

Kişi Başına Gelir ve Fosil Yakıt Tüketiminin Co2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Eşbütünleşme Analizi

The Impact of Per Capita Income and Fossil Fuel Consumption on Co2 Emissions: Cointegration Analysis for Turkey

Nesibe VAROĞLU

Ticaret Bakanlığı, nesibevaroglu@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş 3 Haziran 2021

Düzeltilme Geliş 8 Ekim 2021

Kabul 10 Ekim 2021

Anahtar Kelimeler:

Çevresel Kuznets Eğrisi, CO2 Emisyonu, Fosil Yakıt Tüketimi, Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Testi

© 2021 PESA Tüm hakları saklıdır

ÖZET

Bu çalışmada çevresel tahribat ile gelir düzeyi arasındaki ilişkiyi temel alan Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi fosil yakıt tüketimi ile genişletilerek bu hipotezin Türkiye için geçerliliği araştırılmıştır. 1965-2015 arası yıllık verilerinden hareketle, kişi başına gelir düzeyi ve fosil yakıt tüketimi değişkenlerinin CO2 emisyonu üzerinde uzun dönemde bir etkisinin olup olmadığı Gregory-Hansen eşbütünleşme testi kullanılarak analiz edilmiştir. Gregory-Hansen eşbütünleşme testi sonuçlarına göre, CO2 emisyonu, kişi başına gelir düzeyi ve fosil yakıt tüketimi arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, fosil yakıt tüketiminin uzun dönemde çevre kirliliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda ve Paris İklim Anlaşması çerçevesinde, çevre kirliliğini azaltmak ve ticaret kazancı kaybı yaşamamak için çevre dostu yatırımların artırılmasının önemi vurgulanmıştır.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 3 June 2021

Received in revised form 8

October 2021

Accepted 10 October 2021

Keywords:

Environmental Kuznets Curve, CO2 Emissions, Fossil Fuel Energy Consumption, Cointegration Test With Structural Breaks

© 2021 PESA All rights reserved

ABSTRACT

In this study, the Environmental Kuznets Curve hypothesis, which is based on the relationship between environmental destruction and income level, was expanded with fossil fuel consumption and the validity of this hypothesis for Turkey was investigated. Based on the annual data between 1965 and 2015, whether the variables of per capita income and fossil fuel consumption have a long-term effect on CO2 emissions was analyzed using the Gregory-Hansen cointegration test. According to the Gregory-Hansen cointegration test results, the existence of a long-term relationship between CO2 emission, per capita income level and fossil fuel consumption has been determined. In other words, it has been concluded that fossil fuel consumption increases environmental pollution in the long run. In line with the findings and within the framework of the Paris Climate Agreement the importance of increasing environmentally friendly investments has been emphasized in order to reduce environmental pollution and not to lose trade gains.

GİRİŞ

Roma Kulübü tarafından 1972 yılında yayımlanan Büyümenin Sınırları adlı kitapta nüfus, sanayi üretimi, gıda, yenilenemeyen kaynaklar ve çevre kirliliği gibi beş temel değişken arasındaki etkileşim açıklanmaya çalışılmakta ve söz konusu kaynak sürdürülebilir kalkınma konusunda uluslararası alandaki ilk önemli adım olarak kabul edilmektedir (Ceylan, 1995:203). Bu rapora göre, çevre kirliliğindeki artış için herhangi bir önlem alınmaz ise ekonomik büyüme 100 yılın sonunda son sınırına gelecektir (Meadows,1972;102). Dolayısıyla, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için gerekli olan en önemli etken çevre kirliliğinin en önemli bileşeni olan CO2 emisyonunun azaltılmasıdır.

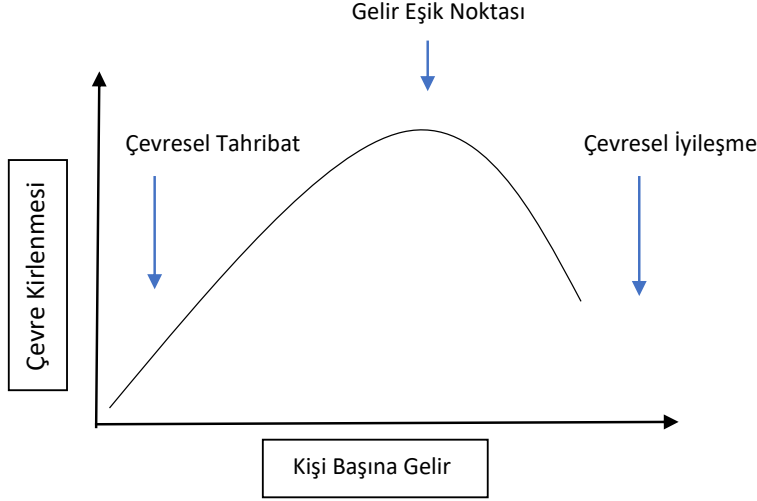
Bu bağlamda, 1960'lı yıllardan sonra yeşil düşünce akımı ortaya çıkmıştır. Bu akım, 1992 yılında Rio Konferansında ve 2012 de (Rio+20) Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansında "yeşil ekonomi" kavramı haline gelmiştir (Özçağ ve Hotunluoğlu,2015). Yeşil ekonomi kavramı sürdürülen bütün ekonomik faaliyetlerde girdi olarak kullanılan her bir ögenin doğa hasarı yaratmadan üretilmiş olması esasına dayanmaktadır. Rio Konferansının gerçekleştirilmesinden sonra en çok tartışılan konulardan biri de CO2 emisyonları (sera gazı) ve bu gazın çevre tahribatındaki etkisi olmuştur.

İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak amacıyla atılan en önemli adımlardan biri de 1997 yılında yapılan Kyoto Protokolü'dür. Bu Protokol, yapılacak temiz yatırımlar kanalıyla, sürdürülebilir kalkınmanın teşviki, özel sektör ve gelişmekte olan ülkeleri gaz emisyonlarını azaltma hususunda harekete geçirmektir. Kyoto Protokolü, taraf ülkelerin 2008'den 2012 yılına kadar insan kaynaklı sera gazı salınımının 1990 yılı seviyesinin en az % 5 altına indirmesi taahhüdünü içermektedir (Serim,2016:22-25,113). Sera gazları salınımını azaltmaya yönelik en güncel ve önemli adım Paris İklim Anlaşması'dır. 5 Ekim 2016 yılında yürürlüğe giren bu anlaşma kapsamında, sürdürülebilir kalkınma ve yoksullukla mücadele hedefleri doğrultusunda sera gazlarını azaltmak amaçlanmaktadır. Anlaşma uzun dönemde, küresel ortalama sıcaklık artışının sanayileşme öncesine göre 2°C ile sınırlandırmayı, hatta ilave olarak ise bu artışın 1,5°C'nin altında tutulmasını hedeflemektedir (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>, Erişim Tarihi:12.01.2022). Türkiye'nin 22 Nisan 2016 tarihinde imzaladığı bu anlaşma, 7 Ekim 2021 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Günümüzde, toplam CO2 salınımının % 64'den fazlasını, Çin, ABD, Kanada, Almanya, Brezilya, Hindistan, Japonya, Kore, Rusya, Endonezya gerçekleştirmektedir (Serim,2016:22-25,113). Küresel ölçekte harcanan çabaların olumlu bir sonuç verebilmesi kuşkusuz yüksek oranda fosil yakıt tüketen ve sera gazı salınımında ön safhalarda yer alan bu ülkelerin emisyon azaltımı konusunda istekli olmalarına bağlıdır. Ancak, özellikle Çin, Hindistan ve ABD büyük miktarda fosil yakıt üreticisi ve tüketicisi olmaları nedeniyle bu konuda oldukça yavaş hareket etmektedirler.

Atmosfere salınan CO2'in yaklaşık %80-85 kadarı fosil yakıtların kullanılması sonucunda oluşmaktadır. Geriye kalan %15-20 kadarı ise canlı solunumu, mikroskobik canlıların organik maddeleri ayrıştırması ve ormanların yok edilmesi kaynaklıdır (Sahakk-1,par.4).

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi teorik temellerini Simon Kuznets'in (1955) çalışmasından almaktadır. Kuznets söz konusu çalışmasında, gelir dağılımı ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki kurmuş ve belli bir eşik değere kadar ekonomik büyümenin kişi başına düşen geliri ve gelir eşitsizliğini artırdığını, bu eşik aşıldıktan sonra gelir arttıkça gelir eşitsizliğinin azalma eğilimine girdiğini ortaya koymuştur. Grossman ve Krueger Kuznets Eğrisinden hareketle kişi başına düşen gelir ile çevresel bozulma arasında da benzer bir ilişki olduğunu ileri sürmüşlerdir. ÇKE hipozetine göre, iktisadi büyümeyle birlikte yükselen kişi başına gelir düzeyi belli bir eşik değere ulaşana kadar iktisadi büyümeye artan oranda çevresel tahrip ve kirlilik eşlik etmektedir. Bu eşik değer aşıldıktan sonra iktisadi büyümeden kaynaklanan çevresel tahrip ve kirlilik azalmaktadır. Çevre kirliliği ile gelir arasındaki ilişkiyi gösteren ters U biçimindeki bu eğri Şekil 1'de görülmektedir (Kaynak, 2011;62).

Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE)

Kaynak: Yandle vd. (2004)

Bu çalışmanın amacı, ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerliliğini test etmektir. Modele ayrıca fosil yakıt tüketimi de dahil edilecek şekilde hipotez genişletilmiştir. Söz konusu hipotezin Türkiye için test edilmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların birçoğunda enerji tüketimi bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Kullanılan enerjinin yaklaşık dörtte üçü fosil yakıtlardan sağlanmakta iken, dörtte biri de yenilenebilir (temiz) enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Dolayısıyla, temiz enerji kaynaklarında üretilen enerjinin CO₂ emisyonu yaratmaması sebebiyle analize geenerji tüketiminden ziyade fosil enerji tüketiminin dahil edilmesi daha makul görülmüştür. Bu ise, bu çalışmayı literatürdeki çalışmalardan farklılaştıran bir unsurdur.

1. Literatür Taraması

Literatürde çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen yerli ve yabancı pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın konusu ÇKE'nin Türkiye için geçerliliğini incelemek olduğundan yalnızca Türkiye için yapılmış analizlerin bir literatür taraması yapılmıştır.

Ekonomik büyüme ve gelir arasındaki ilişkiyi Türkiye ekonomisi için inceleyen Lebe (2016) 1960-2010 yılları verilerinden hareketle, ARDL ve Granger nedensellik testini kullanarak analizlerini gerçekleştirmiştir. Yapılan bu analizde, ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerliliği bulgusuna ulaşılmış ve enerji tüketimi, finansal gelişme ve dışa açıklığın CO₂ emisyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Granger nedensellik testi sonucunda ise kısa dönemde finansal gelişmeden, CO₂ emisyonuna, enerji tüketimi ve kişi başına gelir düzeyine (GDP) doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiş iken, uzun dönemde ise CO₂ emisyonu ile enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu ile finansal gelişme arasında iki yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna varılmıştır.

Doğrudan yabancı yatırımlar ile CO₂ arasındaki ilişkiyi 1974-2014 yılları verilerini kullanarak ARDL sınır testi yaklaşımıyla araştıran Kurt vd. (2019) GDP'nin CO₂ emisyonunu azalttığını, enerji tüketiminin ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ise CO₂ emisyonunu artırdığı bulgusuna ulaşmışlardır.

1960-2013 yılları arasındaki verileri kullanarak enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve GDP arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analizi ve Johansen eşbütünleşme testi vasıtasıyla araştıran Yenisu (2018), enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki tespit etmiştir. Kısa dönemde ise enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, enerji tüketiminden CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Kesgingöz ve Karamelikli (2015), 1960-2011 yılları arasındaki verileri kullanarak dış ticaret, enerji tüketimi, ekonomik büyümenin CO2 emisyonu üzerinde bir etkisinin olup olmadığını ARDL sınır testi yaklaşımıyla araştırmışlardır. CO2 emisyonu, dış ticaret ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir.

Uysal ve Yapraklı (2016) 1968-2011 yılları arasındaki verilerden hareketle enerji tüketimi, CO2 emisyonu ve GDP arasındaki ilişkiyi Hatemi-J eşbütünleşme testi aracılığıyla araştırmışlardır. Sonuç olarak, gelir artışlarının CO2 emisyonunu azalttığını, uzun dönemde enerji tüketimindeki artışın CO2 emisyonunu artırdığını ortaya koymuşlardır. Söz konusu çalışmada, Türkiye’de enerji tüketiminin çevresel tahribatı artıracığı, artan gelir düzeyiyle çevre kirlenmesinin zamanla azalacağı bulgusunu elde etmişlerdir.

Türkiye’nin 1960-2014 verilerinden hareketle CO2 emisyonu ve büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Öztürk ve Yüksel (2019) verilere VAR analizini uygulamış ve ekonomik büyüme ile CO2 arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.

Çil Yavuz (2014) ÇKE’nin Türkiye için geçerli olup olmadığını 1960-2007 yılları arasındaki CO2, GDP ve enerji tüketimi verilerini kullanarak Johansen ve yapısal kırılmalı Gregory-Hansen eşbütünleşme testleri vasıtasıyla analiz etmiştir. Her iki testin sonuçları da kişi başına düşen CO2 emisyonu, GDP ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Kıran (2016), 1960-2011 yılları arasındaki verilerini kullanarak Türkiye’de ÇKE’nin geçerliliğini Narayan ve Pop (2010) birim kök testi ve yapısal iki kırılmalı Hatemi-J kointegrasyon testi vasıtasıyla test etmiştir. Sonuç olarak, CO2 emisyonu, enerji tüketimi ve gelir arasında bir ilişki olduğunu bulgulamıştır. Dolayısıyla, ÇKE’nin Türkiye için geçerliliği sonucuna varılmıştır.

Bozkurt ve Okumuş (2015), 1966-2011 yılları arasındaki verileri kullanarak CO2 emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık oranı ve nüfus yoğunluğu değişkenlerinden hareketle Türkiye’de ÇKE’nin geçerliliğini test etmişlerdir. CO2 emisyonu ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık oranı ve nüfus yoğunluğu arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu, dolayısıyla ÇKE’nin Türkiye için geçerliliğini bulgulamışlardır.

Cetin ve Seker (2014), 1980-2010 dönemi için ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak ekonomik büyüme ve dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermiş, dolayısıyla, ekonomik büyüme ve dış ticaret açıklığı uzun dönemde çevresel kirliliği artırmakta olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Pala ve Yurtkuran (2018), çalışmalarında 1981-2014 dönemi, nüfus yoğunluğu, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme, gelir ve CO2 salımı verilerinden hareketle, ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak ÇKE’nin Türkiye için geçerliliğini incelemişlerdir. Çalışma neticesinde tahmin edilen uzun dönem katsayıları nüfus yoğunluğu, finansal gelişme ve ekonomik büyümenin CO2 salımını arttırdığını, alternatif enerji tüketiminin ise çevre kalitesi üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu gösterdiği ve ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

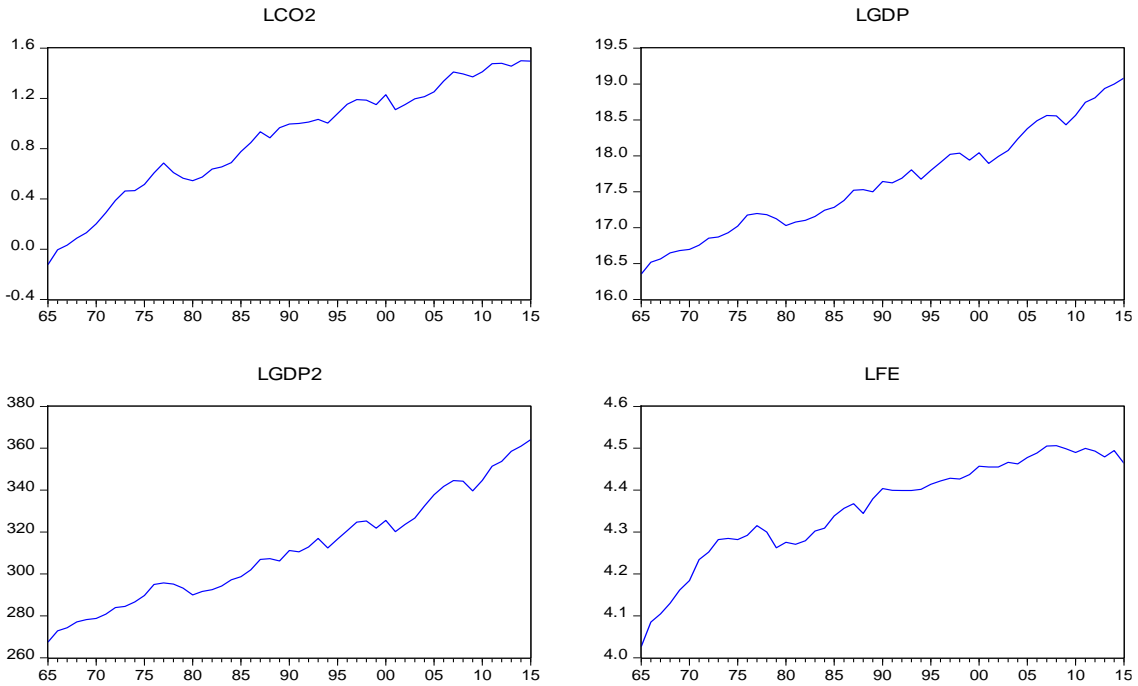
2. Ekonometrik Analiz

2.1 Veri ve Ekonometrik Model

Çalışmada Türkiye’de ÇKE’nin geçerliliği, ÇKE hipotezine fosil yakıtlarında ilave edilmesi ile genişletilerek analiz edilmiştir. Çevre kirliliğini artıran en büyük etken, elektrik üretiminde, sanayide, ulaşımda ve çeşitli amaçlarla kullanılan fosil yakıtlardır. Çalışmada kullanılan CO2 emisyonu, fosil yakıt tüketimi (FE) ve kişi başına gelir düzeyini (2010\$ sabit fiyatlar) temsil eden GDP verileri 1965-2015 yılları arası Türkiye için Dünya Bankası’ndan (WDI) elde edilmiştir. Modele dahil edilen değişkenlerin tamamının logaritması alınarak analizler elde edilen bu dönüştürülmüş yeni veriler üzerinde yapılmıştır.

Logaritmik dönüşüm sonucu elde edilen yeni serilerin grafikleri Grafik 1'de görüldüğü gibi belli bir sabit noktadan başlamakta olup, bir trend eğilimi göstermektedir. O nedenle, yapılan birim kök testlerinin tamamı sabit ve trendi içerecek şekilde yapılmıştır.

Grafik 1: Dönüştürülmüş Verilere İlişkin Grafikler



ÇKE hipotezi uzun dönemde geçerliliği olan bir hipotez olduğundan, çalışmada uzun dönem katsayıları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modelde CO2 emisyonu, GDP, GDP'nin karesi ve fosil yakıt tüketiminin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Oluşturulan model şu şekilde yazılabilir;

$$\ln CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP + \alpha_2 \ln GDP^2 + \alpha_3 \ln FE + \varepsilon_t \quad (1)$$

Çalışmada kullanılan değişkenler ÇKE hipotezi ışığında seçilmiştir. Bu hipotez gereğince, GDP'nin yanında GDP'nin karesi de modele dahil edilerek analiz gerçekleştirilir. ÇKE'yi temsil eden eğrinin ters U biçiminde olması dolayısıyla, modelde kullanılan LGDP'nin katsayısı α_1 'in işaretinin pozitif, LGDP2'nin katsayısı α_2 'nin işaretinin negatif olması beklenmektedir. Fosil yakıt tüketiminin artışıyla CO2 emisyonu artacağından LFE'nin katsayısı α_3 'ün işaretinin de pozitif olması beklenmektedir. Bu doğrultuda, oluşturulan model incelendiğinde, söz konusu katsayıların işaretlerinin beklentileri karşıladığı görülmektedir. Model iktisadî teoriye uygundur.

$$\ln CO_2 = -54.602 + 5.421 \ln GDP - 0.139 \ln GDP^2 + 0.782 \ln FE + \varepsilon_t \quad (2)$$

Her bir parametrenin t istatistiklerine ait olasılık değerlerinin 0.05'den küçük olması sonucu (Sabit parametre için prob 0.0000, LGDP için 0.0000, LGDP2 için 0.0001 ve LFE için 0.0379) modelin parametreleri anlamlı bulunmuştur. Modelin düzeltilmiş R² değeri 0.994140 olarak bulunmuştur. Bu, modelde yer alan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimleri açıklama oranının %99,4 olduğunu göstermektedir.

2.2. Yöntem

Klasik birim kök testlerinde şokların etkisinin geçici olduğu varsayılmaktadır. Eğer seride yapısal kırılma varsa ve bu dikkate alınmıyorsa, yapısal kırılmayı dikkate almayan geleneksel birim kök testleri durağan olmama yönünde yanıltıcı sonuçlar verecektir (Perron 1989). Bu nedenle, çalışmada geleneksel birim kök testlerinin yanı sıra, mukayeseye olanak sağlaması amacıyla yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testleri de kullanılmıştır.

Değişkenlerin birim köklü olup olmadıklarının analizi ilk olarak geleneksel birim kök testleri olan ADF ve DF-GLS testleri ile, ardından yapısal kırılmaya izin veren tek kırılmalı Zivot-Andrews (1992) ve Lee-Strazicich (2003) birim kök testleri ile yapılmıştır.

Hata terimlerinin korelasyonsuz olduğu varsayımından hareket eden Dickey-Fuller (DF) testi, bu varsayım dolayısıyla oldukça eleştirilmiştir. Dickey-Fuller söz konusu noksanlığı ortadan kaldırmak amacıyla bağımlı değişkenin (ΔY_t) gecikmeli değerlerini denkleme ilave etmiştir (Gujarati,2004;817). Bu şekilde genişletilmiş olan test genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi olarak adlandırılmaktadır. ADF denklemlerinden sabit ve trendi içeren denklem;

$$\Delta y_t = \beta_1 + \delta y_{t-1} + \sum \alpha_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

olarak ifade edilmektedir.

Perron (1989)'un dışsal olarak ele aldığı yapısal kırılmalı modelini eleştiren Zivot-Andrews (1992) dışsal kırılma tarihinin önceden bilinmeyeceğini, dolayısıyla kırılmanın içsel olarak ele alınması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. İçsel kırılmalı olarak geliştirdikleri modeli Perron (1989)'un modelinin geliştirilmesi üzerine kendi denklemlerini oluşturmuşlardır. Sabit ve trendi içeren denklem;

$$\Delta y_t = \mu + \beta T + \delta y_{t-1} + \gamma DT_t(T_b) + \sum \alpha_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (4)$$

Burada, DT_t ve DU_t kukla değişkenleri ifade ederken, Δy_{t-i} hata teriminin otokorelasyonsuz olması amacıyla denklemlere eklenmiştir. Modelde t 'nin T_b 'den büyük olması durumunda DU_t 1 değerini, DT_t ise $t - T_b$ değerini almakta, t 'nin T_b 'den küçük veya T_b 'ye eşit olması durumunda DU_t 0 değerini, DT_t de yine 0 değerini almaktadır. Modelde durağan olmamanın kırılmalara bağlı olup olmadığı test edilir (Güriş,2020;186).

Lee-Strazicich (2013) ise çalışmalarında içsel tek kırılmayı esas alan, ortalamada ve eğimde kırılmaya dayanan, kırılma noktasının bilinmediği bir LM tipi test geliştirmişlerdir. Kırılma noktası büyüdükçe seride boyut bozulması da artmaktadır. Geliştirilen LM tipi test ile bu problemlerin çözülmesi amaçlanmıştır. Bu testin yapılan kıyaslamalarda Zivot-Andrews birim kök testinden üstün yanları bulunduğu tespit edilmiştir (Çağlar,2015;13-14).

Gregory-Hansen Eşbütünleşme testi ise uzun dönemde değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi için kullanılabilen testlerden biridir. Bu test, değişkenlerin aynı düzeyde durağan olmaları koşulu sağlandığı takdirde kullanılabilen bir eş bütünleşme testidir. Modelde kullanılan değişkenlerin tamamı $I(1)$ 'de durağan olması sebebiyle bu test uzun dönemde nedensellik ilişkisinin tespiti için çalışmada kullanılmıştır.

2.3. Ampirik Bulgular

Tablo 2 incelendiğinde, serilerden LFE'nin, ADF birim kök testi sonuçlarına göre, düzeyde, %10 anlamlılık düzeyinde durağan çıktığı görülecektir. Ancak, DF-GLS testine göre ise birim köklüdür. Geriye kalan tüm seriler her iki testte de düzeyde birim köklüdür, dolayısıyla birim kökü ifade eden temel hipotez reddedilememektedir. Ancak serilerin ilk farkı alındığında, seriler durağan hale gelmektedir.

Tablo 2: ADF ve DF-GLS Birim Kök Testleri Sonuçları

Değişkenler	ADF		DF-GLS	
	Düzye	İlk Fark	Düzye	İlk Fark
LCO2	-2.911 (0)	-6.769 ^a (0)	-1.658 (0)	-6.216 ^a (0)
LGDP	-2.058 (0)	-6.939 ^a (0)	-2.189 (0)	-6.205 ^a (0)
LGDP2	-1.716 (0)	-6.914 ^a (0)	-1.947 (0)	-6.285 ^a (0)
LFE	-3.185 ^c (0)	-6.587 ^a (0)	-1.094 (0)	-4.956 ^a (0)

Not: Parantez içindeki değerler gecikme uzunluklarını göstermektedir. ^a %1 anlamlılık düzeyinde durağanlığı, ^b %5 anlamlılık düzeyinde durağanlığı, ^c %10 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir. ADF birim kök testi için %1, %5 ve %10 için kritik değerler sırasıyla, -4.1567, -3.5043, -3.1818 iken, DF-GLS için -3.7700, -3.1900, -2.8900'dir.

Yukarıda ifade edildiği gibi, yapısal kırılmayı dikkate almayan birim kök testleri, eğer seride yapısal kırılma varsa serinin birim köklü çıkması yönünde yanıltıcı olabilir. O nedenle, aynı seriyeye yapısal kırılmaya izin veren tek kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır.

Tablo 3: Lee-Strazicich ve Zivot-Andrews Birim Kök Testleri Sonuçları:

Değişkenler		Zivot-Andrews		Lee-Strazicich	
		Test İstatistiği	Kırılma Tarihi	Test İstatistiği	Kırılma Tarihi
LCO2	Düzy	-3.386 (0)	2001	-2.094 (0)	2000
	İlk Fark	-7.219 (0)	1978	-5.734 (0)	1972
LGDP	Düzy	-3.990 (0)	2001	-2.258 (0)	2010
	İlk Fark	-5.427 ^b (3)	1977	-5.734 (0)	1970
LGDP2	Düzy	-3.961 (0)	2001	-2.191 (0)	2010
	İlk Fark	-5.421 ^b (3)	1977	-5.890 (0)	1970
LFE	Düzy	-4.318 (0)	2007	-1.566 (3)	1976
	İlk Fark	-8.000 (0)	1982	-2.170 (2)	1970

Not: Parantez içindeki değerler gecikme uzunluklarını göstermektedir. ^a %1 anlamlılık düzeyinde durağanlığı, ^b %5 anlamlılık düzeyinde durağanlığı, ^c %10 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir. Zivot-Andrews için %1, %5 ve %10 için kritik değerler sırasıyla, -5.57, -5.08, -4.82 iken, Lee-Strazicich için -4.084, -3.487, -3.185'dir.

Tablo 3'deki sonuçlar incelendiğinde, düzey değerleri için serilerin tamamının her iki birim kök testine göre de birim köklü olduğu görülmektedir.

Genel olarak düzey değerleri yorumlanacak olursa, Zivot-Andrews birim kök testi sonuçlarına göre, LCO2, LGDP ve LGDP2 için tespit edilen kırılma tarihi 2001 ulusal ekonomik kriz tarihine denk gelmektedir. Lee-Strazicich birim kök testi sonuçlarına göre, LGDP ve LGDP2 için kırılma tarihi 2010 yılı olarak tespit edilmiş olup, söz konusu kırılmanın 2008 küresel krizin etkileri nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir. LCO2 için kırılma tarihi 2000 yılı olarak tespit edilmiştir. Söz konusu yıllarda ülkemizde derin bir ulusal kriz ortamı bulunduğundan, bu krizler etkisiyle kırılmanın olduğu tahmin edilmektedir. LFE'deki yapısal kırılma tarihi ise 1976 olarak tespit edilmiştir. Bu kırılmanın, 1973 yılı Arap-İsrail savaşının sonrasında, yaşanan istikrarsızlık ve birbiri ardına patlak veren petrol krizlerinin yansımalarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Tablo 3'de serilerin ilk farkına ilişkin değerler incelendiğinde, yapısal kırılma tarihlerinin 1970 ve 1982 aralığında olduğu görülmektedir. Bu dönem yukarıda da ifade edildiği gibi, küresel petrol krizlerinin yaşandığı bir dönemdir. Serilerin ilk farkları alındığında, Zivot-Andrews testi sonuçlarına göre, LGDP ve LGDP2 %5'de, diğer tüm seriler hem Zivot-Andrews hem de Lee-Strazicich testine göre %1 anlamlılık düzeyinde durağanlaşmaktadır. Kısaca, serilerde, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde bir eşbütünleşme ilişkisine rastlanılmıştır. Dolayısıyla, eşbütünleşme testi için gerekli koşullar sağlanmaktadır.

Çalışmada birim köklerin tespiti için bir kırılmalı birim kök testi kullanıldığından, eşbütünleşmenin varlığının testi için de yapısal kırılmaları dikkate almayan testlerden ziyade bir kırılmalı Gregory-Hansen (1996) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Bu testte kırılma tarihi, hesaplanan test istatistiklerinin minimum olduğu noktadaki tarih olarak belirlenmektedir.

Elde edilen bulgular Tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 4: Gregory-Hansen (1996) Eşbütünleşme Testi Sonuçları:

	ADF		Zt		Za	
	Test İstatistiği	Kırılma Tarihi	Test İstatistiği	Kırılma Tarihi	Test İstatistiği	Kırılma Tarihi
ADF	-6.485 ^b	1982	-6.551 ^a	1982	-43.66	1982

Not: ^a ifadesi %1 anlamlılık düzeyine göre eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Gregory-Hansen (sabitli ve trendli) kritik değerleri ADF ve Zt için %1, %5 ve %10 düzeylerinde sırasıyla -6.51, -6.00 ve -5.75 iken Za için -80.15, -68.94 ve -63.42'dir.

Tablo 4'de görüldüğü üzere, ADF için %5 ve Zt için %1 anlamlılık düzeyinde bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmuş olup, Za için bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilememiştir. Diğer bir ifadeyle, LCO2 emisyonu, LGDP, LGDP2 ve LFE tüketimi arasında üç istatistiğin ikisine göre

uzun dönemli bir ilişki bulunmuş iken, diğer bir istatistiğe göre uzun dönemli bir ilişki tespit edilememiştir.

SONUÇ

Literatürde yer alan çalışmalarda ARDL, VAR analizi, yapısal kırılma içermeyen, tek ya da çift kırılmalı eşbütünleşme testleri gibi farklı ekonometrik yöntemler kullanılarak Türkiye’de ÇKE’nin geçerliliği araştırılmıştır. Bu çalışmaların birçoğunda enerji tüketimi ÇKE hipotezinde yer alan değişkenlere ilaveten analiz edilmiştir. Kesgingöz ve Karamelikli (2015) ise bu değişkenlere ek olarak dış ticaret bağımsız değişkenini de üçüncü bir değişken olarak modele dahil etmiştir. Bozkurt ve Okumuş (2015) ise üçüncü ve dördüncü bağımsız değişken olarak ticarete açıklık oranı ve nüfus yoğunluğu değişkenlerini modele dahil etmiştir. Analizlerin tamamında ÇKE’nin Türkiye için geçerli olduğu, modelde yer alan bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasında bir nedensellik ilişkisi olduğu, bulgusuna ulaşılmıştır.

ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerliliğinin araştırıldığı bu çalışmada ise, CO2 emisyonu, kişi başına gelir düzeyi (GDP), bunun karesi (GDP²) ve -diğer çalışmalardan farklı olarak- fosil enerji tüketimine (FE) ait 1965-2015 arası yıllık verileri kullanılmıştır. Serilerin logaritması alındıktan sonra söz konusu değişkenlerin nedensellik ilişkilerinin tespiti için öncelikle serilerin birim köklü olup olmadıkları analiz edilmiştir. Analiz için geleneksel birim kök testleri uygulanmış tüm testlerde seriler düzeyde birim köklü çıkmış, birinci farkta durağan bulunmuştur. Yapısal kırılmalı bir seride bu yapısal kırılmanın dikkate alınmaması sonucu serilerin birim köklü çıkma eğilimi bulunmaktadır. O nedenle serilere bir kırılmalı yapısal kırılma testlerinden Lee-Strazicich (2003) ve Zivot-Andrews (1992) birim kök testleri uygulanmıştır. Bu testlerde de ilgili seriler birim köklü bulunmuştur. Ardından serilere bir kırılmalı eşbütünleşme testi olan Gregory-Hansen (1996) testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, üç testin birinde %1 anlamlılık düzeyinde, bir diğerinde %5 anlamlılık düzeyinde CO2, GDP, GDP² ve FE arasında uzun dönemde bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiş iken, diğer testte bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilememiştir. Dolayısıyla, üç testten ikisinde de Türkiye’de ÇKE’nin geçerliliğine ulaşılmıştır.

Çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, fosil yakıt tüketiminin çevresel tahribatı artırdığı görülmektedir. Aralık 2015’te Paris’te birçok ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen Paris İklim Anlaşması, ülkelere sınırda karbon vergisi uygulaması zorunluluğu getirerek fosil yakıt tüketimini tamamen sıfırlamayı ve böylece çevresel tahribatı önleyerek küresel iklim değişikliğini engellemeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, ilk kurulum maliyetlerinin yüksekliği ve bol fosil yakıt rezervine sahip olma gibi nedenlerle ihmal edilen çevre dostu yenilenebilir enerji yatırımlarına Türkiye’nin ağırlık vermesi gerekmektedir. Aksi takdirde, 7 Ekim 2021 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren bu anlaşma nedeniyle anlaşmayı imzalayan diğer ülkelere yapacağı ihracatın azalacak ve dolayısıyla ülkenin ticaret kazançları da olumsuz etkilenecektir.

KAYNAKÇA

- Bozkurt, C., Okumuş, İ. (2015). Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Ticari Serbestleşme ve Nüfus Yoğunluğunun CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 23-35.
- Çağlar, A.E. (2015). *Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testlerinin Küçük Örneklem Özelliklerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. Erişim Adresi <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Çetin, M. & Şeker, F. (2014). Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaretin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2).
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022), <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>, Erişim Tarihi:12.01.2022).

- Çil Yavuz, N. (2014). CO2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test With a Structural Break. *Energy Sources*. 9(3), 229-235.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics*, New York: Mcgraw-Hill.
- Güriş, B. (2020). *R Uygulamalı Doğrusal Olmayan Zaman Serileri Analizi*, İstanbul: Der Yayınları.
- İşgüden, T., Ercan, F. ve Türkay, M. (1995). *Sürdürülebilir Kalkınma, Gelişme İktisadi*, İstanbul: Beta Basım Yayınları.
- Kaynak, M. (2011). *Kalkınma İktisadi*, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kesgingöz, H., Karamelikli, H. (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO2 Emisyonu Üzerine Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (3), 7-17.
- Kıran Baygın, B. (2016). Environmental Kuznets Curve Hypothesis and Structural Breaks: Evidence from Turkey . *8th International Conference on Environmental Science and Technology* (pp.297-303). Houston, United States Of America.
- Kurt, Ü., Kılıç, C., Özekicioğlu, H. (2019). Doğrudan Yabancı Yatırımların CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22 (1), 213-224.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L. (1972). *Ekonomik Büyümenin Sınırları*, (Çev. K. Tosun, D. Sezer). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Özçağ, Y. Hotunluoğlu, Y. (2015). Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Boyut: Yeşil Ekonomi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13 (2), 303-324.
- Pata, U. K. & Yurtkuran, S. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu Ve Finansal Gelişmenin CO2 Salımına Etkisi: Türkiye Örneği . *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Prof. Dr. Harun TERZİ Özel Sayısı , 303-318 . DOI: 10.18092/ulikidince.441173
- Perron, P. (1989). The Great Crash, The Oil Price Shock, and The Unit Root Hypothesis, *Econometrica*, 57(6),1361-1401.
- Sahakk-1 Sakarya Hava Kalitesi Koruma ve İyileştirme Projesi. Hava Kirliliği ve Kirleticiler. Erişim Adresi http://www.sahakk.sakarya.edu.tr/documents/hava_kirliligi_ve_kirleticiler_raporu.pdf. Erişim Tarihi: 20.06.2021
- Serim, N. (2016). *Çevre ve Doğal Kaynaklar Ekonomisi*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Uysal, D. ve Yapraklı, H. (2016). Kişi Başına Düşen Gelir, Enerji Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Yapısal Kırılmalar Altında Analiz: Türkiye Örneği, Selçuk Üniversitesi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16 (31), 186-202.
- Yandle, B., Bhattarai, M., Vijayaraghavan, M. (2004). Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods and Policy Implications. *Research Study*,2, 1-16.
- Yenisu, E. (2018). Enerji Tüketimi, CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3 (5), 9-29.