

Katar'da Ekolojik Ayak İzi ve Alt Bileşenlerinin Durağanlığının Test Edilmesi: Kesirli Frekanslı Fourier Birim Kök Analizi

Tunahan HACIİMAMOĞLU¹

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı 1980-2017 yılları arası Katar'da ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığını incelemektir.

Yöntem: Katar'da ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığı kesirli frekanslı Fourier ADF ve ADF birim kök testleri ile analiz edilmiştir.

Bulgular: Kesirli frekanslı Fourier ADF test bulgularına göre inşaat alanları ayak izi, karbon salımı ayak izi ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin durağan olduğu tespit edilmiştir. ADF test bulgularına göre tarım alanı ve otlak alan ayak izi değişkenlerinin durağan olduğu, balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin ise birim köklü olduğu belirlenmiştir.

Özgünlük: Ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığının araştırıldığı çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu alanda bir uzlaşma olmadığını göstermektedir. Ayrıca literatürde Katar için doğrudan ekolojik ayak izinin durağanlığının incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Katar için ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlıklarının güncel analiz yöntemleri ile test edildiği ilk araştırma olarak bu çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Çevresel Kirlilik, Ekolojik Ayak İzi, Kesirli Frekanslı Fourier ADF Birim Kök Testi.

JEL Kodları: Q01, Q57, C22.

Testing the Stationarity of per Capita Ecological Footprint and Its Sub-Components: Fractional Frequency Fourier Unit Root Analysis

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to analyze the stationarity of the ecological footprint and its sub-components in Qatar between 1980 and 2017.

Methodology: The stationarity of ecological footprint and its sub-components in Qatar were analyzed by the fractional frequency Fourier ADF and ADF unit root tests.

Findings: According to the fractional frequency Fourier ADF test findings, it has been determined that the built-up land footprint, carbon emission footprint and total ecological footprint variables are stationary. According to the ADF test findings, however, it has been determined that the variables of cropland footprint and grazing land footprint are stationary, and the variables of fishing grounds footprint and forest land footprint are unit rooted.

Originality: The results obtained in studies investigating the stationarity of the ecological footprint and its sub-components indicate that there is no consensus in this field. Besides, no study has been found in the literature that directly investigates the stationarity of the ecological footprint for Qatar. As being the first study in which the stationarity of the ecological footprint and sub-components is tested with modern analysis methods for Qatar, it is expected that this study will contribute to the literature.

Keywords: Sustainable Development, Environmental Pollution, Ecological Footprint, Fractional Frequency Fourier ADF Unit Root Test.

JEL Codes: Q01, Q57, C22.

¹ Arş. Gör. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Rize, Türkiye, tunahan.haciimamoglu@erdogan.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1474-8506.

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme, fosil enerji tüketimi, kentleşme ve hızlı nüfus artışı insanlığı ve sürdürülebilir kalkınma sürecini olumsuz etkilemekte, doğanın dengesini bozarak küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca doğal kaynakların kontrolsüz kullanımı ve çevreyi kirleten üretim yapısı çevre üzerindeki baskıyı artırmakta ve çevresel tahribata neden olmaktadır. Dolayısıyla çevresel tahribatın boyutu artık telafisi mümkün olmayan ya da yüksek maliyetler gerektiren bir konuma ulaşmıştır (United Nations Environment Programme (UNEP), 2019; Altan ve Sağbaş, 2020). Bu doğrultuda politika yapıcılar, bir yandan ekonomik kalkınma düzeyini artırmaya yönelik politikalar uygularken, diğer yandan küresel ısınma ve çevre kirliliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek için çaba harcarlar (Ünlü, 2021).

Çevre ekonomisi literatürü üç temel araştırma alanında gelişme kaydetmektedir: Birincisi, çevre kirliliği ile kişi başına düşen gelir arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu ifade eden çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezidir. ÇKE hipotezine göre ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında çevre kirliliğine neden olan üretim yapısı, kişi başına düşen gelirden artışla birlikte kirlilik düzeyini de artırmaktadır (Grossman ve Krueger, 1991). Ancak kalkınmanın ilerleyen aşamalarında çevre dostu üretim süreci ile beraber belirli bir eşik değerden sonra kişi başı gelirdeki artışların çevre kirliliğini kademeli olarak azalttığı ifade edilmektedir (Shafik, 1994; Vincent, 1997). İkincisi, kirlilik sığınağı (cenneti) hipotezidir. Bu hipoteze göre gelişmiş ülkelerdeki kirlilik yoğun sektörlerin ve ağır sanayinin doğrudan yabancı yatırımlar aracılığı ile daha esnek çevresel düzenlemeye sahip gelişmekte olan ülkelere kayması nedeniyle bu ülkelerde çevresel kirliliğin arttığı ileri sürülmektedir (Cole, 2004). Son olarak üçüncüsü, uygulanan politikaların etkisinin kalıcı mı yoksa geçici mi olduğunu belirlemek için ampirik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan durağanlık analizleridir.

Çevre kirliliğine yönelik araştırmalarda temel gösterge olarak çoğunlukla karbondioksit (CO₂) değişkenine yer verilmekte ve bu değişken üzerinden ampirik analizler gerçekleştirilmektedir. Az sayıda çalışmada ise CO₂ yerine sülfürik ve nitrik asit, kükürtdioksit, ince duman ve asılı partikül madde gibi diğer çevre kirliliği göstergeleri kullanılmıştır (Stern, 2014). Fakat bu çevre kirliliği göstergeleri sadece havadaki kirlilik miktarını ölçmekte, su ve toprağa dair kirliliği göz ardı etmektedir. Ayrıca doğal kaynaklara olan talebi, yaşam kalitesini ve sürdürülebilirliği yakından ilgilendiren konuları da dikkate almamaktadır. Dolayısıyla çevre kirliliğinin kısıtlı bir boyutunu temsil eden ve bu yönü ile eleştirilen CO₂ ve diğer kirlilik göstergeleri yanıltıcı değerlendirmelere neden olabilir (Solarin, 2019). Diğer bir ifade ile çok boyutlu bir kavram olan çevre kirliliğinin tek bir gösterge ya da kirlilik türü ile temsil edilmesi yanıltıcı politika çıkarımlarına yol açabilir. Dolayısıyla CO₂ emisyonu, sülfürik ve nitrik asit, kükürtdioksit vb. çevresel kirlilik göstergeleri yerine ekolojik ayak izi (EF) gibi çok boyutlu bir göstergenin analiz edilmesi kaynak verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirlik doğrultusunda daha gerçekçi politika önerilerinin belirlenmesini sağlayacaktır.

Rees (1992), Wackernagel ve Rees (1997) gibi araştırmacılar insanoğlunun çevre üzerindeki baskısını değerlendirmek için daha kapsayıcı ve gelişmiş bir gösterge olarak EF'yi ileri sürmüşlerdir. EF, insanoğlunun hava, su ve toprağa ilişkin çevresel talebini ölçmekte ve inşaat alanları, karbon salımı, tarım alanı, balıkçılık alanları, orman ürünleri ve otlak alan ayak izi olmak üzere 6 alt bileşenden oluşmaktadır (Ewing ve diğerleri, 2010; Lin ve diğerleri, 2016). Alt bileşenleri ile çok boyutlu ve kapsayıcı bir değişken olan EF, çalışmalarda çevresel kirlilik ya da sürdürülebilirlik göstergesi olarak kullanılmaktadır (Rees, 1992; Wackernagel ve Rees, 1996). Diğer yandan çevresel kapasiteyi gösteren biyokapasite ise tüketilen doğal kaynakları telafi etmek ve atıkların absorbe edilmesi için biyolojik anlamda ihtiyaç duyulan verimli alanların hesaplanması ile ölçülmektedir (Global Footprint Network, 2021). Ekolojik ayak izi ve biyokapasite; artan nüfus, kişi başına tüketim, üretimin ve ekosistemin verimliliği gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler hem ekolojik ayak izinde hem de biyokapasite de değişime neden olmaktadır. Dolayısı ile üretim ve tüketim ilişkilerine bağlı olarak mevcut kaynakların daha verimli kullanılması ya da yeni kaynakların verimli alanlara tahsis edilmesi ekolojik ayak izinin azaltılmasında ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (Global Footprint Network, 2021).

Global Footprint Network (2021) istatistiklerine göre Katar, dünyada kişi başına ekolojik ayak izinde ilk sırada yer almakta ve bu yönü ile dikkat çekmektedir. Bulunduğu konum itibarıyla Katar'da ekolojik ayak izinin incelenmesi, ekolojik ayak izini azaltacak ve biyokapasiteyi ise artıracak politika önerilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı 1980-2017 yılları arasında Katar için EF ve alt bileşenlerinin durağanlığını incelemektir.

Durağanlık analizleri sayesinde çeşitli değişken, teori ve hipotezler test edilmekte ve farklı politika çıkarımları yapılabilmektedir. Bir değişkenin durağanlığının incelenmesi şu nedenlerden dolayı önemlidir: i) Eğer bir seri seviyesinde durağan ise diğer bir ifade ile ortalamaya dönme davranışı sergiliyorsa, bu seri üzerinde şokların etkisinin geçici olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Diğer yandan eğer seri seviyesinde durağan değil ise yani ortalamaya dönme davranışı sergilemiyorsa, bu seri üzerinde şokların etkisinin kalıcı olduğu sonucuna varılmaktadır (Nelson ve Plosser, 1982). Seri üzerinde meydana gelen şokların etkisinin

kalıcı mı yoksa geçici mi olduğunun belirlenmesi ise politikaların etkili olup olmadığı açısından kritik öneme sahiptir (Lee ve Chang, 2008). ii) Eğer seri durağan ise değişkenin geçmiş davranışları temel alınarak gelecekteki davranışı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Diğer bir ifade ile değişkene dair tahmin (forecasting) yapmak mümkündür. Bu sayede politika yapıcılar geçmiş davranışları inceleyerek geleceğe dair daha sağlıklı politika kararları alabilirler (Narayan ve Smyth, 2007). iii) Son olarak seriler arasında uzun dönemli ilişkinin incelenmesi için ilgili serilerin durağanlık seviyelerinin bilinmesi gerekmektedir (Phillips ve Sul, 2007).

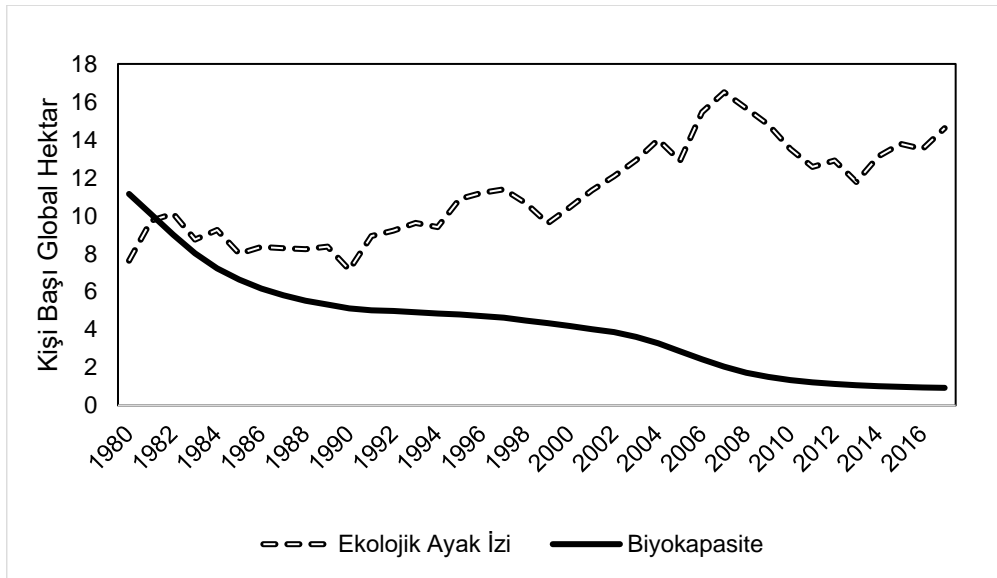
Çalışmanın özgün yönleri ve literatüre olası katkıları şu şekilde açıklanmaktadır: i) Literatürde çevresel kirlilik göstergesi olarak sıkça kullanılan CO₂ emisyonu yerine bu çalışmada EF gibi kapsamlı bir gösterge kullanılmaktadır. Aynı zamanda EF'nin alt bileşenleri çalışmaya dahil edilerek görece detaylı bir analiz gerçekleştirilmektedir. ii) Ampirik analizde geleneksel birim kök testleri yanı sıra yapısal değişimleri oldukça başarılı bir şekilde yakalayan kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi kullanılmaktadır. Bu sayede daha güçlü ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. iii) Literatürde bireysel anlamda Katar'ın ekolojik ayak izinin durağanlığının test edildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla Katar'ın ekolojik ayak izinin durağanlığının incelendiği ilk araştırma olarak bu çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekilde tasarlanmıştır. İkinci bölümde Katar'da ekolojik ayak izi ve alt bileşenleri şekil yardımıyla açıklanmakta, üçüncü bölümde ilgili literatür çalışmalarına yer verilmektedir. Veri seti ve yöntemden oluşan dördüncü bölümü, bulgulardan oluşan beşinci bölüm takip etmektedir. Son olarak sonuç bölümü ile çalışma tamamlanmaktadır.

2. KATAR'DA EKOLOJİK DENGİ

Küresel ölçekte çevre kalitesi özellikle 1970'li yıllardan itibaren belirgin bir şekilde düşüş göstermiş ve bu tarihten itibaren ekolojik ayak izi biyokapasitenin üzerinde gerçekleşmiştir (Global Footprint Network, 2021). Bu durum ise ekolojik dengeyi bozmakta, sürdürülebilir kalkınma ve çevre sürecine zarar vermektedir (Kihombo ve diğerleri, 2021). Çünkü sürdürülebilir kalkınma ve çevre için biyokapasitenin ekolojik ayak izine eşit ya da büyük olması gerekmektedir.

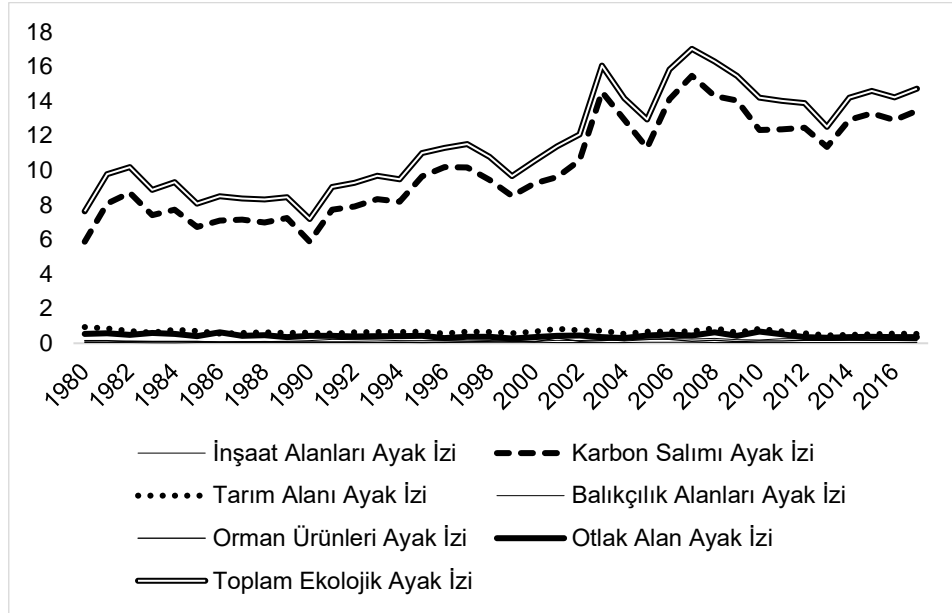
Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve çevre kalitesinin iyileştirilmesi için yıllar itibarıyla birçok anlaşma ve konferans gerçekleştirilmiştir. Stockholm Konferansı (1972), Brundtlan Raporu (1987), Kyoto Protokolü (1997), Paris İklim Anlaşması (2015) gibi anlaşma ve konferanslar bunlardan bazılarıdır. Bu anlaşma ve konferanslarda alınan birçok karar ve tedbire rağmen küresel ekolojik ayak izi artış eğilimi göstermiştir. Dünyada Neo-liberal politikaların ve küreselleşmenin etkisini hissettirmeye başladığı özellikle 1970 ve 1980'li yıllar sonrası ise ekolojik açık belirginleşmiştir. 1961 yılında 7,02 milyar global hektar (gha) olan küresel ekolojik ayak izi, 2017 yılı itibarıyla yaklaşık olarak %197 oranında artarak 20,9 milyar gha seviyesine yükselmiştir (Global Footprint Network, 2021). Benzer bir durum Katar için de söz konusudur. Şekil 1'de Katar için ekolojik ayak izi ve biyokapasite seyri 1980-2017 yılları itibarıyla gösterilmektedir.



Şekil 1. Ekolojik ayak izi ve biyokapasite (Global Footprint Network, 2021)

Şekil 1'e göre Katar'da 1980 yılında 7.62 gha olan kişi başına ekolojik ayak izi, 2017 yılında yaklaşık olarak %93 oranında artarak 14.72 gha düzeyine ulaşmıştır. 1980 yılında 11.84 gha olan kişi başına

biyokapasite değeri ise 2017 yılında azalarak 0.96 gha düzeyine gerilemiştir. 1981 yılında Katar'da kişi başına ekolojik ayak izi ve biyokapasite değerleri eşitlenmiş ve bu tarihten itibaren ekolojik ayak izi biyokapasitenin üzerine çıkarak ekolojik açık meydana gelmiştir. Sonuç itibarıyla Katar'da çevre kalitesinin hızla düştüğü diğer bir ifade ile çevresel tahribatın hızla arttığı görülmektedir. şekil 2'de 1980-2017 yılları arası Katar'da ekolojik ayak izi alt bileşenlerinin seyri gösterilmektedir.



şekil 2. Ekolojik ayak izi alt bileşenleri (Global Footprint Network, 2021)

şekil 2'de görüleceği üzere Katar'da toplam ekolojik ayak izinde en büyük pay sahibi karbon salımı ayak izidir. Karbon salımı ayak izini ise sırasıyla tarım alanları ayak izi ve otlak alan ayak izi takip etmektedir. Toplam ekolojik ayak izine en az etki eden ayak izi ise inşaat alanları ayak izidir. Dolayısıyla karbon salımı ayak izi, tarım alanları ayak izi ve otlak alan ayak izinin, Katar'da toplam ekolojik ayak izi üzerinde daha fazla bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Katar'ın ekolojik ayak izi görünümü dikkate alındığında çevresel bozulma açısından mevcut durumun nedenlerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda Katar'da çevresel bozulmaya dolayısı ile ekolojik ayak izine neden olan faktörler şu şekilde açıklanmaktadır: Birincisi, artan nüfus, kentleşme ve hızlı ekonomik büyüme çabaları fosil tüketiminde artışa yol açmaktadır (Charfeddine, 2017). İkincisi, deniz suyunun tuzdan arındırılması işlemi ve iklimlendirme sistemleri (soğutma-ısıtma-havalandırma) yüksek miktarda elektrik tüketimine neden olmaktadır (Mannan ve diğerleri, 2019). Üçüncüsü, yüksek kişi başına gelir ile birlikte su ve elektriğin devlet tarafından sübvansede edilmesi daha fazla tüketimi teşvik etmektedir. Çevresel baskıya neden olan bu faktörler ekolojik ayak izini artırarak ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Abulibdeh, 2022).

3. LİTERATÜR TARAMASI

CO₂ değişkeni, çevresel göstergelerin durağanlığının incelendiği çalışmalarda en sık kullanılan çevresel göstergelerden biridir. Bu çalışmaların büyük bir bölümünde CO₂ değişkeninin durağanlığı farklı birim kök testleri kullanılarak yakınsama yaklaşımı çerçevesinde ele alınmıştır (Heil ve Selden, 1999; Aldy, 2006; Lee ve Chang, 2009; Criado ve Grether, 2011; Camarero ve diğerleri, 2013; Li ve diğerleri, 2014; Ahmed ve diğerleri, 2017; Magazzino, 2019; Payne ve Apeşgis, 2021; Tiwari ve diğerleri, 2021). Son yıllarda ise EF değişkeni, alt bileşenleri ile çevresel performansın kapsayıcı bir göstergesi olarak geniş çapta kabul görmektedir.

Katar için EF ve alt bileşenlerinin durağanlığının araştırıldığı bu çalışmanın literatür taraması, doğrudan EF ve alt bileşenlerinin durağanlığının test edildiği çalışmalardan oluşmaktadır. Literatürde bu konu ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ulucak ve Lin (2017)'in çalışması bu alana öncülük etmektedir. Ardından Solarin ve Bello (2018), Özcan ve diğerleri (2019), Solarin ve diğerleri (2019), Yılandı ve diğerleri (2019), Solarin (2020), Yılandı ve Pata (2020), Alper ve Alper (2021), Çağlar ve diğerleri (2021), Özcan ve diğerleri (2021), Solarin ve diğerleri (2021), Yılandı ve diğerleri (2022), çeşitli ülkeler için farklı birim kök testleri kullanarak EF ve alt bileşenlerinin durağanlığını incelemişlerdir. Bu çalışmalar şu şekilde özetlenmektedir:

Ulucak ve Lin (2017), 1961-2013 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri için EF, ekolojik açık, biyokapasite ve EF'ye ait alt bileşenlerin durağanlığını Fourier ADF, Fourier LM ve Fourier GLS birim kök testleri ile analiz etmişlerdir. Analizlerden elde edilen bulgularda sadece biyokapasite ve karbon ayak izinin durağan olduğu belirlenmiştir.

Solarin ve Bello (2018), 1961-2013 döneminde 128 ülke için EF'nin durağanlığını test etmişlerdir. Çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testleri kullanılmıştır. Test sonuçları ülke örnekleminin %81'inde EF'nin durağan olmadığına dair kanıtlar sunmaktadır.

Özcan ve diğerleri (2019), 1961-2013 dönemi için gelir gruplarına göre sınıflandırılan 113 ülkede EF'nin durağan olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırmada panel KSS birim kök testi ile Sıralı Panel Seçim Yöntemi (SPSM) yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırma bulgularından yüksek, düşük ve yüksek orta gelirli ülkelerde EF'nin durağan olduğu, düşük gelirli ülkelerde ise EF'nin durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Solarin ve diğerleri (2019), 1961-2014 yılları arasında 92 ülkeden oluşan bir grup için karbon ayak izi değişkeninin durağanlığını incelemişlerdir. Kesirli birim kök testinin kullanıldığı çalışmada elde edilen bulgulardan 25 ülke için karbon ayak izinin durağan olduğu tespit edilmiştir.

Yılcı ve diğerleri (2019), Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (OECD) üyesi 25 ülkede EF ve alt bileşenlerinin durağan olup olmadığını 1961-2013 yılları için araştırmışlardır. Çalışmada keskin ve yumuşak kırılmaya izin veren durağanlık testi kullanılmıştır. Test sonuçlarından balıkçılık alan ayak izinin durağan olmadığı, toplam EF ve geriye kalan alt bileşenlerin ise durağan olduğu belirlenmiştir.

Solarin (2020), 89 ülke grubunda 1961-2017 dönemi için orman ürünleri ayak izinin durağanlığını incelemişlerdir. Çalışmada yumuşak kırılmaya izin veren Fourier panel durağanlık testi kullanılmıştır. Test sonuçlarından 88 ülkede orman ürünleri ayak izinin durağan olmadığına dair kanıtlara ulaşılmıştır.

Yılcı ve Pata (2020), 1961-2016 dönemi için Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN-5) ülkelerinde EF'nin durağanlığını iki rejimli eşik otoregresif (TAR) panel birim kök testi ile araştırmışlardır. İkinci rejim test sonuçlarına göre ülkelerin %80,77'si için EF'nin durağan olduğu bulunmuştur.

Alper ve Alper (2021), 1961-2016 yılları arası Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'de (MINT) ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığını Fourier birim kök testi ile analiz etmişlerdir. Bireysel ülke sonuçlarına göre Meksika için tarım alanları ayak izinin, Endonezya için toplam EF ve inşaat alanları ayak izinin, Nijerya için tarım alanları ve otlak alan ayak izinin, Türkiye için ise balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izinin durağan olduğu belirlenmiştir. Ayrıca MINT ülkelerinin tamamında karbon salımı ayak izinin birim köklü olduğu tespit edilmiştir.

Çağlar ve diğerleri (2021), 1961–2016 döneminde 5 Avrupa Birliği ülkesi (Fransa, Almanya, İtalya, İspanya ve İngiltere) için EF ve alt bileşenlerinin durağanlığını incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre İspanya için inşaat alanları ayak izi, İngiltere için ise otlak alan ve orman ürünleri ayak izi dışındaki tüm ayak izi göstergelerinin birim köklü olduğu belirlenmiştir.

Özcan ve diğerleri (2021), 1961 ve 2016 yılları arasında 27 OECD ülkesi için ekolojik dengenin durağanlığını kantil birim kök testleri ile analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre 27 OECD ülkesinden sadece Almanya, İsrail ve Meksika'da ekolojik dengenin durağan olduğu tespit edilmiştir.

Solarin ve diğerleri (2021), 1961-2016 dönemi için 89 ülkede balıkçılık alanları ayak izinin durağanlığını kesirli entegrasyon yaklaşımı ile incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre ülkelerin çoğunda balıkçılık alanları ayak izinin durağan olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yılcı ve diğerleri (2022), 1961-2017 yılları arası gelişmekte olan 10 büyük piyasa ekonomisi için EF ve alt bileşenlerinin durağanlığını araştırmışlardır. Çalışmada Fourier ADF ve Fourier kesirli birim kök testleri gibi güncel yöntemler kullanılmıştır. Fourier ADF birim kök testi sonuçlarına göre, ayak izi değişkenlerinin yaklaşık %30'u için durağanlık geçerli iken, FUR testi sonuçlarına göre neredeyse tüm ayak izi değişkenlerinin durağan olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde EF ve alt bileşenlerinin durağanlığı farklı ülkeler için çeşitli geleneksel ve güncel birim kök test teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları seçilen ülkeye/ülkelere ve ampirik yöntemlere göre farklılık arz etmektedir. Diğer bir ifade ile EF ve alt bileşenlerinin durağanlığının araştırıldığı çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu alanda bir uzlaşma olmadığını göstermektedir. Ayrıca literatürde Katar ile ilgili doğrudan ekolojik ayak izinin durağanlığının incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Katar için EF ve alt bileşenlerinin durağanlıklarının analiz edildiği ilk araştırma olarak bu çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

4. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı 1980-2017 döneminde Katar için EF ve alt bileşenlerinin durağanlığını kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi ile incelemektir. EF ve alt bileşen ayak izi verileri, kişi başına düşen küresel hektar alan ayak izi ile ifade edilmektedir. Verilere Global Footprint Network (2021) resmî sitesinden ulaşılmıştır. Analizde tüm veriler logaritmik değerleri ile kullanılmıştır. Tablo 1'de verilere dair tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur.

Tablo 1. Tanımlayıcı istatistikler

<i>EF Alt Bileşenleri</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Minimum</i>	<i>Eğiklik</i>	<i>Basıklık</i>	<i>Olasılık</i>	<i>Gözlem</i>
İnşaat Alanları	-2,751	-3,539	-0,015	2,764	0,956	38
Karbon Salımı	2,739	1,770	-0,069	1,802	0,316	38
Tarım Alanı	-0,063	-0,785	0,272	2,840	0,776	38
Balıkçılık Alanları	-1,264	-2,658	-0,263	2,260	0,520	38
Orman Ürünleri	-1,188	-3,073	-0,009	2,283	0,666	38
Otlak Alan	-0,390	-1,290	0,257	2,644	0,734	38
<i>Toplam EF</i>	<i>2,834</i>	<i>1,972</i>	<i>0,012</i>	<i>1,753</i>	<i>0,292</i>	<i>38</i>

Geleneksel birim kök testleri doğrusal nitelikte olup, yapısal değişimleri dikkate almamaktadır. Öte yandan makroekonomik değişkenlerin ise son yıllarda kırılmalı ve doğrusal olmayan bir karaktere sahip olduğu dolayısıyla doğrusal olmayan ve yapısal değişimlerin dikkate alındığı birim kök testlerinin daha sağlıklı sonuçlar ortaya koyduğu ifade edilmektedir (Lee, 2014).

Perron (1989) tarafından ilk kez yapısal kırılmalara dikkat çekilmiş ve yapısal değişimlerin göz ardı edilmesinin birim kök analizlerinde birim kökün reddedilememesine yol açtığı öne sürülmüştür. Bu eksiklik yapısal kırılmaları dikkate alan Perron (1989), Zivot ve Andrews (1992), Lee ve Strazicich (2003) tarafından geliştirilen çeşitli birim kök testleri ile giderilmeye çalışılmıştır. Fakat bu testlerde yapısal kırılmalar kukla değişken yöntemi ile dikkate alındığından yalnızca ani değişim dinamikleri yakalanabilmektedir.

Becker ve diğerleri (2006), Enders ve Lee (2012), Rodrigues ve Taylor (2012) gibi araştırmacılar kukla değişken kullanmak yerine Fourier yaklaşımını kullanmanın daha avantajlı olduğunu ileri sürmüşler ve Fourier terimlerini birim kök analizlerine dahil etmişlerdir. Daha yavaş ve yumuşak kırılmalara izin verdiğinden Fourier yaklaşımının yapısal değişimleri daha başarılı bir şekilde yakaladığı ifade edilmektedir. Ayrıca Fourier fonksiyonu, birim kök analizlerinde sıklıkla karşılaşılan kırılmanın biçimi (keskin veya yumuşak), tarihi ve sayısına dair önceden bilme ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır (Omay, 2015).

Çalışmada Bozoklu ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi kullanılmıştır. Bu test, Enders ve Lee (2012) tarafından önerilen Fourier ADF (FADF) birim kök testine dayanmaktadır. FADF birim kök testi, ADF birim kök testine Fourier fonksiyonların (trigonometrik terimlerin) dahil edilmesi ile geliştirilmiştir. Fourier fonksiyonlar sayesinde kırılmanın sayısı, tarihi ve biçiminden testin gücü ve güvenilirliği etkilenmemektedir.

FADF birim kök testi için tahmin edilen model Eşitlik 1'de verilmektedir (Bozoklu ve diğerleri, 2020).

$$\Delta y_t = \lambda_0 + \lambda_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \lambda_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \lambda_3 y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (1)$$

Eşitlik 1'de \sin ve \cos trigonometrik fonksiyonları temsil etmektedir. $\pi=3,1416$ ve k , minimum kalıntı kareler toplamına (Min. KKT) göre seçilen frekans değerini göstermektedir. t , trend terimini; T , gözlem sayısını ve p ise t istatistiği anlamlılık yaklaşımına göre belirlenen uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Uygun gecikme uzunluğunu belirlemek için Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır.

Christopoulos ve Leon-Ledesma (2011), ilk defa frekans değerini $k=[0,5, 1, 1,5, \dots, 3]$ biçiminde kesirli olabileceğinden bahsetmiştir. Omay (2015), frekans değerini $k=[0,1,0,2, 0,3, \dots, 2]$ aralığında kesirli olmasına izin veren testi geliştirmiştir. Bozoklu ve diğerleri (2020) ise 0-2 frekans değer aralığını $k=[0,1, 0,2, 0,3, \dots, 5]$ aralığına genişletmişler ve bu frekans aralığına dair kritik değerleri oluşturmuşlardır.

Frekans değerini tam sayı ya da kesirli olması yapısal değişimlerin geçici mi yoksa kalıcı mı olduğu hakkında bilgi vermektedir. Frekans değerini kesirli olması yapısal değişimlerin kalıcı olduğuna, tam sayı olması ise yapısal değişimlerin geçici olduğuna işaret etmektedir (Yılancı ve diğerleri, 2022).

Trigonometrik terimlerin anlamlılığı şu hipotezlerle sınanmaktadır:

H_0 : Trigonometrik terimler anlamlı değildir.

H_A : Trigonometrik terimler anlamlıdır.

Trigonometrik terimlerin anlamlı olduğu durumlarda FADF test istatistiğine göre karar verilmektedir. Fakat trigonometrik terimlerin anlamlı olmadığı durumlarda FADF testi yerine ADF gibi farklı birim kök testleri kullanılabilir.

5. BULGULAR

Ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlık sınavında birinci aşamada kesirli frekanslı FADF birim kök testi kullanılmıştır. İkinci aşamada ise ADF birim kök testinden faydalanılmıştır. Tablo 2'de sabitli modelde kesirli frekanslı FADF birim kök test sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 2. Kesirli frekanslı FADF birim kök test sonuçları

<i>Ekolojik Ayak İzi ve Alt Bileşenleri</i>	<i>k</i>	<i>Minimum KKT</i>	<i>FADF Test İstatistiği</i>	<i>p</i>	<i>F Test İstatistiği</i>
İnşaat Alanları Ayak İzi	1	0,436	-5,275***	4	13,269***
Karbon Salımı Ayak İzi	0,8	0,327	-3,969**	1	7,906**
Tarım Alanı Ayak İzi	1,6	0,531	-4,083	1	3,182
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	0,5	1,744	-3,690	2	4,371
Orman Ürünleri Ayak İzi	1,1	3,031	-2,528	1	3,922
Otlak Alan Ayak İzi	1,6	1,042	-3,951	1	4,381
Toplam Ekolojik Ayak İzi	0,9	0,253	-3,604*	1	6,982*

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir. *p*, uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Enders ve Lee (2012) çalışmasında Tablo 1 (b)'den ulaşılan F testi tablo kritik değerleri 10,35 (%1), 7,58 (%5) ve 6,35 (%10)'tir. Bozoklu ve diğerleri (2020) çalışmasında Tablo (a)'dan elde edilen FADF testi tablo kritik değerleri ise $k=1$ için -4,41 (%1), -3,80 (%5) ve -3,48 (%10); $k=0,8$ için -4,52 (%1), -3,91 (%5) ve -3,61 (%10); $k=0,9$ için -4,46 (%1), -3,86 (%5) ve -3,55 (%10)'tir.

Tablo 2'de FADF test istatistiği, Fourier ADF birim kök test istatistik değerlerini, F test istatistiği ise trigonometrik terimlerin anlamlılığı için hesaplanan F test istatistik değerlerini göstermektedir. FADF test istatistiklerini değerlendirmeden önce trigonometrik terimlerin anlamlılığı kontrol edilmektedir. Buna göre trigonometrik terimlerin anlamsız olduğunu ifade eden sıfır hipotezi inşaat alanları ayak izi, karbon salımı ayak izi ve toplam ekolojik ayak izi değişkenleri için reddedilmiş ve bu değişkenler için trigonometrik terimlerin anlamlı olduğu bulunmuştur. Öte yandan tarım alanı ayak izi, balıkçılık alanları ayak izi, orman ürünleri ayak izi ve otlak alan ayak izi değişkenleri için ise sıfır hipotezi reddedilememiştir. Sonuç itibarıyla trigonometrik terimlerin anlamlı olduğu inşaat alanları ayak izi, karbon salımı ayak izi ve toplam ekolojik ayak izi değişkenleri için FADF test istatistiği yorumlanabilmektedir. FADF test istatistiğine göre birim kökün var olduğunu ifade eden sıfır hipotezi, inşaat alanları ayak izi, karbon salımı ayak izi ve toplam ekolojik ayak izi için reddedilmiştir. Dolayısıyla bu değişkenlerin durağan olduğu diğer bir ifade ile bu değişkenler üzerindeki şokların etkisinin geçici olduğu belirlenmiştir.

Trigonometrik terimlerin anlamsız olduğu tarım alanı ayak izi, otlak alan ayak izi, balıkçılık alanları ayak izi ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin durağanlığı ise Dickey ve Fuller (1979, 1981)'in ADF birim kök testi ile sınanmıştır. Tablo 3'te sabitli modelde ADF birim kök test sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 3. ADF birim kök test sonuçları

<i>Ekolojik Ayak İzi ve Alt Bileşenleri</i>	<i>ADF</i>
Tarım Alanı Ayak İzi	-3,947*** (0,004)
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	-2,687 (0,085)
Orman Ürünleri Ayak İzi	-1,424 (0,559)
Otlak Alan Ayak İzi	-3,911*** (0,004)

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir. Parantez içindeki değerler p-değerini göstermektedir.

Tablo 3'te ADF birim kök test sonuçlarına göre birim kökün var olduğunu ifade eden sıfır hipotezi tarım alanı ve otlak alan ayak izi değişkenleri için reddedilmiş, balıkçılık alanları ayak izi ve orman ürünleri ayak izi değişkenleri için ise reddedilememiştir. Dolayısıyla tarım alanı ve otlak alan ayak izi değişkenlerinin durağan olduğu, balıkçılık alanları ayak izi ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin ise birim köklü olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak tarım alanı ve otlak alan ayak izi değişkenleri üzerinde şokların geçici bir etkiye sahip olduğu, diğer yandan balıkçılık alanları ayak izi ve orman ürünleri ayak izi değişkenleri üzerinde ise şokların etkisinin kalıcı olduğu görülmüştür. Şekil 3'te 1980-2017 yılları itibarıyla ekolojik ayak izi değişkenleri ve yapısal değişimlerin grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3. Ekolojik ayak izi değişkenleri ve yapısal değişimler

Şekil 3'te Fourier fonksiyonlarının ekolojik ayak izi değişkenlerindeki yapısal değişimleri başarılı bir şekilde yakaladığı görülmektedir. Bu bağlamda ekolojik ayak izi değişkenleri ile Fourier fonksiyonlarının uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

6. SONUÇ

İnsanlığı endişelendiren düzeye ulaşan küresel ısınma ve çevre kirliliği konuları, günümüzde araştırmacıların ve politika yapıcıların en büyük ilgi alanlarından biri haline gelmiştir. Bu doğrultuda son dönem çalışmalarda ekolojik ayak izi gibi kapsayıcı bir değişken aracılığıyla çevre kirliliği konuları araştırılmaktadır. Bu çalışmada 1980-2017 yılları arası Katar'da EF ve alt bileşenlerinin durağanlığı kesirli frekanslı FADF birim kök testi ile incelenmiştir. Kesirli frekanslı FADF birim kök test bulgularına göre inşaat

alanları ayak izi, karbon salımı ayak izi ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu değişkenlerin durağan olması şokların etkisinin geçici olduğunu diğer bir ifade ile çevreye ilişkin politikaların uzun dönemde geçici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. ADF birim kök test bulgularında ise tarım alanı ve otlak alan ayak izi değişkenlerinin durağan olduğu, balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin ise durağan olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, çevresel politikaların tarım alanı ve otlak alan ayak izi değişkenleri üzerinde uzun dönemde geçici, balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi üzerinde ise kalıcı bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma bulguları Yılcı ve diğerleri (2019), Solarin (2020), Yılcı ve Pata (2020), Solarin ve diğerlerinin (2021) çalışma sonuçları ile uyumlu iken, Solarin ve Bello'nun (2018) çalışma sonuçları ile çelişmektedir. Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde Katar'da balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izini azaltmaya yönelik politikaların etkili olduğu, fakat inşaat alanları ayak izi, karbon salımı ayak izi, tarım alanı ayak izi, otlak alan ayak izi ve toplam ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik politikaların ise etkisiz olduğu görülmüştür. Sonuç itibarıyla ekolojik ayak izinin durağanlığı, çevresel tahribata karşı doğrudan değil dolaylı müdahale ihtiyacını ortaya koyduğundan, politika yapımcılar daha çok balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izini azaltmaya yönelik politikalara odaklanmalıdır.

Katar'da ekolojik ayak izinin azaltılması ve kaynak verimliliğinin artırılması amacı ile bazı önerilerde bulunulabilir. Politika yapımcılar, balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izinin boyutunu azaltmak için önemli düzenlemeleri hayata geçirmelidir. İlgili kurumlar tarafından aşırı avlanma, yasa dışı balıkçılık faaliyetleri yakından takip edilmeli ve bu doğrultuda caydırıcı yasal düzenlemeler ivedilikle yapılmalıdır. Kullanılan kâğıt hamuru, kereste ve odun ürünlerinde geri dönüşümü teşvik edecek uygulamalara ağırlık verilmelidir. Özellikle balıkçılık ve orman sahalarında yeni üretim alanları kullanıma açılmadan önce mevcut kullanımda olan alanların verimliliği artırılarak doğal kaynakların kontrolsüz kullanımının önüne geçilmelidir. Yapılaşma için biyolojik açıdan verimli araziler yerine verimsiz ya da düşük verimli bölgeler tercih edilmelidir. Üretim ve tüketim sürecinde doğal kaynak verimliliği artırılmalı ve çevreye duyarlı teknolojilerin kullanımı teşvik edilmelidir. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre için doğal kaynaklardan kontrollü ve verimli bir şekilde faydalanılmalıdır. Bu doğrultuda sübvansu ve elektrik tüketimi uygulamasından kademeli olarak çıkılmalı, nihai enerji tüketimi içindeki yenilenebilir enerji payı artırılmalıdır. Toplumda çevresel farkındalığı artırmak amacı ile çevre konulu eğitim programları düzenlenmelidir. Çevre vergileri artırılmalı ve çevre koruma yasaları istisnasız bir şekilde uygulanmalıdır.

1980-2017 yılları arasını kapsayan bu çalışmanın kısıtı, Katar için daha uzun ekolojik ayak izi verilerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada kişi başına EF'de ilk sırada yer alan Katar için EF ve alt bileşenlerinin durağanlığı incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda kişi başına EF'de ilk sıralarda yer alan diğer ülkelerde EF ve alt bileşenlerinin durağanlığı araştırılabilir.

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the author.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.

Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.

It was declared by the author that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.

It was declared by the author that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan alışmalarının telif hakkına sahiptirler ve alışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

The authors own the copyright of their works published in Verimlilik Dergisi and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Abulibdeh, A. (2022). "Time Series Analysis of Environmental Quality in the State of Qatar", *Energy Policy*, 168, 113089, 1-18.
- Ahmed, M., Khan, A.M., Bibi, S. ve Zakaria, M. (2017). "Convergence of Per Capita CO₂ Emissions Across the Globe: Insights via Wavelet Analysis", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 86-97.
- Aldy, J.E. (2006). "Per Capita Carbon Dioxide Emissions: Convergence or Divergence?", *Environmental and Resource Economics*, 33(4), 533-555.
- 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.
- Altan, A.D. ve Sağbaş, A. (2020). "Türkiye'nin Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliği Performansı: Mevcut Durum ve Gelecek Projeksiyonu", *Verimlilik Dergisi*, (1), 7-26.
- 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(3), 381-409.
- Bozoklu, S., Yılcıncı, V. ve Görüş, M.S. (2020). "Persistence in Per Capita Energy Consumption: A Fractional Integration Approach with a Fourier Function", *Energy Economics*, 91, 104926, 1-12.
- Çağlar, A.E., Balsobre-Lorente, D. ve Akin, C.S. (2021). "Analysing the Ecological Footprint in EU-5 Countries under a Scenario of Carbon Neutrality: Evidence from Newly Developed Sharp and Smooth Structural Breaks in Unit Root Testing", *Journal of Environmental Management*, 295, 113155, 1-8.
- Camarero, M., Picazo-Tadeo, A.J. ve Tamarit, C. (2013). "Are the Determinants of CO₂ Emissions Converging among OECD Countries?", *Economics Letters*, 118(1), 159-162.
- Charfeddine, L. (2017). "The Impact of Energy Consumption and Economic Development on Ecological Footprint and CO₂ Emissions: Evidence from a Markov Switching Equilibrium Correction Model", *Energy Economics*, 65, 355-374.
- Christopoulos, D.K. ve Leon-Ledesma, M.A. (2011). "International Output Convergence, Breaks, and Asymmetric Adjustment", *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 15(3), 1-35.
- Cole, M.A. (2004). "Trade, the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages", *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.
- Criado, C.O. ve Grether, J.M. (2011). "Convergence in Per Capita CO₂ Emissions: A Robust Distributional Approach", *Resource and Energy Economics*, 33(3), 637-665.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Enders, W. ve Lee, J. (2012). "The Flexible Fourier Form and Dickey-Fuller Type Unit Root Tests", *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A. ve Wackernagel, M. (2010). "Ecological Footprint Atlas 2010", *Global Footprint Network*, Oakland.
- Global Footprint Network (2021). "Advancing the Science of Sustainability", <https://data.footprintnetwork.org>, (Erişim Tarihi:10.12.2021).
- Grossman, G.M. ve Krueger, A.B. (1991). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", *NBER Working Paper*, 1-39.
- Heil, M.T. ve Selden, T.M. (1999). "Panel Stationarity with Structural Breaks: Carbon Emissions and GDP", *Applied Economics Letters*, 6(4), 223-225.
- Kihombo, S., Ahmed, Z., Chen, S., Adebayo, T.S. ve Kırıkkaleli, D. (2021). "Linking Financial Development, Economic Growth, and Ecological Footprint: What Is the Role of Technological Innovation?", *Environmental Science and Pollution Research*, 28(43), 61235-61245.
- Lee, K.C. (2014). "Is Per Capita Real GDP Stationary in China? Sequential Panel Selection Method", *Economic Modelling*, 37, 507-517.
- Lee, C.C. ve Chang, C.P. (2008). "Trend Stationary of Inflation Rates: Evidence from LM Unit Root Testing with a Long Span of Historical Data", *Applied Economics*, 40(19), 2523-2536.
- 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.

- Lee, J. ve Strazicich, M.C. (2003). "Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks", *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- 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.
- Lin, D., Hanscom, L., Martindill, J., Borucke, M., Cohen, L., Galli, A., Lazarus, E., Zokai, G., Iha, K. ve Wackernagel, M. (2016). "Working Guidebook to the National Footprint Accounts", Global Footprint Network, Oakland.
- Magazzino, C. (2019). "Testing the Stationarity and Convergence of CO₂ Emissions Series in MENA Countries", *International Journal of Energy Sector Management*, 977-990.
- Mannan, M., Alhaj, M., Mabrouk, A.N. ve Al-Ghamdi, S.G. (2019). "Examining the Life-Cycle Environmental Impacts of Desalination: A Case Study in the State of Qatar", *Desalination*, 452, 238-246.
- Narayan, P.K. ve Smyth, R. (2007). "Are Shocks to Energy Consumption Permanent or Temporary? Evidence from 182 Countries", *Energy Policy*, 35(1), 333-341.
- Nelson, C.R. ve Plosser, C.R. (1982). "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications", *Journal of Monetary Economics*, 10(2), 139-162.
- Omay, T. (2015). "Fractional Frequency Flexible Fourier Form to Approximate Smooth Breaks in Unit Root Testing", *Economics Letters*, 134, 123-126.
- Özcan, B., Danish, K. ve Bozoklu, S. (2021). "Dynamics of Ecological Balance in OECD Countries: Sustainable or Unsustainable?", *Sustainable Production and Consumption*, 26, 638-647.
- Özcan, B., Ulucak, R. ve Dogan, E. (2019). "Analyzing Long Lasting Effects of Environmental Policies: Evidence from Low, Middle and High Income Economies", *Sustainable Cities and Society*, 44, 130-143.
- Payne, J.E. ve Apergis, N. (2021). "Convergence of Per Capita Carbon Dioxide Emissions among Developing Countries: Evidence from Stochastic and Club Convergence Tests", *Environmental Science and Pollution Research*, 28(26), 33751-33763.
- Perron, P. (1989). "Testing for a Random Walk: A Simulation Experiment of Power When the Sampling Interval Is Varied", *In Advances in Econometrics and Modelling*, 47-68.
- Phillips, P.C. ve Sul, D. (2007). "Transition Modeling and Econometric Convergence Tests", *Econometrica*, 75(6), 1771-1855.
- Rees, W.E. (1992). "Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out", *Environment & Urbanization*, 4(2), 121-130.
- Rodrigues, P.M. ve Robert Taylor, A.M. (2012). "The Flexible Fourier Form and Local Generalised Least Squares De-Trended Unit Root Tests", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(5), 736-759.
- Shafik, N. (1994). "Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis", *Oxford Economic Papers*, 757-773.
- Solarin, S.A. (2019). "Convergence in CO₂ Emissions, Carbon Footprint and Ecological Footprint: Evidence from OECD Countries", *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6), 6167-6181.
- Solarin, S.A. (2020). "Towards Sustainable Development: A Multi-Country Persistence Analysis of Forest Products Footprint Using a Stationarity Test with Smooth Shifts", *Sustainable Development*, 28(5), 1465-1476.
- 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.
- Solarin, S.A., Gil-Alana, L.A. ve Lafuente, C. (2019). "Persistence in Carbon Footprint Emissions: An Overview of 92 Countries", *Carbon Management*, 10(4), 405-415.
- Solarin, S.A., Gil-Alana, L.A. ve Lafuente, C. (2021). "Persistence and Sustainability of Fishing Grounds Footprint: Evidence from 89 Countries", *Science of the Total Environment*, 751, 141594, 1-8.
- Stern, D.I. (2014). "The Environmental Kuznets Curve: A primer", *CCEP Working Paper 1404*, 1-21.
- Tiwari, A.K., Nasir, M.A., Shahbaz, M. ve Raheem, I.D. (2021). "Convergence and Club Convergence of CO₂ Emissions at State Levels: A Nonlinear Analysis of the USA", *Journal of Cleaner Production*, 288, 125093, 1-12.
- Ulucak, R. ve Lin, D. (2017). "Persistence of Policy Shocks to Ecological Footprint of the USA", *Ecological Indicators*, 80, 337-343.
- United Nations Environment Programme (UNEP), (2019). "Global environment outlook 6", Geneva.
- Ünlü, F. (2021). "Çevresel İnovasyonların Toplam Faktör Verimliliği Üzerindeki Etkisi: Panel ARDL Yaklaşımı", *Verimlilik Dergisi*, (4), 21-34.
- Vincent, J.R. (1997). "Testing for Environmental Kuznets Curves within a Developing Country", *Environment and Development Economics*, 2(4), 417-431.

- Wackernagel, M. ve Rees, W. (1996). "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", *New Society Publishers*, 1-29.
- Wackernagel, M. ve Rees, W.E. (1997). "Perceptual and Structural Barriers to Investing in Natural Capital: Economics from an Ecological Footprint Perspective", *Ecological Economics*, 20(1), 3-24.
- Yılancı, V., Görüş, M.S. ve Aydın, M. (2019). "Are Shocks to Ecological Footprint in OECD Countries Permanent or Temporary?", *Journal of Cleaner Production*, 212, 270-301.
- Yılancı, 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, 1-8.
- Yılancı, 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), 1-13.
- Zivot, E. ve Andrews, D.W.K. (1992). "Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis", *Journal of Business & Economic Statistics*, 10, 251-270.

