¹	-0,85 ¹
Türkiye	-3,23 ¹	-1,79 ¹	-1,86 ¹	-3,11 ¹
Ukrayna	-3,51 ¹	-4,64 ²	-0,7 ¹	-1,32 ²

Not: Üst indisler optimal gecikme uzunluğunu; *, 0,10 istatistiksel anlamlılık ve **, 0,05 istatistiksel anlamlılık seviyelerini göstermektedir. 5000 bootstrap değeri kullanılmış olup, tablo kritik değerler SURADF ve CADF için sırasıyla bootstrap değerlerin ve Pesaran (2007) çalışmasından temin edilmiştir.

Tablo 4’de yer alan SURADF panel birim kök sonuçları incelendiğinde, Moldova hariç diğer tüm ülkelerde karbondioksit emisyonu birim kök içermektedir. Bu durumda emisyonuna uygulanan bir birimlik şokun etkisinin kalıcı olduğu söylenebilir. Ekolojik ayak izi için sonuçlar incelendiğinde ise, sabitli+trendli modelde Gürcistan hariç, diğer tüm ülkelerde şokun etkisinin kalıcı olduğu belirlenmiştir. CADF panel birim kök testi sonuçları ele alındığında, CO₂ değişkeni benzer şekilde Moldova için durağan iken, EF değişkeni de sabitli+trendli modelde Moldova için durağan olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm ülkelere ait CO₂ ve EF değişkenlerindeki şokların etkisi SURADF panel birim kök testinde olduğu gibi kalıcıdır. Grafik 1’de de görüldüğü üzere, Moldova’nın 2000’li yılların başından itibaren çevre kirliliğinde azalma bulunmaktadır. Ülke ekonomisinin yoğunlukla tarımdan oluşması, iklim değişikliğine duyarlılığı arttırmaktadır. AB tam üyeliği için çevre politikalarını uygulamayı sürdüren Moldova, 2010 yılından itibaren çevre ve enerji sektöründe politika geliştirme ve mevzuatın uyumlaştırılması için ilave yükümlülükler içeren Avrupa Enerji Topluluğu Antlaşması’nın tam üyesidir (United Nations Development Programme, 2024). Bu bağlamda elde edilen ampirik sonuçlar, ülkenin almış olduğu kararların etkili olduğunu göstermektedir.

SURADF ve CADF panel birim kök testleri yapısal değişimi dikkate almamaktadır. Yapısal değişimlerin dikkate alınmaması, sıfır hipotezi ile ilgili kararı yanlış olmasına neden olabilir. Ayrıca ele alınan dönem içerisinde ülkelerin politika yapıcılarının AB Yeşil Mutabakatı ve farklı anlaşmalar çerçevesinde çevresel düzenlemelerine ilişkin çeşitli kararlar aldığı dikkate alındığında şokların etkisinin belirlenmesinde yapısal değişimin önemli olduğu ifade edilebilir. Bunun yanı sıra, Enders ve Lee (2012) çalışmasında makroekonomik değişkenlerde yaşanan değişimlerin yumuşak gerçekleştiğini bu nedenle sert kırılmalar yerine yumuşak kırılmaların dikkate alınması gerektiğini belirlemiştir. Bu nedenle bu çalışmada yapısal değişim Fourier fonksiyonları altında değişimi yumuşak ele alan BCIPS panel birim kök testi ile incelenmiş ve elde edilen sonuçlara Tablo 5’de yer verilmiştir.

Tablo 5. BCIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	m = 1			m = 2		
	Optimal Gecikme	Frekans Sayısı	Test İstatistiği	Optimal Gecikme	Frekans Sayısı	Test İstatistiği
CO ₂	3	2	-1,87	1	1	-2,96
EF	3	2	-2,07	1	2	-2,12

SURADF ve CADF panel birim kök testleri her birim için ayrı sonuç elde edebilmemize imkân sağlarken, BCIPS panel birim kök testi panelin tamamı için sonuç üretmektedir. Tablo 5’de yer alan test istatistikleri Lee vd. (2016) çalışmasından elde edilen tablo kritik değerleri ile karşılaştırıldığında, sıfır hipotezinin reddedilmediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda değişkenlerin yumuşak kırılmalar altında tüm panel için birim kök içerdiği ve şokların etkisinin kalıcı olduğu ifade edilebilir.

Sonuç

AB, çevresel kirliliğin önüne geçmek ve 2050’de sıfır emisyonu hedeflediği için çeşitli anlaşmaların yanı sıra AB Yeşil Mutabakatı ’nu uygulamaktadır. Bu nedenle aday ülkeler çevresel düzenlemelerine ve kirlilik seviyelerine önem vermektedir. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, Türkiye ile benzer konumda olan AB üyeliğine aday ülkelerin (Arnavutluk, Bosna Hersek, Gürcistan, Moldova, Karadağ, Kuzey Makedonya, Sırbistan,

Türkiye ve Ukrayna) çevre kirliliğine uygulanan şokların geçici/kalıcı olma durumunun incelenmesidir. Bu doğrultuda alan yazında sıklıkla kullanılan CO₂ ve ekolojik ayak izi değişkenleri 1993-2022 dönemi SURADF, CADF ve BCIPS panel birim kök testleri ile ele alınmıştır. Böylelikle elde edilen sonuçların farklı değişkenler ve yöntemler altında kıyaslanabilmesi hedeflenmiştir.

CO₂ değişkeni için SURADF ve CADF panel birim kök testlerinden elde edilen sonuçlar, Moldova; EF için SURADF ve CADF panel birim kök testlerinde sırasıyla Gürcistan ve Moldova için uygulanan şokların geçici olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar Yıldırım vd. (2021), Yılcı vd. (2022) ve Dürdü ve Konat (2023) çalışmalarında şokların etkisinin geçici olduğu bulgularını desteklemektedir. Öte yandan, Gürcistan ve Moldova hariç diğer ülkelerde şokların etkisinin kalıcı olduğu belirlenmiştir. Alan yazın incelemesinde, AB ülkeleri ve benzer gelişme seviyesindeki ülkeleri ele alan çalışmalar dikkate alındığında, bu çalışmadan elde edilen bulgular genel olarak alan yazın ile aynı doğrultudadır (Yıldırım, 2019; Acaravcı 2013; Yılcı ve Pata, 2020; Çağlar ve Mert, 2022; Kapkara ve Göv, 2023).

Ampirik sonuçlar dikkate alındığında, AB üyeliğine aday ülkelerinin politika yapımcıları tarafından çevresel düzenlemeler ile almış oldukları kararların etkili olmadığı görülmektedir. Bu durumun temel sebebi olarak uygulanan şoklar sonucunda değişkenlerin ortalamaya tekrar dönmemesi gösterilebilir. Politika yapımcıları özellikle AB Yeşil Mutabakatı kapsamında yer alan hükümlerin yanı sıra, AB ülkelerinin sıkı bir şekilde uyguladığı Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşmasını şartlarını da yerine getirmesi gerekmektedir. Ayrıca söz konusu ülkeler gelişmekte olan ülke statüsünde olup genel olarak yabancı yatırımlardan etkilenen ekonomiye sahiptir (Dünya Bankası, 2023). Bu durum kirli endüstrileri çekmesine ve ülkelerin ekonomilerini daha kırılgan haline getirmekte neden olmaktadır. Ancak politika yapımcıları kirli endüstrileri çekmek için çevresel düzenlemeleri esnetmek yerine temiz ve teknoloji dostu üretimlerin ülkede gerçekleşmesini sağlayarak, uzun dönemde ekonominin sürdürülebilir gelişimini sağlayabilir ve kirlilik seviyesini azaltabilir.

Değerlendirme	İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme
Etik Beyan	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.
Benzerlik Taraması	Yapıldı – İthenticate
Etik Bildirim	itobiad@itobiad.com
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Yazar Katkıları (Makale Çift veya Üç Yazarlı olduğu taktirde)	Çalışmanın Tasarlanması: 1. Yazar (%50), 2. Yazar (%50) Veri Toplanması: 1. Yazar (%50), 2. Yazar (%50) Veri Analizi: 1. Yazar (%60), 2. Yazar (%40) Makalenin Yazımı: 1. Yazar (%50), 2. Yazar (%50) Makale Gönderimi ve Revizyonu: 1. Yazar (%40), 2. Yazar (%60)
Peer-Review	Double anonymized - Two External
Ethical Statement	It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited.
Plagiarism Checks	Yes - İthenticate
Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Complaints	itobiad@itobiad.com
Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Author Contributions (If the article is written by two or three authors)	Design of Study: 1. Author (%50), 2. Author (%50) Data Acquisition: 1. Author (%50), 2. Author (%50) Data Analysis: 1. Author (%60), 2. Author (%40) Writing up: 1. Author (%50), 2. Author (%50) Submission and Revision: 1. Author (%40), 2. Author (%60)

Kaynaklar / References

Acaravcı, A. (2013). Yapısal Kırılmalar ve Karbon Emisyonu: Kıta Avrupa Ülkeleri İçin Ampirik Bir Uygulama. *Neuşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-11.

Aldy, J. E. (2006). Per capita carbon dioxide emissions: convergence or divergence? *Environmental and Resource Economics*, 33(4), 533-555. <https://doi.org/10.1007/s10640-005-6160-x>.

Alper, A. E., Alper, F. O., Cil, A. B., İscan, E., ve Eren, A. A. (2023). Stochastic convergence of ecological footprint: new insights from a unit root test based on smooth transitions and nonlinear adjustment. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(8), 22100-22114. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23763-6>.

Alper, A. E., ve Alper, F. Ö. (2021). Persistence of policy shocks to the ecological footprint of MINT countries. *Ege Academic Review*, 21(4), 427-440. <https://doi.org/10.21121/eab.1015635>.

Altıntaş, H., ve Kassouri, Y. (2020). Is the environmental Kuznets Curve in Europe related to the per-capita ecological footprint or CO₂ emissions? *Ecological indicators*, 113, 106187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106187>.

Bayraktar, Y., Koc, K., Toprak, M., Ozyılmaz, A., Olgun, M. F., Balsalobre-Lorente, D., ve Soylu, O. B. (2023). Convergence of per capita ecological footprint among BRICS-T countries: evidence from Fourier unit root test. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 63022-63035. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26532-1>.

Bello, M. O., Gil-Alana, L. A., ve Ch'ng, K. S. (2023). Mean reversion and convergence of ecological footprint in the MENA region: evidence from a fractional integration procedure. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(12), 35384-35397. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24678-y>.

Bilgili, F., Ulucak, R., ve Koçak, E. (2019). Implications of environmental convergence: continental evidence based on ecological footprint. *Energy and environmental strategies in the era of globalization*, 133-165.

Breuer, J. B., McNown, R., ve Wallace, M. S. (2001). Misleading inferences from panel unit-root tests with an illustration from purchasing power parity. *Review of International Economics*, 9(3), 482-493. <https://doi.org/10.1111/1467-9396.00294>.

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. <https://doi.org/10.2307/2297111>

Çağlar, A. E., ve Mert, M. (2022). Carbon hysteresis hypothesis as a new approach to emission behavior: a case of top five emitters. *Gondwana Research*, 109, 171-182. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.05.002>

Carrion-i-Silvestre, J. L., del Barrio-Castro, T., ve Lopez-Bazo, E. (2005). Breaking the panels: an application to the GDP per capita. *The Econometrics Journal*, 159-175. <https://www.jstor.org/stable/23113636>

Chang, Chun-Ping ve Lee, Chien-Chiang (2008). Are per capita carbon dioxide emissions converging among industrialized countries? New time series evidence with structural breaks. *Environment and Development Economics*, 13 (4), pp 497-515 <https://doi.org/10.1017/S1355770X08004361>.

Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., ve Smyth, R. (2020). Stationarity properties of per capita CO₂ emissions in the OECD in the very long-run: a replication and extension analysis. *Energy Economics*, 90, 104868. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104868>.

Çelik, O., Adali, Z., ve Bari, B. (2023). Does ecological footprint in ECCAS and ECOWAS converge? Empirical evidence from a panel unit root test with sharp and smooth breaks. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 16253-16265. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23178-3>.

Dünya Bankası (2023). World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>.

Dürrü, Z. ve Konat, G. (2023). CIVETS ülkelerinde ekolojik dengenin stokastik yakınsaması: Fourier Kantil birim kök testi yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 8(Özel Sayı), 137-152. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1149267>.

Enders, W., ve Lee, J. (2012). A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00662.x>.

U.S. Environmental Protection Agency (2023). Climate Change. <https://www.epa.gov/>

Eurostat (2023) Database, environment and energy. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

European Commission. (2023). Türkiye 2023 Report: Accompanying the Document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: 2023 Communication on EU Enlargement Policy. https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/system/files/2023-11/SWD_2023_696%20T%C3%BCrkiye%20report.pdf.

Erdoğan, M. (2023). Şoklar Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda’da Kişi Başı Ekolojik Dengeyi Kalıcı Olarak Etkiler mi? *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, (39), 147-160. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2023.39.1330203>

Erdogan, S., ve Okumus, I. (2021). Stochastic and club convergence of ecological footprint: an empirical analysis for different income group of countries. *Ecological Indicators*, 121, 107123. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107123>

Erdogan, S., ve Solarin, S. A. (2021). Stochastic convergence in carbon emissions based on a new Fourier-based wavelet unit root test. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 21887-21899. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12033-y>

Global Footprint Network (2024). <https://data.footprintnetwork.org/?ga=2.112370956.900793520.1721215731-1537002386.1721215731#/>

Guloglu, B. ve Ivrendi, M. (2008) 'Output fluctuations: transitory or permanent? the case of Latin America', *Applied Economics Letters*, 17(4),381-386. <https://doi.org/10.1080/13504850701735880>.

Im, Kyung So, M. Hashem Pesaran, ve Yongcheol Shin (1997), "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels," Manuscript, Department of Applied Economics, University of Cambridge.

Im, K. S., Lee, J., ve Tieslau, M. (2005). Panel LM unit-root tests with level shifts. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(3), 393-419. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2005.00125.x>.

Kaya, S. K., ve Göv, A. (2023). BRICS Ülkeleri ve Türkiye Örneğinde Ekolojik Ayak İzine Yönelik Çevresel Politika Şokları Kalıcı mı? *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1), 31-44. <https://doi.org/10.33399/biibfad.1192998> .

Kardaşlar, A. (2022). Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonunun (CO₂) Yakınsaması: Fourier Panel Durağanlık Testinden Bulgular. *Journal of Management and Economics Research*, 20(3), 239-252. <http://dx.doi.org/10.11611/yead.1061857>.

Lee, C. C., ve Chang, C. P. (2008). New evidence on the convergence of per capita carbon dioxide emissions from panel seemingly unrelated regressions augmented Dickey–Fuller tests. *Energy*, 33(9), 1468-1475. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.05.002>.

Lee, C. C., ve Chang, C. P. (2009). Stochastic convergence of per capita carbon dioxide emissions and multiple structural breaks in OECD countries. *Economic Modelling*, 26(6), 1375-1381. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.07.003>

Lee, C., Wu, J. L., ve Yang, L. (2016). A Simple panel unit-root test with smooth breaks in the presence of a multifactor error structure. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78(3), 365-393. <https://doi.org/10.1111/obes.12109>.

Levin, A. ve Lin, C. F. (1992). 'Unit Root Test in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties', University of California at San Diego, Discussion Paper No. 92-93.

Li, X. L., Tang, D. P., ve Chang, T. (2014). CO₂ emissions converge in the 50 US states—sequential panel selection method. *Economic Modelling*, 40, 320-333. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2014.04.003>.

Lin, J.; Inglesi-Lotz, R. ve Chang, T. (2018) Revisiting CO₂ emissions convergence in G18 countries, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 13(5), 269-280, <https://doi.org/10.1080/15567249.2018.1460422>.

Maddala, G. S., ve Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 631-652.

Mert, M., Bölük, G., ve Çağlar, A. E. (2019). Interrelationships among foreign direct investments, renewable energy, and CO₂ emissions for different European country groups: a panel ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 21495-21510. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05415-4>.

Ozcan, B., ve Gultekin, E. (2016). Stochastic convergence in per capita carbon dioxide (CO₂) emissions: evidence from OECD countries. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 9(18), 113-134. <https://doi.org/10.17015/ejbe.2016.018.07>.

Pata, U. K., ve Aydin, M. (2023). Persistence of CO₂ emissions in G7 countries: a different outlook from wavelet-based linear and nonlinear unit root tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 15267-15281. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23284-2>.

Pata, U. K., ve Yilanci, V. (2021). Investigating the persistence of shocks on the ecological balance: Evidence from G10 and N11 countries. *Sustainable Production and Consumption*.28: 624–636. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.027>.

Pesaran, M. H. (2004). General, diagnostic tests for cross section dependence in panels. Discussion paper No1240. <https://docs.iza.org/dp1240.pdf>.

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., Ullah, A., ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The econometrics journal*, 11(1), 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>.

Pesaran, M. H., Smith, L. V., ve Yamagata, T. (2013). Panel unit root tests in the presence of a multifactor error structure. *Journal of Econometrics*, 175(2), 94-115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeconom.2013.02.001>.

Rees, W.E., 1996. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. *Population and Environment*, 17(3), 195-215. <https://doi.org/10.1007/BF02208489>.

Romero-Ávila, D. (2008). Convergence in carbon dioxide emissions among industrialised countries revisited. *Energy Economics*, 30(5), 2265-2282. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.06.003>.

Solarin, S. A., ve Bello, M. O. (2018). Persistence of policy shocks to an environmental degradation index: the case of ecological footprint in 128 developed and developing countries. *Ecological indicators*, 89, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.064>.

Solarin, Sakiru Adebol, Gil-Alana, Luis A. ve Lafuente, Carmen (2019) Persistence in carbon footprint emissions: an overview of 92 countries, *Carbon Management*, 10:4, 405-415, <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1620038>.

Strazich, M. C., ve List, J. A. (2003). Are CO₂ emission levels converging among industrial countries? *Environmental and Resource Economics*, 24, 263-271.

Tatar, H. E. (2022).Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1071194>.

Tiwari, A. K., Kyophilavong, P., ve Albulescu, C. T. (2016). Testing the stationarity of CO₂ emissions series in Sub-Saharan African countries by incorporating nonlinearity and smooth breaks. *Research in International Business and Finance*, 37(C), 527-540. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.01.005>.

Topalli, N. (2021).Düşük gelirli ülkelerde kişi başına karbondioksit emisyonu durağanlığının test edilmesi: Doğrusal olmayan birim kök analizi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 608-626. <https://doi.org/10.30784/epfad.899797>.

Ulucak, R., ve Lin, D. (2017). Persistence of policy shocks to ecological footprint of the USA. *Ecological Indicators*, 80, 337-343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.020>

United Nations Environment Report (2023). Emissions Gap Report 2023. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>.

Wachernagel, M. ve Rees, W. (1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society Publishers, The New Catalyst Bioregional Series.

Wang, R., Usman, M., Radulescu, M., Cifuentes-Faura, J., ve Balsalobre-Lorente, D. (2023). Achieving ecological sustainability through technological innovations, financial development, foreign direct investment, and energy consumption in developing European countries. *Gondwana Research*, 119, 138-152. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.02.023>.

Yazici, B. E., ve Çil, N. (2021). Avrupa Ülkelerinde CO₂ Emisyonu Yakınsamasının Fourier Koentegrasyon Testi ile Analizi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, (35), 1-18. DOI: 10.26650/ekoist.2021.35.959182.

Yilanci, V., ve Abbas, S. (2023). Does the frequency of stochastic convergence in per capita ecological footprint matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(21), 59676-59688. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26688-w>.

Yilanci, V., ve Gorus, M. S. (2021). Considering nonlinearity and structural changes in the convergence of clean energy consumption: the case of OECD countries. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(2), 243-259. <https://doi.org/10.1108/MEQ-03-2020-0047>.

Yilanci, V., ve Pata, U. K. (2020). Convergence of per capita ecological footprint among the ASEAN-5 countries: evidence from a non-linear panel unit root test. *Ecological Indicators*, 113, 106178. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106178>.

Yilanci, V., ve Pata, U. K. (2020). Are shocks to ecological balance permanent or temporary? Evidence from LM unit root tests. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124294. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124294>.

Yilanci, V., Pata, U. K., ve Cutcu, I. (2022). Testing the persistence of shocks on ecological footprint and sub-accounts: evidence from the big ten emerging markets. *International Journal of Environmental Research*, 16(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s41742-021-00391-5>.

Yıldırım, S. (2019). Avrupa Birliği Ülkelerinde Karbon Dioksit Emisyonu Politikaları Başarılı Olabilir mi? Kırılmalı Birim Kök Analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 2243-2255.

Yıldırım, D. Ç., Yıldırım, S., Erdoğan, S., Demirtaş, I., Couto, G., ve Castanho, R. A. (2021). Time-varying convergences of environmental footprint levels between European Countries. *Energies*, 14(7), 1813. <https://doi.org/10.3390/en14071813>.

Yurtkuran, S. (2020). N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması: Fourier durağanlık testinden yeni kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 191-210.