

Türkiye’de Çevresel Kuznets Hipotezi Geçerli Mi? Fourier Bootstrap ARDL Testinden Kanıtlar

Tunahan HACİİMAMOĞLU* 

ÖZ

Son yıllarda iklim değişikliği ve çevre kirliliği konuları gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ayrımı yapılmaksızın tüm ülkelerin öncelikli politika gündemi haline gelmiştir. Çünkü günümüzde artan nüfus ve ekonomik faaliyetler doğal kaynakların kontrolsüz kullanımına ve çevresel tahribata yol açarak sürdürülebilir kalkınma sürecini olumsuz etkilemekte, hatta telafisi mümkün olmayan çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı 1970-2017 dönemi için çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezinin Türkiye için geçerli olup olmadığını Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde Fourier ARDL (FARDL) test yöntemi ile incelemektir. FARDL test sonuçlarından çevre kirliliği, gelir, küreselleşme ve dışa açıklık arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Sonuç itibarıyla çalışmada FARDL yöntemi ile elde edilen uzun ve kısa dönem gelir esneklik katsayıları karşılaştırılmış ve Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu doğrulanmıştır. ÇKE hipotezinin geçerli olduğunun tespit edilmesi Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma politikalarının uzun dönemde başarılı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Ekonomik Büyüme, Çevresel Kuznets Hipotezi, Çevre Kirliliği, Fourier ARDL.

Is the Environmental Kuznets Hypothesis Valid for Turkey? Evidence from Fourier Bootstrap ARDL Procedure

ABSTRACT

Climate change and environmental pollution topics have become the priority policy agenda of all countries, regardless of developed and developing countries in recent years. Because, nowadays, increasing population and economic activities cause uncontrolled use of natural resources and environmental degradation, negatively affecting the sustainable development process, and even causing irreversible environmental problems. In this respect, the aim of the study is to examine whether the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis is valid for Turkey from the period 1970 to 2017, employing the Fourier ARDL (FARDL) test method within the framework of Narayan and Narayan (2010)’s approach. Based on the FARDL test results obtained, it has been determined that there is a long-term relationship between environmental pollution, income, globalization, and openness. As a result, in the study, the long and short-term income elasticity coefficients obtained by the FARDL method have been compared and it has been confirmed that the EKC hypothesis is valid in Turkey within the framework of the Narayan and Narayan (2010)’s approach. Determining that the EKC hypothesis is valid indicates that sustainable development policies in Turkey are successful in the long term.

Keywords: Sustainable Development, Economic Growth, Environmental Kuznets Hypothesis, Environmental Pollution, Fourier ARDL.

1. Giriş

İklim değişikliği ve çevre sorunları 21. yüzyılın en büyük sorunları olarak kabul edilmektedir. Küreselleşme, teknolojik gelişmeler ve dış ticaret sayesinde elde edilen kazanımlar ve verimlilik artışına rağmen insanın doğa üzerindeki talebi nedeniyle çevre kirliliği artarak devam etmektedir. Bu sorunun temelinde yer alan insan ve ekonomik faaliyetler çevre üzerindeki baskının ana unsurlarını oluşturmaktadır. Büyük ölçekli üretim ve tüketim süreci ekosistemi olumsuz etkilemekte, hatta telafisi mümkün olmayan ya da yüksek maliyetler gerektiren çevre sorunlarına yol açmaktadır (IPCC, 2014). Bu yüzden ekonomik faaliyetler ile çevre arasındaki etkileşim ve karmaşık ilişkiler araştırmacılar, uluslararası kuruluşlar ve politika yapıcılar tarafından yakından takip edilmekte, çevrenin sürdürülebilir kalkınma ile olan ilişkileri detaylı bir şekilde ele alınmaktadır.

Literatürde çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezine yönelik çalışmaların temeli, Kuznets (1955)’in ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasında ters-U biçiminde bir ilişkinin olduğu şeklindeki hipotezine dayanmaktadır. Kuznets eğrisi hipotezi, gelir eşitsizliğindeki artışların, gelir belirli bir düzeye ulaşıncaya kadar devam edeceğini, dönüm noktası sonrası ise gelirdeki artışların gelir eşitsizliğini azaltacağını ifade etmektedir (Kuznets, 1955). Küresel ısınma ve çevre kirliliği kaynaklı sorunların artması ile birlikte

* Arş. Gör. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, tunahan.haciimamoglu@erdogan.edu.tr
Makalenin Gönderim Tarihi: 13.04.2022; Makalenin Kabul Tarihi: 17.06.2022

Kuznets eğrisi hipotezi, 1990’lı yıllar itibarıyla gelir ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi ifade etmek için kullanılmaya başlanmış ve ÇKE hipotezi olarak adlandırılmıştır. ÇKE hipotezi, ekonomi-çevre ilişkisini göz önünde bulunduran, daha düşük kalkınma düzeylerinde çevresel bozulmanın dönüm noktasına kadar artmaya devam ettiğini, çevre dostu üretim teknolojisinin kullanılması ve yapısal değişimler sayesinde artan ekonomik kalkınma ile çevresel bozulmanın o noktadan sonra azaldığını ifade eden ters-U şeklinde bir eğri olarak tanımlanmaktadır (Grossman ve Krueger, 1991; Shafik ve Bandyopadhyay, 1992; Grossman ve Krueger, 1995). Bu ters-U ilişkisi ise ilk kez Panayotou (1993) tarafından çevresel Kuznets eğrisi olarak adlandırılmıştır. ÇKE hipotezinin varlığının doğrulanması, uzun dönemde sürdürülebilir kalkınmada başarılı olduğunu göstermektedir.

ÇKE hipotezine ilişkin çalışmalarda gelir ile çevre kirliliği göstergeleri ilişkilendirilmekte ve çeşitli modeller kullanılarak ÇKE hipotezinin geçerliliği sınanmaktadır. Hipotezin geçerli olup olmadığı gelir değişkenleri aracılığıyla ikinci dereceden ya da kübik modeller kullanılarak test edilmektedir. Ancak ÇKE hipotezi test edilirken, ikinci dereceden veya kübik modeller kullanmak doğrusallık veya çoklu doğrusal bağlantı sorunlarına neden olabilmektedir (Yılancı ve Pata, 2020, s. 32684). Narayan ve Narayan (2010), kısa ve uzun dönem gelir esnekliği karşılaştırması ile bu sorunlardan kaçınılabileceğini ileri sürmüştür. Buna göre kısa dönem gelir esnekliğinin uzun dönem gelir esnekliğinden daha yüksek olması çevre kirliliğinin zamanla azalacağı anlamına gelmektedir. Bu durum ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmektedir. Diğer yandan Brown ve McDonough (2016), kısa ve uzun dönem katsayılar karşılaştırılarak ÇKE hipotezinin tespit edilemeyeceğini ileri sürmüş ve bu nedenle Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımını eleştirmişlerdir. Bu eleştirinin geçerliliği ise henüz kanıtlanamamıştır ve ÇKE hipotezinin geçerliliği bu yaklaşım çerçevesinde araştırılmaya devam etmektedir (Dong vd., 2018; Yılancı ve Pata, 2020).

Sürdürülebilir çevre ve kalkınma çalışmalarında en yaygın kullanılan bağımsız değişken kişi başına gelir değişkenidir (Uddin vd., 2016, s. 302). Bu çalışmalarda finansal kalkınma, ticari dış açıklık, küreselleşme, beşerî sermaye, kentleşme, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi gibi diğer açıklayıcı değişkenler de dikkate alınmaktadır. Ancak genel itibarıyla gelir, çevresel kalite göstergeleri üzerinde en anlamlı etkiye sahip değişken olarak öne çıkmaktadır.

Çalışmada kontrol değişkenleri olarak modele dahil edilen küreselleşme ve dış açıklığın çevre üzerinde üç etki mekanizması bulunmaktadır. Bu üç etki mekanizması sırasıyla ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknik etkidir. Ölçek etkisi, küreselleşme ve dış açıklığın dış ticaret kanalıyla ekonomik faaliyetleri ve enerji kullanımını artıracığı, bu artış neticesinde ise çevre üzerindeki baskının artacağı düşüncesine dayanmaktadır (Ahmed vd., 2019, s. 18566). Ayrıca Lemos ve Agrawal (2006), küreselleşmenin çok uzak pazarları birbirine bağladığından, talebi teşvik ettiğini ve bu sürecin doğal kaynak tüketimi ile atık üretiminde bir artışa neden olduğunu öne sürmüşlerdir. Kompozisyon etkisine göre küreselleşme ve dış açıklık, ülkelerin ürün ve üretim kompozisyonları üzerinde etkilidir. Bu süreçte ilgili ülkenin rekabet avantajı elde ettiği ürün yapısına bağlı olarak çevresel kirlilik artabilir (Cole, 2004). Çünkü uluslararası ticarete söz konusu bazı malları üretmek çevreye zarar vermekte ve kirliliğe yol açmaktadır. Teknik etkide ise serbest dış ticaret sayesinde ülkeler çevre dostu üretim tekniklerine ve daha yenilikçi teknolojiye kolay bir şekilde ulaşabilmekte ve bu durum çevre kirliliği üzerinde azaltıcı bir etki ortaya koymaktadır (Grossman ve Krueger, 1991, ss. 3-5).

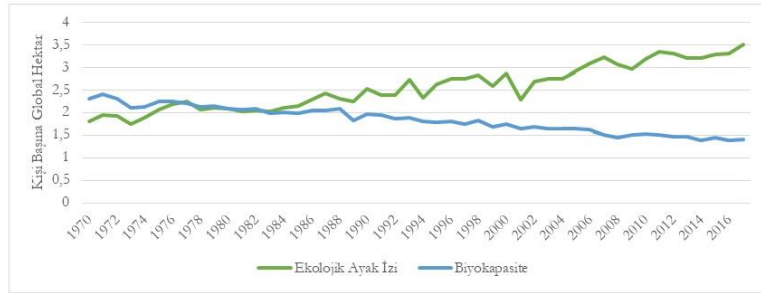
Bu çalışmanın amacı Türkiye’de 1970-2017 dönemi için ÇKE hipotezinin geçerliliğini Narayan ve Narayan (2010)’ın kısa ve uzun dönem gelir esnekliği karşılaştırması çerçevesinde Fourier ARDL testi ile incelemektir. Çalışma şu beş nedenden dolayı önemlidir: İlk olarak çalışmada sadece hava kirliliği boyutunu temsil eden ve bu yönü ile eleştirilen karbondioksit (CO₂) değişkeni yerine daha kapsayıcı ve isabetli bir gösterge olan ekolojik ayak izi (EF) değişkeninin kullanılmasıdır. Zira sadece CO₂ değişkeni kullanılarak elde edilen bulgular çevresel politikalar açısından yanıltıcı olabilir. İkincisi çalışmada küreselleşme ve dış açıklık gibi iki önemli kontrol değişkeninin modele dahil edilmesidir. Çünkü bu iki göstergenin çevre üzerindeki etkisi ülkelerin gelişmişlik dinamiklerine bağlı olarak farklılık arz ettiği ve üzerinde bir uzlaşa sağlanmadığı görülmektedir. Üçüncüsü çalışmada küreselleşme düzeyinin temsilinde çoğunlukla tercih edilen doğrudan yabancı yatırımlar ve dış ticaret vb. tek boyutlu göstergeler yerine küreselleşmenin ekonomik, sosyal ve politik boyutlarını kapsayan KOF küreselleşme endeksinin kullanılmasıdır. Dördüncüsü ampirik analiz için görece zayıf ve sapsmalı sonuçlar ortaya koyabilen geleneksel yöntemler

yerine Fourier ARDL testi gibi güncel ve gelişmiş bir yöntemin tercih edilmesidir. Son olarak beşincisi bu çalışmanın Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde EF değişkeni kullanılarak Türkiye için ÇKE hipotezinin test edildiği ilk çalışma olmasıdır.

2. Ekolojik Ayak İzi ve Türkiye’deki Durumu

Çevre kirliliğini temsil etmek için en sık başvurulan göstergelerden biri CO₂ emisyonudur (Dong vd., 2018; Hashmi ve Alam, 2019; Shahbaz ve Sinha, 2019). Buna göre 1965 yılında 11.189 milyon ton düzeyinde olan küresel karbondioksit emisyonu 2020 yılında yaklaşık olarak %188 artış göstererek 32.318 milyon ton düzeyine yükselmiştir (BP, 2021). Öte yandan CO₂ emisyonu havadaki karbon miktarını ölçmekte, su ve toprağa dair kirlilik boyutunu dikkate almamaktadır. Çevresel bozulmanın sadece hava kirliliği boyutunu dikkate alan CO₂ emisyonu ise bu yönü ile eleştirilmektedir (Solarin, 2019, s. 6167). Rees (1992) tarafından öne sürülen ve daha sonra Wackernagel ve Rees (1996) tarafından geliştirilen EF, çevresel kaliteyi/kirliliği temsil etmek için kullanılan bir diğer göstergedir. Çevresel kaynaklara yönelik insan talebini ve bu süreçte üretilen atıkları telafi etmek için ilgili çevresel kapasiteleri dikkate alan EF, hava, su ve toprak kirliliğini bir arada değerlendiren çok boyutlu bir kavramdır (Wackernagel ve Rees, 1996, ss. 9-10). Karbondioksit salımı ayak izine ek olarak tarım alanları ayak izi, otlak alanları ayak izi, balıkçılık alanları ayak izi, inşaat alanları ayak izi ve orman ürünleri ayak izi olmak üzere toplam 6 alt bileşenden oluşmaktadır (Lin vd., 2016; Ulucak ve Bilgili, 2018, s. 145). Bununla birlikte çevresel kapasiteyi gösteren biyokapasite ise mevcut doğal kaynak rezervi ya da bu kaynakların arzı olarak ifade edilmektedir.

Küresel ölçekte çevresel ayak izi değerleri sürekli bir artış eğilimi içindedir ve bu süreklilik sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını oldukça zorlaştırmaktadır (Kihombo vd., 2021, s. 61235). Türkiye’de de buna benzer bir eğilim söz konusudur. Türkiye’de yıllar itibarıyla ekolojik dengenin seyri ekolojik ayak izi ve biyokapasite bağlamında Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Türkiye’de Yıllar İtibarıyla Ekolojik Denge

Şekil 1’de Türkiye’nin 1970-2016 yılları itibarıyla ekolojik ayak izi ve biyokapasite gelişimi yer almaktadır. 1970 yılında kişi başına ekolojik ayak izi 1.797 global hektar (gha) iken, aynı yıl kişi başına biyokapasite değeri 2.311 gha seviyesindedir. 2016 yılına gelindiğinde ise kişi başına ekolojik ayak izi 3.301 gha düzeyine yükselmiş olup, aynı yıl kişi başına biyokapasite değeri 1.393 gha düzeyine düşmüştür. Türkiye’de ekolojik ayak izi, 2016 yılında biyokapasitenin iki katından fazla ölçülmüştür. 1970-1977 döneminde kişi başına biyokapasite kişi başına ekolojik ayak izinin üzerindedir. Bu dönem Türkiye’de ekolojik rezervin varlığına işaret etmektedir. 1983 yılında kişi başına ekolojik ayak izi ile kişi başına biyokapasite eşitlenmiş ve ekolojik denge sağlanmıştır. Fakat 1983-2016 yılları arasında ise kişi başına biyokapasite kişi başına ekolojik ayak izinin altında seyretmiştir. Bu yıllarda Türkiye için ekolojik açığın var olduğu diğer bir ifade ile doğal kaynak talebinin doğal kaynakların kendini yenileme kapasitesinin üzerinde seyrettiği söylenebilir.

3. Literatür Taraması

Grossman ve Krueger (1991, 1995), Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993, 1997), Selden ve Song (1994), Shafik (1994), Cropper ve Griffiths (1994) araştırmaları, ÇKE hipotezi literatüründe öncü çalışmalardır. Bu çalışmalarda gelir ile çeşitli çevre göstergeleri arasındaki ilişkiler incelenmiş ve ÇKE hipotezinin geçerliliği ampirik olarak test edilmiştir. Bu çalışmaların ardından birçok çalışmada çeşitli

dönem ve ülkeler için farklı analiz yöntemleri ve modeller kullanılarak ÇKE hipotezinin geçerliliği sınanmıştır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğunda çevre kirliliği göstergesi olarak CO₂ emisyonuna yer verilmesine karşın (Wang vd., 2017; Bekhet ve Othman, 2018), son dönem çalışmalarda daha kapsayıcı bir gösterge olan EF verisi kullanılmaya başlanmıştır (bkz. Al-Mulali vd., 2015; Destek vd., 2018; Peng vd., 2019; Ahmed vd., 2020; Murshed vd., 2021; Sarkodie, 2021).

ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığının değerlendirildiği çalışmalar oldukça geniş bir literatürü kapsamaktadır. Bu çalışmada ise Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde ekolojik ayak izi dikkate alınarak Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliği ampirik olarak incelenmektedir. Bu doğrultuda literatür taraması bölümünde, ekolojik ayak izi bağlamında Türkiye için ÇKE hipotezinin test edildiği çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalar şu şekilde özetlenmiştir:

Acar ve Aşıcı (2017), Türkiye için 1961-2008 döneminde ekolojik ayak izi göstergeleri (üretim ayak izi, tüketim ayak izi, ihracat ayak izi ve ithalat ayak izi) ile gelir arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi bağlamında eşbütünlük yöntemleri kullanarak araştırmışlardır. Tahminci sonuçlarında sadece üretim ayak izi ve gelir arasında ters U ilişkisinin var olduğu belirlenmiş, diğer bir ifade ile üretim ayak izi için ÇKE hipotezinin geçerliliği ispatlanmıştır.

Özcan vd. (2018), 1961-2013 yılları arası Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını bootstrap zamanla değişen nedensellik yöntemi ile test etmişlerdir. Test sonuçlarında bazı alt örnek dönemleri için ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında çift taraflı ilişki tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulardan ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkisinin pozitif ve tüm alt örnek dönemlerinde artan bir eğilime sahip olduğu görülmüştür. Bu bağlamda Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Destek ve Sarkodie (2019), Türkiye’nin de içinde bulunduğu 11 yeni sanayi ülkesinde 1977-2013 dönemi için ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmışlardır. Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincisi sonuçlarına göre Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı görülmüştür.

Doğan vd. (2019), 1971-2013 dönem aralığında MINT (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) ülkeleri için ÇKE hipotezinin geçerliliğini ARDL sınır testi yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmada Türkiye için ihracatın çevre kirliliği üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulardan Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Doğan vd. (2020), BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkelerinde 1980-2014 dönemi için ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmişlerdir. Çalışmada yatay kesit bağımlılığını ve panelin heterojen olma durumlarını göz önünde bulunduran ikinci nesil analiz yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Türkiye’yi de kapsayan BRICS-T ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı tespit edilmiştir.

Köksal vd. (2020), 1961-2014 yılları arasında Türkiye’de ekolojik ayak izi üzerinde kayıt dışı ekonominin rolünü ÇKE hipotezi bağlamında araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre Türkiye’de kayıt dışı ekonominin çevre kirliliğini olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur. Sonuç itibarıyla Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair kanıtlara ulaşılmıştır.

Öcal vd. (2020), 1968-2016 dönemi için Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini ekolojik ayak izi, karbon ayak izi ve CO₂ olmak üzere üç farklı çevre göstergesi kullanarak, üç farklı model altında ARDL sınır testi yardımı ile incelemişlerdir. Üç modelde ekonomik büyüme ve ticari dışa açıklığın çevresel bozulmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak hem kısa hem de uzun dönemde Türkiye için ÇKE hipotezinin varlığı doğrulanmıştır.

Godil vd. (2020), 1986-2018 yılları arası Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını Kantil Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (QARDL) yaklaşımı ile sınamışlardır. Çalışma sonuçları Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca kontrol değişkenlerinden küreselleşmenin çevre kirliliği üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Sharif vd. (2020), 1965Ç01-2017Ç04 döneminde Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını QARDL yöntemi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sun vd. (2021), 1995-2015 dönem aralığında Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini aynı yöntemi (QARDL) kullanarak incelemişler ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Farklı olarak çalışmada

çevre kirliliği göstergesi olarak CO₂ ve ekolojik ayak izi değişkenlerine yer vermişlerdir. Kantillerin büyük bir bölümünde iki değişken içinde Türkiye için ÇKE hipotezinin varlığı ispatlanmıştır.

Yurtkuran (2020), Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini 1973-2016 dönemi için ARDL yaklaşımı ile sınamıştır. Analiz sonuçlarına göre çevre kirliliğini azaltan tek faktörün ihracat olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan ekonomik büyüme ve temiz enerji kaynak kullanımının çevre kirliliğinin azaltılmasında bir araç olarak kullanılamayacağı tespit edilmiştir. Uzun dönem tahminci sonuçlarına göre Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Bulut (2021), 1976-2016 döneminde Türkiye için ÇKE ve kirlilik sığınağı hipotezlerinin (pollution haven hypothesis-PHH) geçerli olup olmadığını ARDL yaklaşımı ve Dinamik OLS (DOLS) yöntemleri ile analiz etmiştir. Analiz sonuçlarından ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair kanıtlara ulaşılırken, doğrudan yabancı yatırımlar ile çevre arasındaki pozitif etkileşimi ifade eden PHH’nin geçerli olduğuna dair kanıtlara ulaşamamıştır.

Koyuncu vd. (2021), 1990-2015 dönem aralığında Türkiye için ÇKE hipotezinin varlığını Eşiksel Ototegresif (Threshold Autoregressive-TAR) model yardımı ile incelemişlerdir. Çalışmada Türkiye için kişi başına düşen gelir eşik değeri 9.340 ABD \$ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulardan Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ispatlanmıştır.

Literatürdeki çalışmalarda ekolojik ayak izi değişkeni dikkate alınarak farklı dönemler altında çeşitli analiz yöntemleri kullanılarak Türkiye ve Türkiye’nin dahil edildiği ülke grupları için ÇKE hipotezinin geçerliliği sınanmıştır. Bu çalışmalarda ARDL, QARDL, TAR, DOLS, AMG ve bootstrap zamanla değişen nedensellik yaklaşımları kullanılmıştır. Özcan vd. (2018), Destek ve Sarkodie (2019), Doğan vd. (2020) tarafından elde edilen sonuçlarda Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı ortaya konulmuştur. Acar ve Aşıcı (2017), Doğan vd. (2019), Godil vd. (2020), Köksal vd. (2020), Öcal vd. (2020), Sharif vd. (2020), Yurtkuran (2020), Bulut (2021), Koyuncu vd. (2021), Sun vd. (2021) çalışmalarından elde edilen bulgularda ise Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna ilişkin çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir.

Literatür çalışmaları göz önüne alındığında Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde Fourier ARDL yöntemi kullanılarak Türkiye için ÇKE hipotezinin test edildiği ilk araştırma olma özelliğine sahip bu çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

4. Veri Seti ve Model

Bu çalışmada 1970-2017 yılları arası Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı küreselleşme ve dışa açıklık kontrol değişkenleri dikkate alınarak, Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde FARDL yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada çevre kirliliği göstergesi olarak son dönem literatürde kullanımı yaygınlık kazanan ve CO₂ emisyonuna göre çevre kirliliğini daha iyi temsil ettiği düşünülen kişi başı ekolojik ayak izi verisi kullanılmıştır. Bu veriye Global Footprint Network (2021) sitesinin veri tabanından ulaşılmıştır. Gelir göstergesi olarak kişi başı GSYİH verisi kullanılmıştır. Bu veri Dünya Bankası’nın (World Bank) Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. Kontrol değişkenleri olarak küreselleşme ve dışa açıklık değişkenlerini temsilen sırasıyla KOF küreselleşme endeksi ve ticari dışa açıklık verileri kullanılmıştır. KOF küreselleşme endeksi verisine KOF Swiss Economic Institute (2021) sitesinden, ticari dışa açıklık verisine ise Dünya Bankası’nın Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından ulaşılmıştır. Türkiye’ye ait KOF küreselleşme endeksi verisi 1970 yılı ile başlayıp, kişi başı ekolojik ayak izi verisi 2017 yılı itibarıyla mevcut olduğundan analiz dönemi 1970-2017 yılları arasını kapsamaktadır. Tablo 1’de değişkenlere ait genel bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1. Değişkenlere Ait Genel Bilgiler

Kısaltma	Açıklama	Birim	Kaynak
EF	Kişi Baş Ekolojik Ayak İzi	Global Hektar	Global Footprint Network
GDP	Kişi Baş GSYİH	2015, ABD \$	World Bank-WDI
KOF	Küreselleşme Endeksi	Endeks	KOF Swiss Economic Institute
TRD	Ticari Dışa Açıklık	GSYİH, %	World Bank-WDI

Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı takip edilerek oluşturulan tahmin modeli Eşitlik (1)’de gösterilmektedir:

$$\ln EF_t = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln KOF_t + \beta_3 \ln TRD_t + u_t \quad (1)$$

Eşitlik (1)’de gösterilen \ln sembolü değişkenlerin logaritmalarının alındığını ifade etmektedir. Değişkenlerin logaritmik dönüşümü kullanılarak esnekliğin hesaplanması ve değişen varyans probleminin azaltılması amaçlanmıştır. u_t hata terimini, t indisi zaman boyutunu ($T=48$) ve β_0 sabit terimi temsil etmektedir. β_1 , β_2 , β_3 tahmin edilecek katsayı parametrelerini göstermektedir. ÇKE hipotezinin geçerli olması için gerekli koşul, gelir değişkeninin uzun ve kısa dönem katsayılarının anlamlı olması ve uzun dönem katsayı değerinin ($\ln GDP$) kısa dönem katsayı değerinden ($\Delta \ln GDP_t$) küçük olmasıdır. Aksi takdirde bu koşul sağlanmaz ise Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı bağlamında ÇKE hipotezi geçerli olmayacaktır. Çalışmada zaman serisi analizleri için Eviews-12 ve Gauss-21 paket programları kullanılmıştır.

5. Yöntem

Eşitlik (1)’de oluşturulan tahmin modelinde uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ve katsayı tahmini için Yılancı vd. (2020) tarafından geliştirilen Fourier Bootstrap ARDL yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem sunduğu bazı avantajları dolayısı ile ön plana çıkmaktadır: i) Bu testte geleneksel eşbütünleşme testlerinde serilerin aynı dereceden durağan olmaları şartı esnetilmiştir. Diğer bir ifade ile bağımlı değişkenin $I(1)$ olması şartıyla açıklayıcı değişkenler $I(0)$ ya da $I(1)$ olabilir. ii) ARDL eşbütünleşme testi hata düzeltme modeline dayandığı için geleneksel testlere göre daha tutarlı ve güçlü istatistiksel özelliklere sahiptir. iii) Test içsel yapısal kırılmalara izin vermektedir. iv) FARDL küçük örneklerde de güvenilir sonuçlar sunmaktadır (Yılancı ve Pata, 2020, s. 32688).

Eşitlik (1)’de yer alan denklem Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi ile test edilebilir. FARDL prosedürünü uygulamak amacıyla eşitlik (1), hata düzeltme modeli çerçevesinde yeniden yazılarak Eşitlik (2)’deki denklem elde edilmiştir (Yılancı vd., 2020, ss. 3-6):

$$\Delta \ln EF_t = \beta_0 + \beta_1 \ln EF_{t-1} + \beta_2 \ln GDP_{t-1} + \beta_3 \ln KOF_{t-1} + \beta_4 \ln TRD_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \phi' \Delta \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \varphi' \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma' \Delta \ln KOF_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta' \Delta \ln TRD_{t-i} + e_t \quad (2)$$

Eşitlik (2)’de Δ birinci fark operatörünü, p ise gecikme uzunluğunu temsil etmektedir. e_t sıfır ortalamalı ve sonlu varyanslı hata terimini göstermektedir. Uygun gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ile belirlenmektedir.

Pesaran vd. (2001), bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığı için F-testi (F_A) ve t-testi (t) kullanılarak H_{0A} ve H_{0t} sıfır hipotezlerinin reddedilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir:

$H_{0A} = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$; Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin bir gecikmeli değerlerinin birlikte anlamlılığını ifade etmektedir.

$H_{0t} = \beta_1$; Sadece bağımlı değişkenin bir gecikmeli değerinin anlamlılığını göstermektedir.

McNown vd. (2018), Pesaran vd. (2001) tarafından ileri sürülen mevcut testlere ek olarak üçüncü bir F-testi (F_B) önermişlerdir:

$H_{0B} = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$; Bağımsız değişkenlerin bir gecikmeli değerlerinin anlamlılığı sınanmaktadır.

Pesaran vd. (2001) ve McNown vd. (2018) tarafından ileri sürülen F_A , F_B ve t test sonuçlarına göre dört farklı durum ortaya çıkmaktadır:

Durum (1): F_A , t ve F_B anlamlı ise eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Durum (2): F_A , t ve F_B anlamlı değil ise eşbütünleşme ilişkisi yoktur.

Durum (3): F_A ve F_B anlamlı, ancak t anlamlı değilse dejenere (1) durumu ortaya çıkmaktadır.

Durum (4): F_A ve t anlamlı, ancak F_B anlamlı değilse dejenere (2) durumu ortaya çıkmaktadır.

Dejenere durumlar değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı anlamına gelmektedir. Özetle, durum (1) dışındaki tüm durumlar eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir.

Gallant ve Souza (1991), bilinmeyen sayıda sert ve yumuşak yapısal kırılmayı daha iyi yakalamak için kukla değişken kullanmak yerine Fourier fonksiyonunu önermiştir. Fourier fonksiyonuna dair denklem Eşitlik (3)’te gösterilmektedir:

$$d(t) = \sum_{k=1}^n \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n b_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (3)$$

Eşitlik (3)’te $\pi=3.1416$ olup, k seçilen frekans değerini ifade etmektedir. $d(t)$, deterministik trendi; t , trend terimini; T ise örnek boyutu temsil etmektedir. Ludlow ve Enders (2000) ve Becker vd. (2006) takip edilerek oluşturulan tek frekanslı denklem Eşitlik (4)’te şu şekildedir:

$$d(t) = \lambda_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \lambda_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (4)$$

Eşitlik (2), Fourier fonksiyonu ile genişletildiğinde nihai denklem Eşitlik (5)’teki gibi oluşmaktadır:

$$\Delta \ln EF_t = \beta_0 + \lambda_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \lambda_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_2 \ln EF_{t-1} + \beta_3 \ln GDP_{t-1} + \beta_4 \ln KOF_{t-1} + \beta_5 \ln TRD_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \phi' \Delta \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \varphi' \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma' \Delta \ln KOF_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta' \Delta \ln TRD_{t-i} + e_t \quad (5)$$

Eşitlik (5)’te frekans değerin (k) tam sayı olması kırılmaların geçici olduğu, kesirli olması ise kırılmaların kalıcı olduğu anlamına gelmektedir. F_A , F_B ve t için kritik değerler bootstrap simülasyonu ile hesaplanmıştır. McNown vd. (2018), bootstrap performansının ARDL sınır testinde kullanılan asimptotik testten daha iyi olduğunu açıklamışlardır.

6. Bulgular

FARDL test yaklaşımı değişkenlerin ikinci farklarında durağan olduğu ya da bağımlı değişkenin düzeyde durağan olduğu koşullarda kullanılamamaktadır. Dolayısıyla ilk aşamada bu koşulların kontrol edilmesi diğer bir ifade ile değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmada Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips ve Perron (PP) birim kök testleri kullanılmıştır. Tablo 2’de ADF ve PP birim kök testlerine ait sonuçlar gösterilmektedir.

Tablo 2. Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF Birim Kök Testi		PP Birim Kök Testi	
	Düzye Değeri	Birinci Fark Değeri	Düzye Değeri	Birinci Fark Değeri
LnEF	-0.443	-7.000***	-0.930	-15.759***
LnGDP	-0.647	-6.532***	-0.703	-6.532***
LnKOF	-0.837	-6.317***	-0.838	-6.305***
LnTRD	-1.896	-5.914***	-1.897	-5.988***

Not: ***, %1 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 2’de ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre LnEF, LnGDP, LnKOF ve LnTRD değişkenleri düzeyde birim köklüdür. Birinci farklarında ise değişkenlerin tamamının durağan olduğu görülmüştür. Sonuç itibarıyla değişkenlerin tümü için durağanlık düzeyi I(1) olarak belirlenmiştir.

Bu aşamanın ardından FARDL testi kullanılarak değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelendiği ikinci aşamaya geçilmektedir. Tablo 3’te FARDL eşbütünlüşme test sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 3. FARDL Eşbütünlüşme Test Sonuçları

Seçilen Model: FARDL (1, 1, 1, 0)		k: 3 AIC: -3.73396		
Test İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerler			
	%10	%5	%1	
F_A	6.461**	4.617	5.555	7.854
t	-4.912***	-3.444	-3.898	-4.799
F_B	8.614***	4.809	5.961	8.556

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 3’te FARDL test sonuçlarına göre uygun frekans değeri 3 olarak belirlenmiştir. Uygun frekans değerin tam sayı olması eşbütünlüşme ilişkisinde kırılmaların geçici olduğunu göstermektedir. Ayrıca F_A , t ve F_B test istatistikleri bootstrap kritik değerlerden mutlak değer olarak büyüktür. F_A test istatistiğinin %5 düzeyinde, t ve F_B test istatistiklerinin ise %1 düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğunu ifade eden eşbütünlüşme ilişkisinin varlığını kanıtlamaktadır.

Eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunun kanıtlanmasının ardından uzun ve kısa dönem tahmin sonuçlarına geçilmektedir. Tablo 4’te uzun ve kısa dönem tahmin sonuçlarına yer verilmektedir. Tablo 4’te panel (a), FARDL yaklaşımına dayalı uzun dönem tahmin sonuçlarını göstermektedir. Uzun dönem tahmin sonuçlarına göre odak değişken konumundaki lnGDP’nin çevre kirliliği göstergesi lnEF üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. Buna göre lnGDP’de meydana gelen %1’lik bir artış çevre kirliliği üzerinde %0.605’lik bir artışa neden olmaktadır.

Kontrol değişkenleri lnKOF ve lnTRD’nin ise uzun dönemde çevre kirliliği üzerindeki etkisinin sırasıyla pozitif ve negatif anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda lnKOF’te görülen %1’lik bir artışın çevre kirliliği üzerinde %0.374’lük bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu, Türkiye’de küreselleşmenin çevre üzerinde ölçek etkisine sahip olduğunu göstermektedir. Daha açık bir ifade ile Türkiye’de küreselleşme sürecinin, ekonomik faaliyetleri artırarak çevre üzerindeki baskıyı artırdığı, kaynakların kontrolsüz ve aşırı kullanımına yol açtığı düşünülmektedir. Türkiye’de küreselleşmenin çevre kirliliğini artırdığı sonucu, Godil vd. (2020)’nin çalışma sonucu ile uyumludur. Diğer yandan lnTRD’de ortaya çıkan %1’lik bir artışın ise çevre kirliliği üzerinde %0.086’lık bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Ulaşılan bu bulgu, Türkiye’de dışa açıklığın çevre üzerinde teknik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Teknik etkide serbest dış ticaret sayesinde ülkelerin çevre dostu üretim tekniklerine ve yenilikçi teknolojiye daha kolay ulaşabilmelerinin çevre kirliliği üzerinde azaltıcı bir etki ortaya koyduğu ileri sürülmektedir. Bu bağlamda Türkiye’de ticari açıklık sayesinde çevre kirliliğinin ve çevre üzerindeki baskının azaldığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, Doğan vd. (2019)’nin çalışma sonuçları ile uyumlu iken, Öcal vd. (2020)’nin çalışma sonuçlarının aksinedir.

Tablo 4. Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	p-değeri
FARDL Uzun Dönem Katsayı Tahmini			
Panel (a)			
lnGDP	0.605***	0.147	0.000
lnKOF	0.374**	0.168	0.032
lnTRD	-0.086**	0.037	0.027
c (Sabit)	-7.828***	1.771	0.000
FARDL Hata Düzeltme Modeli Kısa Dönem Katsayı Tahmini			
Panel (b)			
$\Delta \ln GDP_t$	1.212***	0.124	0.000
$\Delta \ln KOF_t$	0.062	0.282	0.827
$\gamma_1 \sin$	0.313***	0.056	0.000
$\gamma_1 \cos$	2.131***	0.289	0.000
ECT_{t-1}	-0.912***	0.124	0.000

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Uzun dönem tahmin bulgularının incelenmesinin ardından Tablo 4’te kısa dönem tahmini için FARDL yaklaşımına dayalı hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. Panel (b)’de kısa dönem tahmin sonuçlarına yer verilmektedir. Kısa dönemde lnGDP’de meydana gelen %1’lik bir artışın çevre kirliliği üzerinde %1.212’lik bir artışa yol açtığı belirlenmiştir. Diğer yandan lnKOF için anlamlı herhangi bir ilişkiye ulaşılamamıştır. Hata düzeltme terimi (ECT_{t-1}) katsayısı, kısa dönemde görülen bir dengesizliğin düzeltilmesi için ne kadar zamana gerek duyulduğunu diğer bir ifade ile bir şok karşısında değişkenlerin ne kadar hızlı dengeye yöneleceğini göstermektedir. Bu katsayının negatif işaretli ve anlamlı olması beklenmektedir. Çalışmada ECT_{t-1} katsayısının negatif (-0.912) ve %1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür. Bu durum, kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların %91’inin bir sonraki dönemde düzeltilerek uzun dönem dengesine çok hızlı bir şekilde döndüğünü ifade etmektedir.

Uzun ve kısa dönem lnGDP katsayıları karşılaştırıldığında uzun dönem katsayısının kısa dönem katsayıdan küçük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda Türkiye’de kısa dönemde çevre üzerindeki baskının uzun dönemde azaldığı ifade edilebilir.

7. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye’de 1970-2017 yılları arası ÇKE hipotezinin geçerliliği Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı çerçevesinde FARDL test yöntemi ile incelenmiştir. FARDL eşbütünleşme test sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu belirlenmiştir. Ayrıca negatif ve anlamlı olduğu tespit edilen hata terimi katsayısı, eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu desteklemektedir. Uzun ve kısa dönem tahmin sonuçlarına göre FARDL modelinde 1.212 olarak belirlenen kısa dönem gelir esnekliğinin uzun dönemde azalarak 0.615’e düştüğü görülmüştür. Uzun dönem gelir esnekliğinin kısa dönem gelir esnekliğinden daha küçük olması Narayan ve Narayan (2010)’ın yaklaşımı bağlamında Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini doğrulamaktadır. Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olması, sürdürülebilir kalkınma politikalarında uzun dönemde başarılı olunduğunu göstermektedir. Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucu, Acar ve Aşıcı (2017), Doğan vd. (2019), Godil vd. (2020), Köksal vd. (2020), Öcal vd. (2020), Sharif vd. (2020), Yurtkuran (2020), Bulut (2021), Koyuncu vd. (2021), Sun vd. (2021)’nin çalışma sonuçları ile paralellik gösterirken, Özcan vd. (2018), Destek ve Sarkodie (2019), Doğan vd. (2020)’nin çalışma sonuçları ile örtüşmemektedir.

Ampirik bulgularda Türkiye’de çevre kalitesinin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir kalkınma için kişi başı gelir ve ticari dışa açıklık düzeylerinin artırılmasının önem arz ettiği görülmüştür. Diğer yandan küreselleşmenin çevre kirliliği üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Türkiye’de kişi başı gelir ve kalkınma seviyelerinin toplumda çevresel farkındalığı oluşturacak düzeye henüz ulaşamamış olması, küreselleşmenin çevre üzerindeki olumsuz etkisinin nedeni olarak ifade edilebilir. Tüm bu sonuçlar ışığında Türkiye için bazı politika önerilerinde bulunulabilir: ÇKE hipotezinin geçerli olması iktisadi politikalarda doğal kaynakların ve çevre faktörünün dikkate alınmayacağı anlamına gelmemelidir. Aksine Türkiye, gelecek nesiller için büyük öneme sahip sürdürülebilir kalkınma ve çevre politikalarını merkeze almalı ve bu politikalarda ısrar etmelidir. Bu doğrultuda çevre dostu ve yenilikçi teknoloji transferleri ile çevreye en az zarar veren üretim yapısı benimsenmelidir. Fosil kaynak payını azaltıcı, yerli ve temiz kaynak payını artırıcı politika adımları atılmalıdır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketimini artırmak amacı ile alt yapı, teknoloji ve AR-GE yatırımlarına hız verilmelidir. Türkiye’de artan nüfus ve ekonomik büyümeye bağlı olarak artan doğal kaynak talebi kaynakların aşırı ve kontrolsüz kullanımına neden olmamalı, mevcut doğal kaynaklardan verimli bir şekilde yararlanılmalıdır. Toplumda çevre kalitesinin iyileştirilmesi için çevresel farkındalık oluşturulmalı ve bu farkındalık sadece sera gazına neden olan havadaki karbon emisyonları ile sınırlı kalmamalıdır. Su ve karaya dair tahribatın da farkında olunmalı, su ve karadaki çevre kirliliğinin azaltılması için yeni stratejiler geliştirilmelidir.

Bu çalışmada sadece kişi başı ekolojik ayak izi üzerinden Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliği test edilmiştir. İlerleyen çalışmalarda karbondioksit salımı ayak izi, tarım alanları ayak izi, otlak alanları ayak izi, balıkçılık alanları ayak izi, inşaat alanları ayak izi ve orman ürünleri ayak izinden oluşan ekolojik ayak izi alt bileşenleri dikkate alınarak Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı incelenebilir.

8. Extended Abstract

Accordingly, the EKC hypothesis is defined as a U-shaped curve, which considers the relationship between economy and environment, and which states that environmental degradation increases up to the turning point at lower development levels and decreases after that point with increasing economic development thanks to the use of environmentally friendly production technology and structural changes (Grossman and Krueger, 1991, 1995; Shafik and Bandyopadhyay, 1992). While testing the EKC hypothesis, the variable of income is associated with environmental pollution indicators. The validity of the hypothesis is tested using quadratic or cubic models through income variables. However, while testing the EKC hypothesis, using cubic or quadratic models may cause linearity or multi-collinearity problems (Yılcı and Pata, 2020, p. 32684). Narayan and Narayan (2010) argued that these problems can be avoided by comparing short-run and long-run income elasticity.

Accordingly, the fact that short-term income elasticity is higher than long-term income elasticity means that environmental pollution will decrease over time. This indicates that the EKC hypothesis is valid. The aim of this study is to test the validity of the EKC hypothesis using the Fourier co-integration method

within the framework of Narayan and Narayan (2010)'s short- and long-term income elasticity comparison for the 1970-2017 period of Turkey.

For the existence of long-term co-integration relationship and coefficient estimation, the Fourier Bootstrap ARDL method developed by Yılanıcı et al. (2020) was used. This method comes to the forefront due to some advantages it offers: i) In this test, the requirement in traditional co-integration tests that the series are equally stationary has been bent. In other words, the explanatory variables can be I(0) or I(1) provided that the dependent variable is I(1). ii) Since ARDL co-integration test is based on error correction model, it has more consistent and powerful statistical features compared to traditional tests. iii) The test allows for intrinsic structural breaks. iv) FARDL also provides reliable results in small samples (Yılanıcı and Pata, 2020, p. 32688).

In the study, according to the FARDL test results, it was determined that there was a long-term relationship between the variables, in other words, the variables were co-integrated. After determining the cointegration relationship, long and short-term coefficient estimation was made. According to the long-term estimation results, the effect of income, which is the essential variable, on environmental pollution was found to be positive and significant. Accordingly, a 1% increase in income causes an increase of 0.605% in environmental pollution. It was determined that the control variables, globalization, and openness, have positive and negative effects on environmental pollution in the long run, respectively. In the context of these findings, it is thought that the globalization process in Turkey increases the pressure on the environment by increasing economic activities and leads to uncontrolled and excessive use of resources. On the other hand, trade openness allows easier access to environmentally friendly production techniques and innovative technology. It can be stated that Turkey's utilization of these opportunities thanks to the commercial openness, has a reducing effect on environmental pollution.

It was determined that a 1% increase in income in the short term led to a 1.212% increase in environmental pollution. When the long-term and short-term income coefficients were compared, it was concluded that the long-term coefficient was less than the short-term coefficient. This result shows that the EKC hypothesis is valid for Turkey within the framework of Narayan and Narayan (2010)'s approach. In this context, it can be stated that the pressure on the environment in the short-term decreases in the long term.

In the findings obtained from the empirical analysis, it was seen that it is important to increase the per capita income and trade openness levels for the improvement of environmental quality and sustainable development in Turkey. On the other hand, it was determined that globalization has a negative effect on environmental pollution. The fact that per capita income and development levels in Turkey have not yet reached the level that will create environmental awareness in the society can be expressed as the reason for the negative impact of globalization on the environment. In the light of all these results, some policy suggestions can be made for Turkey: The fact that the EKC hypothesis is valid should not mean that the environmental factor can be ignored in the policies to be implemented. Structural reforms that increase per capita income should be implemented, and barriers to liberate foreign trade should be removed. Costs should be reduced through practices such as tax reductions, subsidies and increasing credit opportunities in renewable energy, and bureaucratic issues should be kept to a minimum. The efficiency of the existing areas should be checked before the natural resource demand, which increases due to the increasing population and economic growth in Turkey, is met directly from a new biological area.

Keywords: Sustainable Development, Economic Growth, Environmental Kuznets Hypothesis, Environmental Pollution, Fourier ARDL.

Kaynakça

- Acar, S., & Aşıcı, A. A. (2017). Nature and Economic Growth in Turkey: What Does Ecological Footprint Imply?. *Middle East Development Journal*, 9(1), 101-115.
- Ahmed, Z., Asghar, M. M., Malik, M. N., & Nawaz, K. (2020). Moving Towards a Sustainable Environment: The Dynamic Linkage Between Natural Resources, Human Capital, Urbanization, Economic Growth, and Ecological Footprint in China. *Resources Policy*, 67, 101677, 1-11.

Ahmed, Z., Wang, Z., Mahmood, F., Hafeez, M., & Ali, N. (2019). Does Globalization Increase the Ecological Footprint? Empirical Evidence from Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(18), 18565-18582.

Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis by Utilizing the Ecological Footprint as an Indicator of Environmental Degradation. *Ecological Indicators*, 48, 315-323.

Becker, R., Enders, W., & 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.

Bekhet, H. A., & Othman, N. S. (2018). The Role of Renewable Energy to Validate Dynamic Interaction between CO₂ Emissions and GDP toward Sustainable Development in Malaysia. *Energy Economics*, 72, 47-61.

British Petroleum (BP). (2021). *Statistical Review of World Energy*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>, [Erişim Tarihi: 22.12.2021].

Brown, S. P., & McDonough, I. K. (2016). Using the Environmental Kuznets Curve to Evaluate Energy Policy: Some Practical Considerations. *Energy Policy*, 98, 453-458.

Bulut, U. (2021). Environmental Sustainability in Turkey: An Environmental Kuznets Curve Estimation for Ecological Footprint. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(3), 227-237.

Cole, M. A. (2004). Trade, the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.

Cropper, M., & Griffiths, C. (1994). The Interaction of Population Growth and Environmental Quality. *The American Economic Review*, 84(2), 250-254.

Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of Environmental Kuznets Curve for Ecological Footprint: The Role of Energy and Financial Development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.

Destek, M. A., Ulucak, R., & Dogan, E. (2018). Analyzing the Environmental Kuznets Curve for the EU Countries: The Role of Ecological Footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(29), 29387-29396.

Dickey, D. A., & 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.

Dogan, E., Taspinar, N., & Gokmenoglu, K. K. (2019). Determinants of Ecological Footprint in MINT Countries. *Energy & Environment*, 30(6), 1065-1086.

Dogan, E., Ulucak, R., Kocak, E., & Isik, C. (2020). The Use of Ecological Footprint in Estimating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for BRICST by Considering Cross-Section Dependence and Heterogeneity. *Science of the Total Environment*, 723, 138063, 1-9.

Dong, K., Sun, R., & Dong, X. (2018). CO₂ Emissions, Natural Gas and Renewables, Economic Growth: Assessing the Evidence from China. *Science of the Total Environment*, 640, 293-302.

Gallant, A. R., & Souza, G. (1991). On the Asymptotic Normality of Fourier Flexible Form Estimates. *Journal of Econometrics*, 50(3), 329-353.

Global Footprint Network (GFN). (2021). *Ecological Footprint*. <https://www.footprintnetwork.org/>, [Erişim Tarihi: 10.11.2021].

Godil, D. I., Sharif, A., Rafique, S., & Jermittiparsert, K. (2020). The Asymmetric Effect of Tourism, Financial Development, and Globalization on Ecological Footprint in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(32), 40109-40120.

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Papers Series*, 1-39.

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and The Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.

Hashmi, R., & Alam, K. (2019). Dynamic Relationship among Environmental Regulation, Innovation, CO₂ Emissions, Population, and Economic Growth in OECD Countries: A Panel Investigation. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1100-1109.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Fifth Assessment Report (AR5)*. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/IPCC>, [Erişim Tarihi: 17.11.2021].
- Kihombo, S., Ahmed, Z., Chen, S., Adebayo, T. S., & Kirikkaleli, 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.
- KOF Swiss Economic Institute. (2021). *KOF Globalisation Index*. <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>, [Erişim Tarihi: 10.11.2021].
- Koyuncu, T., Beşer, M. K., & Alola, A. A. (2021). Environmental Sustainability Statement of Economic Regimes With Energy Intensity and Urbanization in Turkey: A Threshold Regression Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(31), 42533-42546.
- Köksal, C., Işık, M., & Katircioğlu, S. (2020). The Role of Shadow Economies in Ecological Footprint Quality: Empirical Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13457-13466.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Lemos, M. C., & Agrawal, A. (2006). Environmental Governance. *Annual Review Environment and Resources*, 31, 297-325.
- Lin, D., Hanscom, L., Martindill, J., Borucke, M., Cohen, L., Galli, A., ... & Wackernagel, M. (2016). Working Guidebook to the National Footprint Accounts: 2016 Edition. *Oakland: Global Footprint Network*.
- Ludlow, J., & Enders, W. (2000). Estimating Non-linear ARMA Models Using Fourier Coefficients. *International Journal of Forecasting*, 16(3), 333-347.
- McNown, R., Sam, C. Y., & Goh, S. K. (2018). Bootstrapping the Autoregressive Distributed Lag Test for Cointegration. *Applied Economics*, 50(13), 1509-1521.
- Murshed, M., Rahman, M., Alam, M. S., Ahmad, P., & Dagar, V. (2021). The Nexus between Environmental Regulations, Economic Growth, and Environmental Sustainability: Linking Environmental Patents to Ecological Footprint Reduction in South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(36), 49967-49988.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence from Developing Countries. *Energy Policy*, 38(1), 661-666.
- Öcal, O., Altınöz, B., & Aslan, A. (2020). The Effects of Economic Growth and Energy Consumption on Ecological Footprint and Carbon Emissions: Evidence from Turkey. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 667-681.
- Ozcan, B., Apergis, N., & Shahbaz, M. (2018). A Revisit of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Turkey: New Evidence from Bootstrap Rolling Window Causality. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(32), 32381-32394.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *International Labour Organization*.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 2(4), 465-484.
- Peng, B., Li, Y., Elahi, E., & Wei, G. (2019). Dynamic Evolution of Ecological Carrying Capacity Based on the Ecological Footprint Theory: A Case Study of Jiangsu Province. *Ecological Indicators*, 99, 19-26.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rees, W. E. (1992). Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121-130.
- Sarkodie, S. A. (2021). Environmental Performance, Biocapacity, Carbon & Ecological Footprint of Nations: Drivers, Trends and Mitigation Options. *Science of the Total Environment*, 751, 141912, 1-10.
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.

Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 757-773.

Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence (Vol. 904). *World Bank Publications*, 1-50.

Shahbaz, M., & Sinha, A. (2019). Environmental Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Literature Survey. *Journal of Economic Studies*, 46(1), 106-168.

Sharif, A., Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I., & Sinha, A. (2020). Revisiting the Role of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Turkey's Ecological Footprint: Evidence from Quantile ARDL Approach. *Sustainable Cities and Society*, 57, 102138, 1-12.

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.

Sun, Y., Duru, O. A., Razzaq, A., & Dinca, M. S. (2021). The Asymmetric Effect Eco-innovation and Tourism towards Carbon Neutrality Target in Turkey. *Journal of Environmental Management*, 299, 113653, 1-9.

Uddin, G. A., Alam, K., & Gow, J. (2016). Does Ecological Footprint Impede Economic Growth? An Empirical Analysis Based on the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Australian Economic Papers*, 55(3), 301-316.

Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A Reinvestigation of EKC Model by Ecological Footprint Measurement for High, Middle and Low Income Countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144-157.

Wachernagel, M., & Rees, W. (1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. *New Society Publishers*, 1-29.

Wang, Y., Zhang, C., Lu, A., Li, L., He, Y., Tojo, J., & Zhu, X. (2017). A Disaggregated Analysis of the Environmental Kuznets Curve for Industrial CO₂ Emissions in China. *Applied Energy*, 190, 172-180.

World Bank (WB). (2021). *World Development Indicators*. <https://databank.worldbank.org/> [Erişim Tarihi: 11.12.2021].

Yilanci, V., Bozoklu, S., & Gorus, M. S. (2020). Are BRICS Countries Pollution Havens? Evidence from a Bootstrap ARDL Bounds Testing Approach with a Fourier Function. *Sustainable Cities and Society*, 55, 102035, 1-12.

Yilanci, V., & Pata, U. K. (2020). Investigating the EKC Hypothesis for China: The Role of Economic Complexity on Ecological Footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(26), 32683-32694.

Araştırmacıların Katkı Oran Beyanı / Contribution of Authors

Yazarların çalışmadaki katkı oranları %100 şeklindedir.
The authors' contribution rates in the study are %100 form.

Çıkar Çatışması Beyanı / Conflict of Interest

Çalışmada herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.
There is no conflict of interest with any institution or person in the study.

İntihal Politikası Beyanı / Plagiarism Policy

Bu makale İntihal programlarında taranmış ve İntihal tespit edilmemiştir.
This article was scanned in Plagiarism programs and Plagiarism was not detected.

Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı / Scientific Research and Publication Ethics Statement

Bu çalışmada Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi kapsamında belirtilen kurallara uyulmuştur.
In this study, the rules specified within the scope of the Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive were followed.