

OECD Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi ve Alt Bileşenlerinin Durağanlığının İncelenmesi

Ali Eren ALPER (<http://orcid.org/0000-0003-0008-1202>), Department of Public Finance, Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey; e-mail: alierenalper@gmail.com

Fındık Özlem ALPER (<http://orcid.org/0000-0002-7829-8551>), Department of Economics, Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey; e-mail: ozknozlem@gmail.com

Examination of the Stationarity of Ecological Footprint and its Sub-Components in the OECD Countries

Abstract

The basic aim of this study is to test the stationarity of the ecological footprint and its sub-components with the Fourier KPSS unit root test, which takes both smooth and sharp structural breaks into consideration, in 12 selected OECD member countries over the period between 1961-2016. The analysis results detected that carbon emission and total ecological footprint variables for the USA; forest products footprint variable for Germany; forest products and total ecological footprint variables for Australia; fishery areas and forest products footprint variables for Austria; carbon emission, forest products and total ecological footprint variables for France; fishery areas and forest products footprint variables for the Netherlands; forest products and cropland footprint variables for England; cropland footprint variable for Italy; cropland and total ecological footprint variables for Japan; total ecological footprint variables for Canada and fishery areas and forest products footprints for Turkey are stationary at levels.

Keywords : Ecological Footprint, Fourier, Stationarity.

JEL Classification Codes : Q50, C10, Q58.

Öz

Bu çalışmanın temel amacı ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığını, 1961-2016 dönemi için 12 seçilmiş OECD üyesi ülkede hem yumuşak hem de sert kırılmaları dikkate alan Fourier KPSS birim kök testi ile sınamaktır. Analiz sonuçlarına göre ABD için karbon salınımı ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Almanya için orman ürünleri ayak izi değişkeninin; Avustralya için orman ürünleri ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Avusturya için balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin; Fransa için karbon salınımı, orman ürünleri ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Hollanda için balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin; İngiltere için orman ürünleri ve tarım alanı ayak izi değişkenlerinin; İtalya için tarım alanı ayak izi değişkeninin; Japonya için tarım alanı ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Kanada için toplam ekolojik ayak izi değişkeninin ve Türkiye için ise balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izlerinin seviyede durağan olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Ekolojik Ayak İzi, Fourier, Durağanlık.

1. Giriş

Küresel ısınma ve iklim değişikliği uzun zamandır küresel çevresel tartışmaların odağındadır. İncelenen çevresel konuların en önemlilerinden biri karbondioksit (CO_2) salınımlarından kaynaklanan sera gazı etkisidir. Atmosferdeki sera gazlarının artmasının temel sebebi ekonomik büyüme ve kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla araştırmacılar ekonomi (özellikle de üretim süreçleri) ile çevresel olaylar arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Bu sebeple de çevresel ekonomi iktisat içerisinde son dönemde çok popüler bir konu olmuştur.

Literatürde çevresel ekonomi başlığı altında üç önemli araştırma alanı bulunmaktadır. Bu alanlardan ilki çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezidir. İkincisi, kirlilik cenneti hipotezidir (PHH) ve üçüncüsü ise, ekolojik göstergelerin durağanlığının analizidir. EKC hipotezi, uzun dönemde kişi başına gelir ile çevresel kalkınma arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Bu hipoteze göre, ekonomik gelişmenin ilk safhalarında ülkedeki kişi başına gelir arttıkça, kirlilik seviyesi de artmaktadır. Ancak belirli bir eşik değeri aşıldıca, kişi başına gelirdeki büyüme ekonomik kirliliği azaltmaktadır (Stern, 2004).

İkinci olarak PHH'ye göre uluslararası ticaret ve/veya doğrudan yabancı yatırım (FDI) gelişmekte olan ülkelerde çevresel kirlenmeye yol açmaktadır çünkü gelişmiş ülkelerdeki yoğun kirlilik yaratan endüstriler, gelişmekte olan ülkelerdeki esnek çevresel düzenlemelerden yararlanmak için bu ülkelere kaymaktadır (Cole, 2004).

Çevresel ekonomi literatürünün üçüncü kısmı ise durağanlık analizleridir. Durağanlık analizleri birim kök testlerini kullanarak herhangi bir şokun etkisinin geçici mi kalıcı mı olduğunu tespit etmek amacıyla yapılan uygulamalardır. Eğer seri seviyede durağan bulunursa yani $I(0)$, ortalamaya dönüş eğilimi gösteriyordur ve bu da seriye etki edecek şokun geçici etkiler yaratacağını ifade etmektedir. Seri birinci farkında durağanlaşıyorsa yani $I(1)$ ise, şokun etkisi uzun dönemde kalıcı olacaktır (Lee & Chang, 2008; Tiwari & Kyophlavong & Albuiescu, 2016).

Teknik olarak, bir zaman serisi durağan ise, ortalama, varyans ve oto korelasyon yapıları gibi istatistiksel özellikleri zaman içerisinde değişme eğilimi göstermemektedir. Bu çalışmada ekolojik göstergelerin durağanlık özellikleri sergilenmektedir. Çalışma sonucunda elde edilecek bulgulara göre uygulanacak politikaların etkinliği yorumlanabilecektir. Eğer analize dahil edilen değişkenler durağan değilse, çevresel konular hakkındaki politikaların uzun dönemde kalıcı etkiler bırakacağını söyleyebiliriz. Diğer bir deyişle, çevresel düzenlemeler ile ilgili hükümet politikaları etkin olabilecektir. Ancak, bu göstergeler seviyede durağan olarak tespit edilecek olursa, şokların uzun dönemde kalıcı etkiler bırakmadığı tespit edileceği için, hükümet müdahaleleri de etki yaratmayacak, dolayısıyla da uygulanmaları rasyonel olmayacaktır (Dogan, 2016).

Bunlara ek olarak, eğer değişken seviyede durağan ise, gelecekteki hareketlerini tahmin etmek ve önceki davranışlarına dayanan politikalar dizayn etmek mümkün olacaktır

(Chen & Lee, 2007). Çünkü çevresel dışsallıkların olması durumunda, hükümet müdahalesi olmadan, optimal denge seviyesine ulaşmak çok zor olacaktır. Müdahale etmeyen veya minimal düzeyde müdahale eden bir hükümet çok büyük çevresel bozulmalara sebebiyet verebilecektir. Bu nedenle, politika yapıcılar çevresel kirlenmeyi azaltacak ve optimal dengeye doğru yöneltecek etkin politikalar dizayn etmelidir (Acemoglu & Aghion & Hemous, 2015). Sonuç olarak herhangi bir şokun ekolojik göstergeler üzerindeki etkilerinin (politika etkilerinin) kalıcı mı, geçici mi olduğunu tespit etmek, etkin çevresel politikalar dizayn etmek için kritik öneme sahiptir.

Çevresel ekonomi literatüründe, büyük veri seti elde edebilme kolaylığı ve sera gazı yaratmadaki etkisi nedeniyle, çevresel kirlilik ölçütü olarak CO_2 kullanılmaktadır. CO_2 yerine, az sayıdaki çalışma sülfür dioksit, asılı partikül madde gibi diğer ekolojik göstergeler de kullanılmaktadır (Ozturk & Al-Mulali & Saboori, 2016). Ancak, çevresel kirlenmeyi incelerken sadece bir göstergelyi (veya kirlenme tipini) dikkate almak rasyonel değildir. Böylece Rees (1992), Wackernagel (1994) ve Rees ve Wackernagel (1996) çalışmaları ile ekolojik ayak izi (EF) olarak adlandırılan bir ölçüm oluşturulmuştur. Bu ölçüm yöntemi toprak, orman ve madenler gibi çeşitli standartlardaki bozulmaları dikkate almaktadır (Ulucak & Lin, 2017). Ekolojik ayak izi altı bileşenden oluşmaktadır. Tarım alanı ayak izi, otlak alan ayak izi, orman ürünleri ayak izi, balıkçılık alanları ayak izi, inşaat alanları ayak izi ve karbon salınımı ayak izinden oluşmaktadır. Ekolojik ayak izi birçok kaynak stoğuna odaklandığı için, bu ölçüme dayanarak yapılan politika çıkarımları da tek bir kirlilik göstergesine göre yapılan çıkarımlardan daha etkin olmaktadır.

Küresel ayak izi ağı ekolojik ayak izini hesaplarken insanların rekabet halinde oldukları isteklerini yerine getirmek için biyolojik olarak verimli alanlara ne kadar ihtiyaç duyduklarını takip eder. Bu talepler arasında gıda üretimi için alan, fosil yakıt kullanımından doğan CO_2 salınımının absorbe edilmesi ve gerekli altyapıların inşa edilmesi bulunmaktadır. Bir ülkenin ekolojik tüketimi, ulusal üretimine ithalatın eklenmesi, ihracatın çıkartılmasıyla tespit edilir. Tüm mallar, onları üretmek ve üretimleri sonucunda ortaya çıkan atığı barındırmak için biyolojik olarak üretken kara ve denizlere ihtiyacı vardır. Dolayısıyla uluslararası ticaret alanında gömülü olarak ekolojik ayak izinin akımları olarak tanımlanabilir. Ekolojik ayak izi belirli bir aktiviteyi desteklemek için gerekli olanı hesaplamak için ekili alanlardan, ormanlardan, otlak alanlarından ve balıkçılıktan elde edilen birincil ürün verimlerini kullanılmaktadır. Biyolojik kapasite, mevcut teknoloji ve yönetim uygulamaları dikkate alındığında, bir nüfusun tükettiği kaynakları sağlamak ve atıkları absorbe etmek için mevcut biyolojik olarak verimli kara ve deniz alanı miktarının hesaplanmasıyla ölçülmektedir. Biyolojik kapasitenin zaman içerisinde karşılaştırılabilir olmasını sağlamak için alanlar biyolojik üretkenlikleri ile orantılı olarak ayarlanır. Bu düzeltilmiş alanlar küresel hektar (gha) olarak adlandırılmaktadır.

$$EF_C = EF_P + (EF_I + EF_E) \quad (1)$$

Ekolojik ayak izi hesaplanırken Denklem 1 kullanılmaktadır. Buna göre EF_C , bir ülkedeki kişilerin biyokapasite tüketimlerine işaret eden, tüketimin ekolojik ayak izini ifade etmektedir. EF_P , üretimin ayak izini yani belirli bir alandaki (bir ülke veya toplum gibi)

üretim süreçleri sonucunda ortaya çıkan biyokapasite talebini göstermektedir. EF_I ve EF_F değişkenleri ise sırasıyla ithalatın ve ihracatın ekolojik ayak izlerini göstermektedir. İthalatın ekolojik ayak izinden, ihracatın ekolojik ayak izinin çıkarılması sonucunda ise uluslararası ticaretin net ekolojik ayak izi tespit edilmektedir. Eğer ülkenin ihracattaki ayak izi, ithalattakinden daha büyükse ülke net bir yenilenebilir kaynak ve ekolojik servis ihracatçısıdır. Bu hesaplamanın sonunda ülkelerin ekolojik etkisi ortaya çıkmaktadır. Eğer ülkenin ayak izi biyolojik kapasitesinden küçük ise ülkelerin ekolojik rezervleri bulunmaktadır. Tam tersi durumda ise, ekolojik açık yaşamaktadırlar. İlk durumdaki ülkelere ekolojik kreditor, ikinci durumdaki ülkelere ise ekolojik borçlular denilmektedir. Günümüzde birçok ülke ve de dünyanın geneli, ekolojik açık yaşamaktadır. Dünya nüfusunun %85'i ekolojik açık yaşayan ülkelerde yaşamaktadır. Dünyanın yaşadığı bu büyük ölçüdeki ekolojik açık, küresel ekolojik hedefi aşma olarak isimlendirilmektedir (Global Footprint Network, 2018).

Bu çalışmada 1961-2016 aralığında 12 Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülke analiz için seçilmiştir. Bu ülkelerin, zaman aralığının ve veri setinin seçilmesinin birkaç önemli sebebi vardır. Bu sebeplerden ilki, Solarin ve Bello (2018) çalışmasında da belirttiği üzere ekolojik ayak izinin durağanlık özelliklerini incelerken ülkeleri coğrafi konumlarına göre kategorize etmekte, ekonomik özelliklerine göre sınıflandırmak daha uygundur. Analize dahil edilen ülkelerin birçoğu endüstri sonrası hizmet ekonomisine geçmiş ülkelerdir. İkinci sebep, Stern (2004) çalışmasında da belirtildiği üzere gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çıktı başına kirlenme miktarı, teknolojik gelişme ve çevre düzenlemelerine bağlı olarak, azalmasına rağmen, kişi başına atık miktarı ve kirlilik seviyesi artmaktadır. Bu sebeple, ülkelerin kirlilik genel seviyelerinin birim kök özelliklerini belirlemek için çevresel bozulma ölçütü vekil değişkeni olarak ekolojik ayak izinin kullanımı uygundur. Üçüncü olarak ise, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki bilgi toplayan kurumların güvenilirliği az gelişmiş ülkelere göre daha yüksek olduğu için, bu ülkelerdeki verilerin güvenilirliği de daha yüksek olmaktadır.

Bu çalışmanın literatüre iki açıdan katkısı bulunmaktadır. İlki, çalışmada kullanılacak Fourier fonksiyonu ile genişletilmiş Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (1992) tarafından geliştirilen KPSS birim kök testi (FKPSS) kullanılacaktır. FKPSS testi ekolojik ayak izi serisindeki hem yumuşak hem de keskin kırılmaları yakalayabilecektir. Çalışmanın literatüre ikinci önemli katkısı ise, doğrudan OECD üyesi ülkelerdeki ekolojik ayak izinin durağanlığını inceleyen çok az çalışmanın olmasıdır. Bu sayede benzer ekonomik özelliklere sahip olan bu ülkeler için ortak politika önerilerinde de bulunulabilecektir.

Bu çalışmanın temel amacı ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığını, 1961-2016 dönemi için ABD, Almanya, Avusturalya, Avusturya, Belçika, Fransa, Hollanda, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve Türkiye'den oluşan 12 seçilmiş OECD üyesi ülkede hem yumuşak hem de sert kırılmaları dikkate alan FKPSS birim kök testi ile sınamaktır. Bu doğrultuda çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde çevresel ekonomi yazınındaki üç ana başlık altındaki ampirik çalışmalar gruplandırılarak aktarılacaktır, üçüncü bölümde veri seti ve yöntem hakkında açıklayıcı bilgiler, dördüncü bölümde

uygulama sonuçları, beşinci bölümde uygulama sonuçlarına bağlı olarak politika önerileri verilecek ve çalışma sonuç bölümü ile tamamlanacaktır.

2. Literatür Araştırması

Bildiğimiz kadarıyla literatürde çok az sayıda çalışma doğrudan ekolojik ayak izinin durağanlığını test etmektedir. Ulucak ve Lin (2017), Solarin ve Bello (2018), Özcan, Ulucak ve Doğan (2019) ve Solarin, Gil-Alana ve Lafuente (2019) çalışmaları bunların başında gelmektedir. Ulucak ve Lin (2017) çalışmasında 1961-2013 dönemi için ABD’de ekolojik ayak izinin stokastik davranışlarını tespit ederek, politika şoklarına verdiği tepkileri tespit etmeyi amaçlamıştır. Fourier birim kök testi ile yapılan analizde ekolojik ayak izinin durağan olmayan bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Solarin ve Bello (2018) çalışmasında ise 128 ülkeden oluşan bir örneklem grubunda Kruse (2011) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan birim kök testi ve Narayan ve Popp (2010) tarafından geliştirilen doğrusal birim kök testi yardımıyla incelemişlerdir. Örneklem grubunun %81’ine denk gelen 96 ülkede serilerin durağan olmadığını ve birim kök içerdiğini dolayısıyla da ortalamaya dönme eğilimlerinin bulunmadığını tespit etmişlerdir. Özcan vd. (2019) çalışmasında 1961-2013 dönemi için Dünya Bankası gelir gruplarına göre sınıflandırılmış ülkelerde Kapetanios, Shin ve Snell (2003) tarafından geliştirilen panel birim kök testi ile çeşitli gelir gruplarındaki ülkelerde çevresel politikaların etkili olup olmadığını araştırmışlardır. Yüksek gelirli ülkelerin tamamında, düşük ve orta gelirli ülkelerin ise yarısında ekolojik ayak izinin durağan olduğu tespit edilmiştir. Solarin vd. (2019) 92 ülkede 1961-2014 yılları arasında, kesirli birim kök testini kullanarak çevresel bozulma ölçütü olarak ele aldığı karbon ayak izinin durağanlığını sınamaktadır. Analiz sonuçları 25 ülkede serinin ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu tespit etmiştir.

Literatürde durağanlık analizi yapan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu analizleri yaparken en çok kullanılan çevresel bozulma ölçütü ise karbon salınımlarıdır. Literatürde karbon salınımının durağanlık analizlerinin yapılmasının birkaç önemli sebebi bulunmaktadır. Bu sebeplerden ilki, karbon salınım serilerinde birim kök tespit edilecek olursa bu ekolojik göstergelere uygulanacak bir politika şokunun kalıcı etkiler göstereceğini ifade eder. İkinci olarak durağan olmayan karbon emisyon serilerinin uzun dönemde EKC hipotezi için önemli sonuçları olacaktır. Üçüncü ve son olarak ise, kişi başına karbon salınımlarının durağanlık özelliklerinin incelenmesi yakınsama olgusunun geçerliliği ile ilgili bilgiler elde etmemizi sağlayacaktır (Solarin & Bello, 2018). Aldy (2006) çalışmasında OECD ülkeleri için 1960-2000 döneminde kişi başına CO_2 salınımı yakınsamasını incelemiştir. 23 OECD üyesi ülkede yakınsama tespit edilirken, dünya genelinde 88 ülkede iraksama tespit edilmiştir. Camarero, Picazo-Tadeo ve Tamarit (2013) çalışmasında 1960-2008 dönemi için CO_2 emisyon yoğunluğunun durağanlığını Phillips ve Sul (2007) metodolojisi yardımıyla incelemişlerdir. Analiz sonuçları emisyon yoğunluklarında yakınsama olduğunu göstermektedir. Christidou, Panagiatidis ve Sharma (2013) çalışmasında 36 ülkede 1870-2006 yılları arasındaki kişi başına CO_2 salınımının durağanlığını panel birim kök testi ile araştırmıştır. Analiz sonucunda serilerin durağan olduğunu dolayısıyla yakınsadığını tespit etmiştir. Li ve Lin (2013) çalışmasında 110 ülkenin bulunduğu bir örneklem grubunda küresel kişi başına CO_2 salınımının 1971-2008

döneminde durağanlığını incelemiş ve yakınsama için çok az bulgu tespit ederken, gelir gruplarına göre alt örneklerde yakınsama tespit etmiştir. Li, Tang ve Chang (2014) çalışmasında ABD'nin 50 eyaletinin CO_2 salınımlarını 1990-2010 döneminde ardışık panel seçim yöntemi ile durağanlıklarını analiz etmiştir. 50 eyaletin 12'sinde CO_2 emisyonlarının yakınsadığını, 38'inde ise ıraksadığını tespit etmiştir. Barros, Gil-Alana ve Parez de Gracia (2016) küresel CO_2 emisyonlarının, bileşenlerinin ve kişi başına CO_2 salınımlarının durağanlık özelliklerini analiz etmiştir. Kesirli birim kök testinin kullanıldığı analizde serilerin tamamının bütünleşme dereceleri birin üstünde tespit edilmiştir. Ahmed, Khan, Bibi ve Zakaria (2017) OECD üyesi olan ve olmayan yüksek ve düşük gelirli toplam 162 ülkenin kişi başına düşen CO_2 emisyonlarının yakınsamasını 1960-2010 veri aralığında kesikli dalgacık (wavelet) birim kök testi ile incelemiştir. Analiz sonucunda 18 yüksek gelirli OECD, 2 yüksek gelirli OECD olmayan, 13 orta gelirli ve 5 düşük gelirli ülkede yakınsama, kalan 124 ülkede ise ıraksama tespit edilmiştir. Presno, Landajo ve Fernandez Gonzalez (2018) 1901-2009 dönemi için 28 OECD üyesi ülkede kişi başına düşen CO_2 salınımlarının yakınsamasını incelemiştir. Çalışma iki grupta yapılmıştır. İlk grupta tüm ülkeler, ikinci grupta ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak ayrılarak analiz yapılmıştır. İlk grup analizinde stokastik yakınsama tespit edilirken, gruplara ayrılarak yapılan analizde özellikle gelişmiş ülke grubu analizinde β yakınsamasında bir dağınıklık tespit etmiştir. Shahbaz, Khraief ve Hammoudeh (2019) 1975-2014 dönemi için 98 düşük, orta ve yüksek gelirli ülkede kişi başına CO_2 salınımlarının durağanlığını incelemiştir. Kruse (2011) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan birim kök testinin kullanıldığı çalışmada analize dahil edilen ülkelerin çok büyük bir kısmında serilerin durağan olmadığı, sadece 9 ülkede serilerin durağan olduğu belirlenmiştir.

Ampirik literatürde ikinci inceleme alanı ise EKC hipotezinin test edilmesidir. Al-Mulali, Weng-Wai, Sheau-Ting ve Mohammed (2015) ekolojik ayak izini çevresel bozulma ölçütü olarak aldığı çalışmasında 93 ülke için 1980-2008 dönemi için panel veri analiz yöntemini kullanmıştır. Analiz sonuçları yüksek-orta ve yüksek gelirli ülkelerde EKC hipotezi geçerli iken, düşük-orta ve düşük gelirli ülkelerde ise EKC hipotezinin geçerli olmadığını tespit etmiştir. Öztürk vd. (2016) çalışmasında 144 ülkede 1988-2008 aralığında ekolojik ayak izini kullanarak EKC hipotezinin geçerliliğini incelemiştir. Yüksek-orta ve yüksek gelirli ülkelerde hipotezin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Al-Mulali, Öztürk ve Solarin (2016) 1980-2010 dönemi için durağan olmayan panel veri analiz tekniğini kullanarak seçilmiş 7 ülkede EKC hipotezinin geçerliliğini sınamıştır. Analiz sonuçları yenilenebilir enerjinin yoğun olarak kullanıldığı ülkelerde hipotezin geçerli olduğunu göstermiştir. Mrabet ve Alsamara (2017) çalışmasında CO_2 ve ekolojik ayak izini analize dahil ederek iki farklı çevresel bozulma ölçütü kullanmıştır. 1980-2011 döneminde Katar için ARDL sınır testi yöntemi kullanılarak yapılan analiz sonucunda CO_2 değişkeninin kullanıldığı modelde EKC hipotezi geçerli olmadığı ancak ekolojik ayak izi değişkeni kullanıldığında hipotezin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Zambrano-Monserrate, Silva-Zambrano, Davalos-Penafiel, Zambrano-Monserrate ve Ruano (2018) Peru'da 1980-2011 veri aralığında kişi başına düşen CO_2 salınımlarını kullanarak EKC hipotezini test etmiştir. ARDL yönteminin kullanıldığı çalışmada Peru için EKC hipotezinin geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Destek ve Sarkodie (2019) panel veri analiz yöntemini kullanarak 1977-2013

periyodunda, ekolojik ayak izi değişkenini kullanarak, 11 yeni endüstrileşmiş ülkede EKC hipotezini incelemiştir. Analiz sonuçları ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Hove ve Tursoy (2019) gelişmekte olan 24 ülkede 2000-2017 veri aralığında panel genelleştirilmiş momentler (GMM) yöntemini kullanarak EKC hipotezini incelemiştir. Analiz sonuçları kişi başına ulusal gelir (GDP) arttıkça kişi başına CO_2 salınımı azalmakta ancak nitrojen oksit (NO_x) salınımının arttığını tespit etmişlerdir. Chen ve Taylor (2020) Singapur için 1900-2017 veri aralığında, ağır metalleri çevresel bozulma ölçütü olarak kullanarak EKC hipotezini incelemiş ve Singapur için geçerli olduğunu tespit etmiştir. Bekhet, Othman ve Yasmin (2020) Malezya için 1971-2013 veri aralığında EKC hipotezini CO_2 emisyonlarını kullanarak incelemiştir. Uygulama sonuçları hipotezin geçerli olduğunu göstermiştir.

Tablo: 1
Tanımlayıcı İstatistikler

Çevresel Bozulma Göstergeleri	Ülkeler								
	ABD			Almanya			Avustralya		
	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma
İnşaat Alanları Ayak İzi	0.059	0.060	0.014	0.108	0.110	0.025	0.043	0.040	0.016
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	0.111	0.110	0.016	0.115	0.090	0.063	0.094	0.095	0.035
Karbon Salınımı Ayak İzi	6.967	7.125	0.743	4.011	3.960	0.731	4.438	4.330	0.659
Orman Ürünleri Ayak İzi	1.168	1.220	0.172	0.543	0.530	0.089	1.012	1.005	0.098
Otlak Alan Ayak İzi	0.437	0.420	0.088	0.202	0.210	0.037	1.675	1.505	0.892
Tarım Alanı Ayak İzi	0.926	0.940	0.127	0.894	0.890	0.086	0.791	0.775	0.369
Toplam Ekolojik Ayak İzi	9.670	9.835	0.833	5.876	5.735	0.856	8.054	8.045	0.793
	Avusturya			Belçika			Fransa		
	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma
İnşaat Alanları Ayak İzi	0.131	0.140	0.023	0.145	0.160	0.033	0.131	0.140	0.033
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	0.061	0.060	0.009	0.139	0.140	0.029	0.223	0.230	0.029
Karbon Salınımı Ayak İzi	3.259	3.225	0.767	4.391	4.275	0.500	3.049	3.045	0.383
Orman Ürünleri Ayak İzi	0.720	0.730	0.094	0.676	0.670	0.178	0.606	0.590	0.085
Otlak Alan Ayak İzi	0.245	0.240	0.040	0.631	0.605	0.135	0.394	0.420	0.078
Tarım Alanı Ayak İzi	0.840	0.845	0.062	1.103	1.100	0.102	0.926	0.930	0.088
Toplam Ekolojik Ayak İzi	5.259	5.180	0.803	7.088	7.115	0.571	5.331	5.375	0.457
	Hollanda			İngiltere			İtalya		
	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma
İnşaat Alanları Ayak İzi	0.076	0.070	0.010	0.126	0.140	0.029	0.048	0.050	0.008
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	0.098	0.095	0.030	0.222	0.190	0.120	0.098	0.110	0.025
Karbon Salınımı Ayak İzi	3.904	3.985	0.644	3.871	3.905	0.432	2.716	2.760	0.662
Orman Ürünleri Ayak İzi	0.436	0.450	0.084	0.484	0.480	0.083	0.387	0.395	0.099
Otlak Alan Ayak İzi	0.373	0.360	0.087	0.424	0.375	0.152	0.442	0.460	0.070
Tarım Alanı Ayak İzi	0.951	0.990	0.179	0.784	0.790	0.048	0.915	0.920	0.087
Toplam Ekolojik Ayak İzi	5.841	6.025	0.868	5.913	5.905	0.623	4.608	4.640	0.865
	Japonya			Kanada			Türkiye		
	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma	Ortalama	Medyan	St. Sapma
İnşaat Alanları Ayak İzi	0.072	0.070	0.011	0.044	0.040	0.012	0.027	0.030	0.007
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	0.485	0.500	0.082	0.390	0.390	0.206	0.045	0.040	0.016
Karbon Salınımı Ayak İzi	3.145	3.375	0.691	5.013	5.110	0.627	1.066	1.000	0.520
Orman Ürünleri Ayak İzi	0.435	0.460	0.124	1.778	1.780	0.434	0.241	0.240	0.048
Otlak Alan Ayak İzi	0.109	0.170	0.047	0.434	0.425	0.117	0.163	0.160	0.041
Tarım Alanı Ayak İzi	0.499	0.495	0.047	1.274	1.340	0.303	0.899	0.890	0.070
Toplam Ekolojik Ayak İzi	4.808	4.965	0.656	8.935	8.915	0.698	2.443	2.340	0.542

Çevresel ekonomi literatüründeki üçüncü ve son uygulama alanı PHH'dir. Sun, Zhang ve Xu (2017) Çin'de 1980-2012 dönemine ait yıllık verileri kullanarak, ARDL yöntemi ile PHH'yi incelemiştir. Analiz sonuçları Çin'de PHH'nin geçerli olduğunu göstermiştir. Solarin, Al-Mulali, Musah ve Öztürk (2017) Gana için 1980-2012 veri aralığında PHH'nin geçerliliğini ARDL yöntemi ile incelemiştir. Analiz sonuçları Gana'da PHH'nin geçerli olduğunu göstermektedir. Cai, Che, Zhu, Zhao ve Xie (2018) çok uluslu girdi-çıkı tabloları yardımıyla gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş ekonomiler için kirlilik

cenneti olup olmadığını araştırmıştır. Sonuçlar Çin'in 22 gelişmiş ülkenin kirlilik cenneti olduğunu, 19 gelişmekte olan ülkenin de Çin'in kirlilik cenneti olduğunu göstermiştir. Lopez, Arce, Kronenberg ve Rodrigues (2018) çok uluslu girdi-çıkı analizi yardımıyla 6 ülke ve dünyanın geri kalanı için 1995-2009 veri aralığında PHH'nin geçerliliğini sinamıştır. Uygulama sonuçları, uluslararası ticaretin olmadığı hipotetik duruma göre, uluslararası ticaretin varlığı, küresel ekonomide genel CO₂ salınımının azalmasına neden olmaktadır. Çalışmanın bulduğu bir diğer sonuç ise sadece Çin'in uluslararası ticaret sonucu CO₂ emisyonlarını azaltmadığı ve kirlilik cenneti olduğudur. Shao, Wang, Zhou ve Balogh (2019) BRICS ve MINT ülkelerinde 1982-2014 veri aralığında PHH'nin geçerliliğini incelemiştir ve iki ülke grubunda da PHH'nin geçerli olmadığını tespit etmiştir.

3. Veri ve Yöntem

Bu bölümde, analiz için kullanılan veri seti tanıtılacaktır. Ayrıca, keskin ve yumuşak kırılmalara izin veren Beckers, Enders ve Lee (2006) tarafından geliştirilen FKPSS birim kök testinin metodolojisi açıklanacaktır.

3.1. Veri Seti

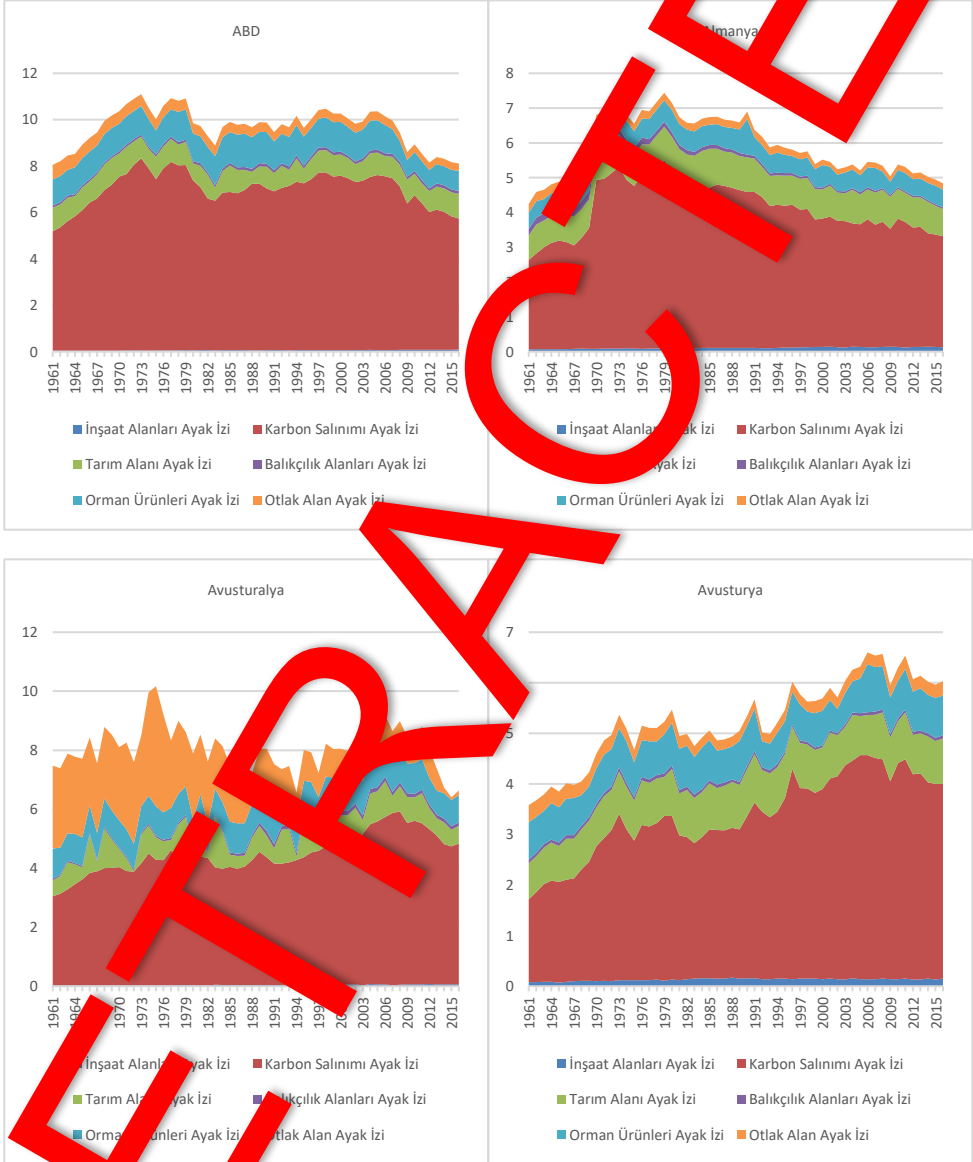
Bu çalışma seçilmiş OECD ülkelerinde 1961-2016 veri aralığında ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerine uygulanacak ekonomik veya politik şokların etkilerinin kalıcı mı geçici mi olduğunu test etmeyi amaçlamaktadır. Analiz için kullanılan tüm veriler Global Footprint Network'den kişi başına düşen gha cinsinden elde edilmiştir. Veri setine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de gösterilmektedir.

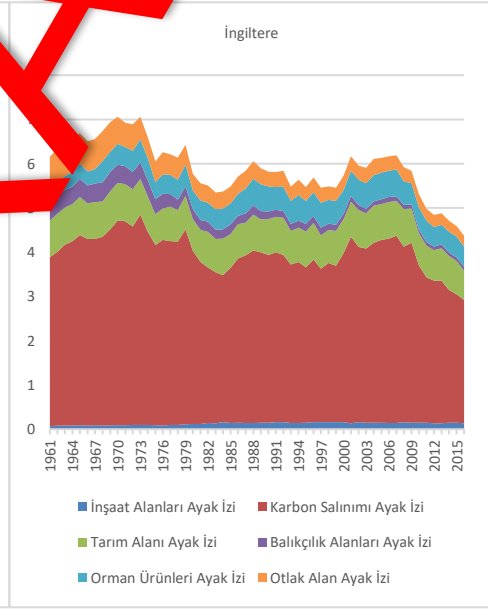
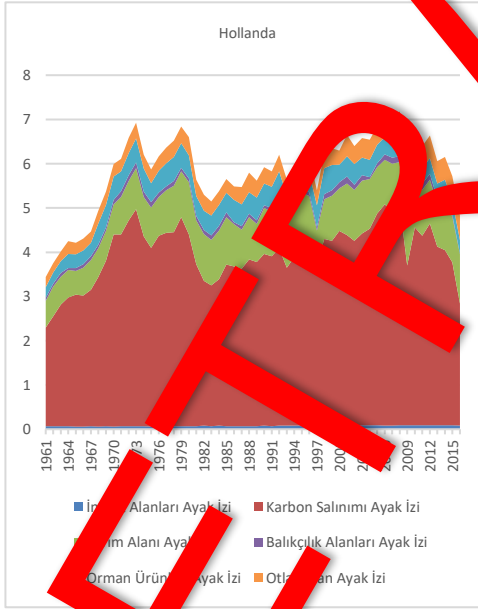
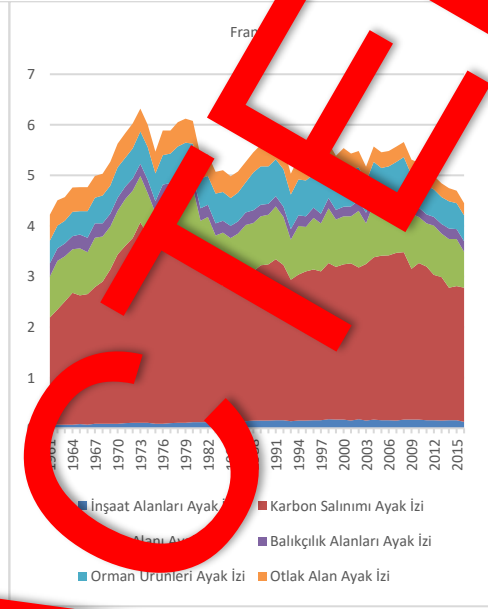
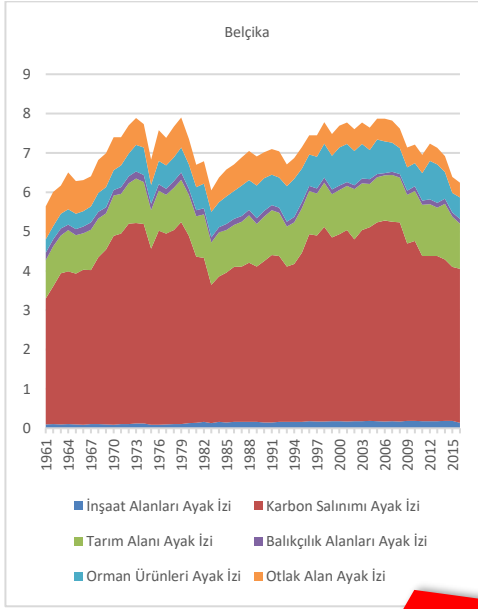
Şekil 1 seçilen ülkeler için 1961-2016 yılları arasındaki ekolojik ayak izinin alt bileşenlerini kişi başına gha cinsinden göstermektedir.

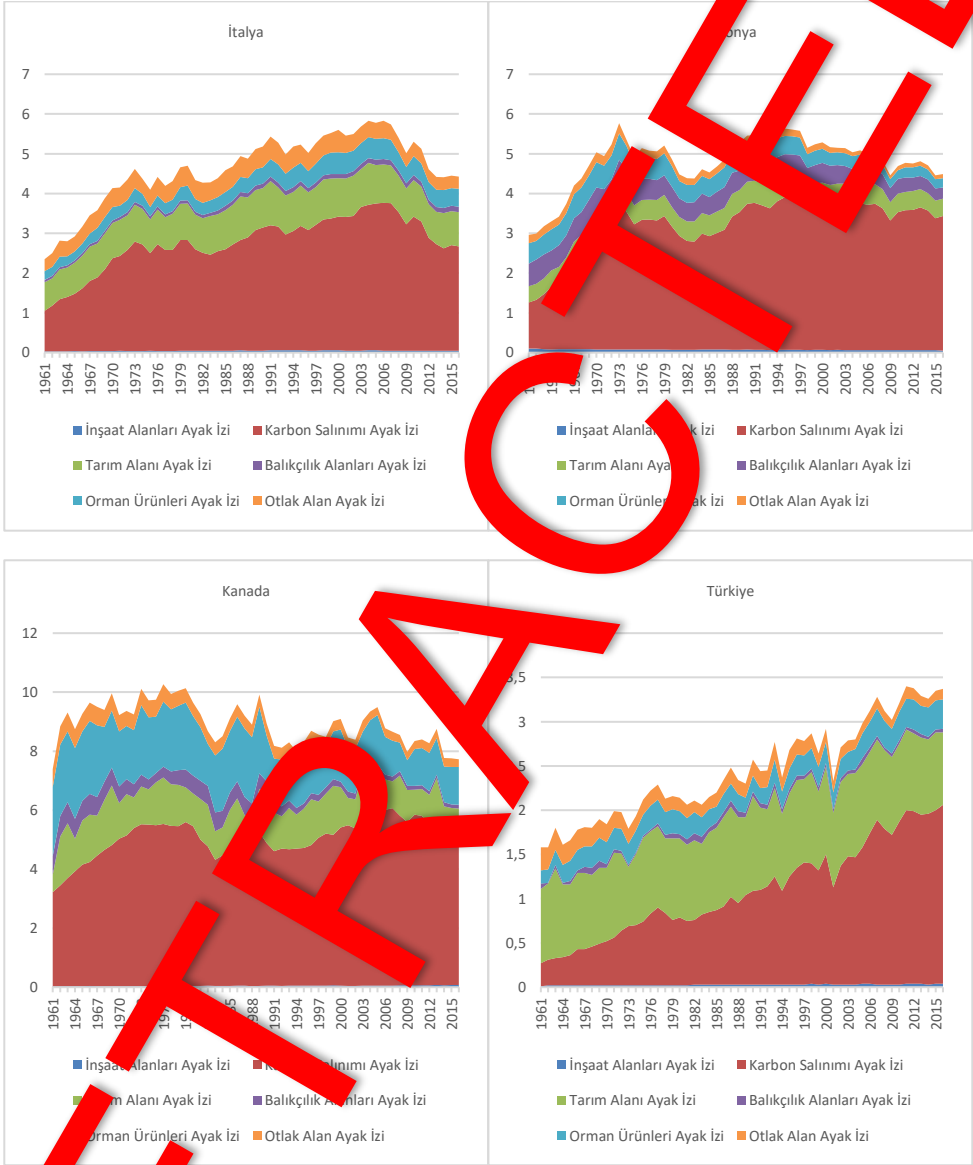
Şekil 1'e göre ekolojik ayak izinin incelenen altı alt bileşeninden analize dahil edilen tüm ülkelerde en küçük paya sahip olan inşaat alanları ayak izidir. İkinci alt bileşen otlak alan ayak izidir. Bu alt bileşenin Avusturalya dışındaki ülkelere toplam ekolojik ayak izi içerisinde çok büyük bir paya sahip olmadığı tespit edilmiştir. Üçüncü ekolojik ayak izi alt bileşeni orman ürünleri ayak izidir. Bu alt bileşende Kanada ve Avusturya'da diğer ülkelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dördüncü alt bileşen balıkçılık alanları ayak izidir. Balıkçılık alanları ayak izi Japonya'da diğer ülkelere oranla daha büyük bir paya sahiptir. Beşinci alt bileşen ise tarım alanları ayak izidir. Örneklem grubundaki bütün ülkelerde karbon salınımından sonraki en büyük pay tarım alanı izindedir. Analize dahil edilen ülkelerden Japonya'da en küçük, Türkiye'de ise en büyük paya sahiptir.

Şekil 1'e göre örneklem grubundaki bütün ülkelerde toplam ekolojik ayak izinin en büyük bölümü karbon salınımı ayak izidir. Karbon salınımı ayak izini Avusturalya dışındaki ülkelerde tarım alanı ayak izi takip etmektedir. Bu nedenle toplam ekolojik ayak izini azaltmak için, karbon salınımı ayak izinin ve tarım alanı ayak izinin, azaltım yönünde etkilenebilmesi ülkeler açısından oldukça önemlidir.

Şekil: 1
Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzinin Alt Bileşenleri (1961-2016)







3.2. Yöntem

Bu çalışmada ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığını sınamak için Becker vd. (2006) tarafından geliştirilen FKPSS birim kök testi kullanılacaktır. Fourier KPSS testi için en önemli avantajı serilerdeki kırılmaların yerlerinin, sayısının ve formunun önceden tespit edilmesine gerek olmamasıdır. Becker vd. (2006)'nın KPSS birim kök testini Fourier

fonksiyonunu kullanarak genişletmelerinin temel sebebi, testin bilinmeyen fonksiyonların hareketini yakalayabilmesidir. FKPSS testi sadece keskin değişimleri değil aynı zamanda yumuşak değişimleri de tespit edebilmekte ve yapısal değişimlerin konumu sayısı ve biçimi testin gücünü etkilememektedir.

Becker vd. (2006) çalışmasında Denklem 2 ve 3'de belirtilen veri yaratma sürecini dikkate almıştır.

$$y_t = X_t'\beta + Z_t'\gamma + r_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Burada ε_t durağan hata terimini, u_t ise σ_u^2 varyansla bağımsız, benzer dağılan hata terimlerini göstermektedir. $Z_t = [\sin(\frac{2\pi kt}{T}), \cos(\frac{2\pi kt}{T})]'$ şeklinde trigonometrik terimleri içeren vektörü göstermektedir ki, burada yer alan t trend terimini, T gözlem sayısını, k ise frekans değerini göstermektedir.

Durağanlık temel hipotezini ($H_0: \sigma_u^2 = 0$) sınamak için gerekli olan test istatistiğini hesaplamak amacıyla ilk aşamada Denklem 4 veya 5'den biri tahmin edilip, kalıntılar elde edilir.

$$y_t = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (4)$$

$$y_t = \alpha_0 + \beta_t + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (5)$$

Denklem 4 ile düzey durağanlık temel hipotezi sınanırken, Denklem 5 ile trend durağanlık temel hipotezi sınanmaktadır. Test istatistiği Denklem 6 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\tau_\mu(k) \text{ or } \tau_\tau(k) = \frac{1}{T^2} \frac{\sum_{t=1}^T \hat{s}_t(k)^2}{\sigma^2} \quad (6)$$

Optimal frekans değerini belirlemek için en küçük kalıntı kareler toplamını (SSR) veren değer seçilir. Veri yaratma sürecinin doğrusal olmayan trend içermemesi halinde, standart KPSS durağanlık testi, FKPSS durağanlık testine göre daha güçlüdür. Bu nedenle, Becker vd. (2006) çalışmasında doğrusal olmayan trendin yokluğunu gösteren temel hipotezi ($H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = 0$) Denklem 7'de belirtilen F test istatistiği ile sınamayı önermiştir.

$$\hat{F}_i(k) = \frac{(SSR_0 - SSR_1(k))/2}{SSR_1(k)/(T-q)} \quad (7)$$

$SSR_1(k)$ Denklem 4 veya Denklem 5'den elde edilen minimum kalıntı kareler toplamını; SSR_0 ise temel hipotezin geçerli olduğu regresyonun minimum kalıntı kareler toplamını ve q ise bağımsız değişken sayısını ifade etmektedir. F istatistiği için gerekli kritik değerler Becker vd. (2006) makalesinde yer almaktadır.

4. Ampirik Sonuçlar

FKPSS birim kök test sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir. Tabloda yer alan “frekans değeri” sütunu, minimum KKT değerine göre seçilen frekans sayısını, “F(k)” değeri ise trigonometrik terimlerin anlamlılığı için hesaplanan F test istatistiği değerini; “FKPSS” de birim kök test istatistiği değerini ifade etmektedir.

Tablo: 2
FKPSS Birim Kök Test Sonuçları

Çevresel Bozulma Göstergeleri	Ülkeler								
	ABD			Almanya			Avusturya		
	Frekans Değeri	F(k)	FKPSS	Frekans Değeri	F(k)	FKPSS	Frekans Değeri	F(k)	FKPSS
İnşaat Alanları Ayak İzi	1	25.823	0.428	1	42.454	0.400	1	29.648	0.325
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	1	44.331	0.231	1	79.753	0.390	1	130.517	0.277
Karbon Salınımı Ayak İzi	2	38.310	0.227	1	60.716	0.196	2	17.237	0.845
Orman Ürünleri Ayak İzi	1	28.375	0.286	1	12.896	0.112	1	23.093	0.108
Otlak Alan Ayak İzi	1	30.070	0.438	1	29.777	0.268	1	44.368	0.362
Tarım Alanı Ayak İzi	1	7.672	0.243	1	30.123	0.206	1	1.512	0.204
Toplam Ekolojik Ayak İzi	2	31.586	0.281	1	78.600	0.201	2	27.932	0.384
	Avusturya			Belçika			Fransa		
İnşaat Alanları Ayak İzi	1	42.717	0.401	1	71.958	0.347	1	69.946	0.404
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	1	57.798	0.069	1	42.817	0.317	1	51.528	0.297
Karbon Salınımı Ayak İzi	1	29.145	0.337	2	79.508	0.416	2	34.711	0.166
Orman Ürünleri Ayak İzi	2	11.409	0.173	1	51.332	0.243	1	47.991	0.058
Otlak Alan Ayak İzi	1	92.115	0.246	1	16.972	0.385	1	41.775	0.446
Tarım Alanı Ayak İzi	1	41.492	0.445	1	13.396	0.360	1	5.420	0.191
Toplam Ekolojik Ayak İzi	1	21.044	0.355	2	39.292	0.614	2	21.184	0.204
	Hollanda			İngiltere			İtalya		
İnşaat Alanları Ayak İzi	1	51.839	0.329	1	83.217	0.394	1	45.089	0.430
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	2	11.746	0.175	1	48.537	0.397	1	46.181	0.395
Karbon Salınımı Ayak İzi	2	29.326	0.503	2	16.459	0.601	1	35.132	0.247
Orman Ürünleri Ayak İzi	1	21.668	0.102	1	35.968	0.167	1	89.512	0.291
Otlak Alan Ayak İzi	2	11.207	0.885	1	26.606	0.437	1	58.342	0.183
Tarım Alanı Ayak İzi	1	17.651	0.338	3	8.571	0.327	1	54.107	0.128
Toplam Ekolojik Ayak İzi	2	24.260	0.605	2	13.700	0.689	1	46.982	0.247
	Japonya			Kanada			Türkiye		
İnşaat Alanları Ayak İzi	1	21.353	0.447	1	15.750	0.408	1	28.506	0.443
Balıkçılık Alanları Ayak İzi	2	16.063	0.872	1	34.053	0.263	3	5.686	0.151
Karbon Salınımı Ayak İzi	1	17.759	0.279	2	36.679	0.669	1	31.973	0.434
Orman Ürünleri Ayak İzi	1	47.092	0.323	1	22.553	0.338	2	8.051	0.358
Otlak Alan Ayak İzi	1	28.537	0.296	1	41.978	0.415	2	30.173	0.930
Tarım Alanı Ayak İzi	1	115.260	0.062	2	4.240	0.454	1	11.423	0.214
Toplam Ekolojik Ayak İzi	1	17.620	0.154	1	14.713	0.083	1	31.976	0.431

Not: 1, 2 ve 3 frekans değerleri için %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerler sırasıyla 0.1720, 0.4152 ve 0.4480’dir. %5 anlamlılık düzeyindeki F test değeri ise 4.929’dur.

FKPSS birim kök testinin temel hipotezi serilerin durağan olduğunu, alternatif hipotezi ise serilerin birim köklü olduğunu göstermektedir. Eğer FKPSS test istatistiği değeri, frekans sayısına göre belirlenen kritik değerlerden büyük olursa temel hipotez ret edilecek ve serilerin birim köklü olduğu belirlenmiş olacaktır. Analiz sonuçları ABD için karbon salınımı ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Almanya için orman ürünleri ayak izi değişkeninin; Avusturya için orman ürünleri ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Avusturya için balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin; Fransa için karbon salınımı, orman ürünleri ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Hollanda için balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin; İngiltere için orman ürünleri ve tarım alanı ayak izi değişkenlerinin; İtalya için tarım alanı

ayak izi değişkeninin; Japonya için tarım alanı ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Kanada için toplam ekolojik ayak izi değişkeninin ve Türkiye için ise balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izlerinin seviyede durağan olduğu tespit edilmiştir. Durağan tespit edilen bu değişkenlerin, F test istatistikleri de %5 seviyesinde anlamlı bulduklarından dolayı FKPS testinin bu değişkenler için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

5. Politika Önerileri

FKPSS birim kök testi sonucunda toplam ekolojik ayak izi içerisinde analize dahil edilen tüm ülkelerde en büyük paya sahip olan karbon salınımı ayak izinin sadece ABD ve Fransa'da seviyede durağan olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla ABD ve Fransa'da karbon salınımını azaltmaya yönelik hükümet politikaları, bu serilerin ortalamalarına dönme eğiliminde olması, dolayısıyla da uygulanacak bir politikanın etkilerinin geçici olması nedeniyle rasyonel olmayacaktır. ABD ve Fransa dışındaki ülkelerde karbon salınımı değişkeni seviyede durağan olmadığı için, seri ortalamasına dönme eğiliminde değildir, dolayısıyla da uygulanacak politikaların seri üzerinde kalıcı etkileri olacaktır. Bu nedenle de bu ülkelerde karbon salınımını azaltıcı politikaların uygulanması uygun olacaktır.

Toplam ekolojik ayak izinde ikinci en büyük paya sahip olan değişken tarım alanları ayak izidir. Analiz sonucunda bu değişkenin İngiltere, İtalya ve Japonya'da durağan olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu ülkelerde tarım alanı ayak izini azaltacak politikalar geçici etkilere sahip olacaktır. Bu ülkeler dışındaki ülkelerde tarım alanı ayak izini azaltacak politikaların kalıcı etkileri olacağından dolayı uygulanması uygun olacaktır.

Toplam ekolojik ayak izindeki üçüncü büyük pay ise orman ürünleri ayak izine aittir. Orman ürünleri ayak izi Almanya, Avustralya, Avusturya, Fransa, Hollanda, İngiltere ve Türkiye'de seviyede durağan tespit edilmiştir. Örneklem grubundaki ülkelerin %58'inde durağan bulunan orman ürünleri ayak izini azaltmak için bu ülkelerde uygulanacak hükümet politikaları, politika etkilerinin geçici olması sebebiyle rasyonel olmayacaktır. Son olarak otlak alan ayak izi analize dahil edilen bütün ülkelerde seviyede durağan olmadığı tespit edildiği için, otlak alanı ayak izini azaltmaya yönelik politikalar bütün ülkelerde kalıcı etkiler bırakacaktır.

6. Sonuç

Yirminci Yüzyılın ikinci yarısında yaşanan 1974 Petrol Krizi ve bu krizi takiben iletişim ve ulaşım olanaklarındaki hızlı gelişmelerin sonucunda başlayan küreselleşme olgusu, iktisadi olduğu kadar sosyal, politik ve çevre alanlarında ki konuların çok daha yoğun tartışılmasına neden olmuştur. Bu tartışmaların sonucunda günümüzün en önemli kelimelerinden biri olan *sürdürülebilirlik* kavramı ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramının en geniş manada tanımı 1987 Brundtland Raporu ile yapılmıştır. Buna göre sürdürülebilirlik gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme kapasitelerini yok etmeden, günümüzün ihtiyaçlarını karşılamak olarak tanımlanmıştır. Yirmi birinci Yüzyılda sürdürülebilirlik kavramı çevresel ekonomi literatüründe, büyük veri

seti elde edebilme kolaylığı ve sera gazı yaratmadaki etkisi nedeniyle, karbondioksit salınımı değişkeni üzerinden incelenmiştir.

CO₂ yerine, az sayıdaki çalışma sülfür dioksit, asılı partikül madde gibi diğer ekolojik göstergeler de kullanılmaktadır (Öztürk vd., 2016). Ancak, çevresel kirlenmeyi incelerken sadece bir göstergelyi (veya kirlenme tipini) dikkate almak rasyonel değildir. Böylece Rees (1992), Wackernagel (1994) ve Rees and Wackernagel (1996) çalışmaları ile ekolojik ayak izi olarak adlandırılan bir ölçüm oluşturulmuştur. Bu ölçüm yöntemi toprak, orman ve madenler gibi çeşitli standartlardaki bozulmaları dikkate almaktadır (Ulucak & Lin, 2017). Ekolojik ayak izi altı bileşenden oluşmaktadır. Tarım alanı ayak izi, otlak alan ayak izi, orman ürünleri ayak izi, balıkçılık alanları ayak izi, inşaat alanları ayak izi ve karbon salınımı ayak izinden oluşmaktadır. Ekolojik ayak izi birçok kaynak stokuna odaklandığı için, bu ölçüme dayanarak yapılan politika çıkarımları da tek bir kirlilik göstergesine göre yapılan çıkarımlardan daha etkin olmaktadır.

Bu çalışmanın literatüre iki açıdan katkısı bulunmaktadır. İlki, çalışmada kullanılacak Fourier fonksiyonu ile genişletilmiş Kwiatkowski vd. (1992) tarafından geliştirilen KPSS birim kök testi kullanılmıştır. FKPS test i ekolojik ayak izi serisindeki hem yumuşak hem de keskin kırılmaları yakalayabilmektedir. Çalışmanın literatüre ikinci önemli katkısı ise, doğrudan OECD üyesi ülkelerin ekolojik ayak izinin durağanlığını inceleyen çok az çalışmanın olmasıdır. Bu sayede benzer ekonomik özelliklere sahip olan bu ülkeler için ortak politika önerilerinde de bulunulabilecektir.

Bu çalışmanın temel amacı ekolojik ayak izi ve bileşenlerinin durağanlığını, 1961-2016 dönemi için ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Fransa, Hollanda, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve Türkiye'den oluşan 12 seçilmiş OECD üyesi ülkede hem yumuşak hem de sert kırılmaları dikkate alan FKPS birim kök testi ile sınamaktır.

Analiz sonuçları ABD için karbon salınımı ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Almanya için orman ürünleri ayak izi değişkeninin; Avustralya için orman ürünleri ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Avusturya için balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin; Fransa için karbon salınımı, orman ürünleri ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Hollanda için balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izi değişkenlerinin; İngiltere için orman ürünleri ve tarım alanı ayak izi değişkenlerinin; İtalya için tarım alanı ayak izi değişkeninin; Japonya için tarım alanı ve toplam ekolojik ayak izi değişkenlerinin; Kanada için toplam ekolojik ayak izi değişkeninin ve Türkiye için ise balıkçılık alanları ve orman ürünleri ayak izlerinin seviyede durağan olduğu tespit edilmiştir. Durağan tespit edilen bu değişkenlerin, F test istatistikleri de %5 seviyesinde anlamlı bulduklarından dolayı FKPS testinin bu değişkenler için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Acemoglu, D. & P. Aghion & D. Hemous (2015), "The environment and directed technical change in a North-South model", *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 513-530.

- Ahmed, M. & A.M. Khan & S. Bibi & M. Zakaria (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 & Resource Economics*, 33(4), 533-555.
- Al-mulali, U. & C. Weng-Wai & L. Sheau-Ting & A.H. Mohammed (2015), "Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation", *Ecological Indicators*, 48, 315-323.
- Al-Mulali, U. & I. Ozturk & S.A. Solarin (2016), "Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in seven regions: The role of renewable energy", *Ecological Indicators*, 67, 267-282.
- Barros, C.P. & L.A. Gil-Alana & F. Perez de Gracia (2016), "Stationarity and Long Range Dependence of Carbon Dioxide Emissions: Evidence for Disaggregated Data", *Environmental and Resource Economics*, 63(1), 45-56.
- Becker, R. & W. Enders & J. Lee (2006), "A Stationarity Test in the Presence of an Unknown Number of Smooth Breaks", *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409.
- Bekhet, H.A. & N.S. Othman & T. Yasmin (2020), "Interaction between Environmental Kuznet Curve and Urban Environment Transition Hypotheses in Malaysia", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(1), 384-402.
- Cai, X. & X. Che & B. Zhu & J. Zhao & R. Xie (2018), "Will developing countries become pollution havens for developed countries? An empirical investigation in the Belt and Road", *Journal of Cleaner Production*, 198, 624-632.
- Camarero, M. & A.J. Picazo-Tadeo & C. Tamarit (2013), "Are the determinants of CO₂ emissions converging among OECD countries?", *Economics Letters*, 118(1), 159-162.
- Chen, P.-F. & C.-C. Lee (2007), "Is energy consumption per capita broken stationary? New evidence from regional-based panels", *Energy Policy*, 35(6), 3526-3540.
- Chen, Q. & D. Taylor (2020), "Economic development and pollution emissions in Singapore: Evidence in support of the Environmental Kuznets Curve hypothesis and its implications for regional sustainability", *Journal of Cleaner Production*, 243.
- Christidou, M. & T. Panagiotidis & A. Sharma (2013), "On the stationarity of per capita carbon dioxide emissions over a century", *Economic Modelling*, 33, 918-925.
- Cole, M.A. (2004), "Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages", *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.
- Destek, M.A. & S.A. Sarkodie (2019), "Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development", *Sci Total Environ*, 650(Pt 2), 2483-2489.
- Dogan, E. (2016), "Are shocks to electricity consumption transitory or permanent? Sub-national evidence from Turkey", *Utilities Policy*, 41, 77-84.
- Global Footprint Network (2018), *Global Footprint Network*, <<https://www.footprintnetwork.org/resources/data/>>, 23.12.2019.
- Hove, S. & T. Tursoy (2019), "An investigation of the environmental Kuznets curve in emerging economies", *Journal of Cleaner Production*, 236.
- Imperatives, S. (1987), *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*, <<http://www.un-documents.net/ocf-cf.htm>>, 15.05.2019.

- Kapetanios, G. & Y. Shin & A. Snell (2003), "Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework", *Journal of Econometrics*, 112(2), 359-379.
- Kruse, R. (2011), "A new unit root test against ESTAR based on a class of modified statistics", *Statistical Papers*, 52(1), 71-85.
- Kwiatkowski, D. & P.C. Phillips & P. Schmidt & Y. Shin (1992), "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root", *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Lee, C.-C. & C.-P. Chang (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.
- Li, X. & B. Lin (2013), "Global convergence in per capita CO₂ emissions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 357-363.
- Li, X.L. & D.P. Tang & T. Chang (2014), "CO₂ emissions converge in the 50 US states-Sequential panel selection method", *Economic Modelling*, 40, 320-333.
- López, L.A. & G. Arce & T. Kronenberg & J.F.D. Rodrigues (2018), "Trade from resource-rich countries avoids the existence of a global pollution haven hypothesis", *Journal of Cleaner Production*, 175, 599-611.
- Mrabet, Z. & M. Alsamara (2017), "Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1366-1375.
- Narayan, P.K. & S. Popp (2010), "A new unit root test with two structural breaks in level and slope at unknown time", *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425-1438.
- Ozcan, B. & R. Ulucak & E. Dogan (2019), "Analyzing long lasting effects of environmental policies: Evidence from low, middle and high income economies", *Sustainable Cities and Society*, 44, 130-143.
- Ozturk, I. & U. Al-Mulali & B. Saboori (2016), "Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of tourism and ecological footprint", *Environ Sci Pollut Res Int*, 23(2), 1916-1928.
- Phillips, P.C. & D. Sul (2007), "Transition modeling and econometric convergence tests", *Econometrica*, 75(6), 1771-1855.
- Presno, M.J. & M. Landajo & P. Fernández González (2018), "Stochastic convergence in per capita CO₂ emissions. An approach from nonlinear stationarity analysis", *Energy Economics*, 70, 563-581.
- Rees, W.E. & M. Wackernagel (1996), "Urban Ecological Footprints: Why Cities cannot Be Sustainable and Why They Are a Key to Sustainability", *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4-6), 223-248.
- Rees, W.E. (1992), "Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out", *Environment and Urbanization*, 4(2), 121-130.
- Shahbaz, M. & N. Khraief & S. Hammoudeh (2019), "How Do Carbon Emissions Respond to Economic Shocks? Evidence from Low-Middle- and High-Income Countries", *MPRA Paper*, 93976.
- Shao, Q. & X. Wang & Q. Zhou & L. Balogh (2019), "Pollution haven hypothesis revisited: A comparison of the BRICS and MINT countries based on VECM approach", *Journal of Cleaner Production*, 227, 724-738.

- Solarin, S.A. & L.A. Gil-Alana & C. Lafuente (2019), "Persistence in carbon footprint emissions: an overview of 92 countries", *Carbon Management*, 10(4), 405-415.
- Solarin, S.A. & M.O. Bello (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. & U. Al-Mulali & I. Musah & I. Ozturk (2017), "Investigating the pollution haven hypothesis in Ghana: An empirical investigation", *Energy*, 124, 706-719.
- Stern, D.I. (2004), "The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve", *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Sun, C. & F. Zhang & M. Xu (2017), "Investigation of pollution haven hypothesis for China: An ARDL approach with breakpoint unit root tests", *Journal of Cleaner Production*, 161, 153-164.
- Tiwari, A.K. & P. Kyophilavong & C.T. Albulescu (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, 527-540.
- Ulucak, R. & D. Lin (2017), "Persistence of policy shocks to Ecological Footprint of the USA", *Ecological Indicators*, 80, 337-343.
- Wackernagel, M. (1994), "Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability", *PhD Thesis*, The University of British Columbia.
- Zambrano-Monserrate, M.A. & C.A. Silva-Zambrano & J.L. Davalos-Panafiel & A. Zambrano-Monserrate & M.A. Ruano (2018), "Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1366-1375.