

# TÜRKİYE'DE KARBONDİOKSİT EMİSYONU VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: YAPISAL KIRILMALI TESTLERDEN KANITLAR

The Relationship Between Carbon Dioxide Emission and Economic Growth in Turkey: Evidence from Structural Break Tests

## Araştırma & Yayın Etiği

Bu makale en az iki hakem tarafından incelenmiş, iThenticate yazılımı ile taranmış, araştırma yayın ve etiğine aykırılık edilmemiştir.

## CC BY-NC 4.0

Bu makale Creative Commons Attribution-NonCommercial License altında lisanslanmıştır.

This paper is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial License

## Gökhan KONAT

Öğr. Gör. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,  
Ekonometri Bölümü  
gokhan.konat@inonu.edu.tr  
0000-0002-0964-7893

## Research & Publication Ethics

This article was reviewed by at least two referees, a similarity report was obtained using iThenticate, and compliance with research/publication ethics was confirmed.

## Copyright ©

Politik Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Merkezi, Sakarya/TÜRKİYE

Center for Political, Economic and Social Research, Sakarya/TURKEY

Konat, Gökhan. "Türkiye'de Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Testlerden Kanıtlar". *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi* 9/1(2021), 105-122.

## Makale Bilgisi

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi/ Research Article

**Geliş Tarihi:** 04.06.2021

**Kabul Tarihi:** 17.06.2021

**Yayın Tarihi:** 30.06.2021

# Türkiye’de Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Testlerden Kanıtlar

## Öz

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) Hipotezi, çevresel tahribat ile kişi başına düşen gelir arasındaki uzun vadeli ilişkiyi göstermektedir. Yani gelir arttıkça çevresel tahribat artmaktadır ve bu artış zirveye ulaşıldıktan sonra gelirdeki herhangi bir artış dönüm noktası olmakta ve çevresel kirlenmelerin azalmasına neden olmaktadır. Politika yapıcılar da son zamanlarda çevresel kirlilik ve kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiye yoğun ilgi göstermişler ve yapılan bazı çalışmalarda çevresel kirlilik ve kişi başına düşen gelir arasında ters-U ilişkisi bulmuşlardır. EKC hipotezine göre, ekonomik büyüme gelecekteki çevre sorunlarının çözümü olacaktır. EKC’nin çevre üzerine doğrudan etkisi bulunmaktadır. Bir ekonominin gelişme aşamasında yapısı değişir, ekonomik yapıdaki değişikliklerle kirlilik artar. Bu çalışmada, EKC hipotezi temelinde 1960-2016 dönemini kapsayan veriler ile Türkiye için çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Veriler Dünya Bankası resmi veri tabanından elde edilmiş olup bu veriler ile yapısal kırılmalı birim kök testlerinden Kapetanios (2005) birim kök testi ve bu teste dayanan Maki (2012) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Çalışmanın analizden elde edilen ampirik bulgular doğrultusunda iki değişkenin de farkının alındıktan sonra durağan hale geldiği yani  $I(1)$  olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla yapılan Maki (2012) kırılmalı eşbütünleşme sonucuna göre de seriler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu görülmektedir. Uzun dönem katsayılarının tahmininde ise ters-N ilişkisinin mevcut olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Birim Kök, Eşbütünleşme, Yapısal Kırılma

## The Relationship Between Carbon Dioxide Emission and Economic Growth in Turkey: Evidence from Structural Break Tests

### Abstract

The Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis shows the long-term relationship between environmental damage and per capita income. In other words, as income increases, environmental damage increases, and after this increase reaches its peak, any increase in income becomes a turning point and causes a decrease in environmental pollutants. Policymakers have also recently paid great attention to the relationship between environmental pollution and per capita income, and some studies have found an inverse-U relationship between environmental pollution and per capita income. According to the EKC hypothesis, economic growth will be the solution to future environmental problems. EKC has a direct impact on the environment. In the development phase of an economy, its structure changes, and pollution increases with changes in the economic structure. In this study, on the basis of the EKC hypothesis, the data covering the period 1960-2016 and the relationship between environmental pollution and economic growth for Turkey were examined. The data were obtained from the official database of the World Bank, and Kapetanios (2005) unit root test, which is one of the structural break unit root tests, and Maki (2012) cointegration test based on this test were applied. In line with the empirical findings obtained from the analysis of the study, it was concluded that after taking the difference of both variables, they became stationary, that is,  $I(1)$ . Therefore, according to the cointegration result of Maki (2012) with the break, it is seen that there is a long-term cointegration relationship between the series. It was concluded that there is an inverse-N relationship in the estimation of the long-term coefficients.

**Keywords:** Carbon Dioxide Emission, Economic Growth, Unit Root, Cointegration, Structural Break



## **Giriş**

Simon Kuznets 1955 yılında kişi başına düşen gelir ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin ters-U şeklinde olduğunu, önce kişi başına düşen gelir artarken gelir eşitsizliğinin de artacağını, daha sonra ise gelir artışında özellikle belli bir dönüm noktasından sonra gelirdeki eşitsizliğin azalacağını ortaya atmıştır. İşte bu kişi başına düşen gelir ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi açıklayan şekil olarak çan eğrisine benzetilen bu ampirik kavram literatüre Kuznet Eğrisi olarak geçmiştir. Özellikle 90’lı yıllardan sonra küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve çevresel tahribatın gündeme geldiği bu zamanlarda ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi açıklayan çalışmalarda araştırmacıların çok başvurduğu konulardan biri olmuştur. Çevresel tahribatın yaşandığı bu duruma havadaki karbondioksit ( $CO_2$ ) gazının artışı sebep olarak gösterilmiştir. Bu nedenle  $CO_2$  artışı ve gelir arasındaki ilişkiyi açıklamak araştırmacılar için ilgi odağı olmuştur ve bu ilişkiyi inceleyen ampirik çalışmalar özellikle son 40 yıl içinde artmıştır. Gelir ve gelir eşitsizliğindeki ilişkiyi açıklayıcı ifadeye benzer olarak ekonomik büyüme ile beraber büyümenin başlarında çevre kirliliği artmakta daha sonra gelir seviyesindeki belli bir artıştan sonra ise çevresel iyileşmenin söz konusu olduğu bu tanım ise literatüre Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve: EKC) olarak ilk defa Grossman ve Krueger’in (1991) yaptıkları çalışma ile kazandırılmıştır. (Albayrak ve Gökçe, 2015:285). Ters-U şeklinde ifade edilen Kuznets Hipotezi için kurulan ekonometrik model olarak aşağıdaki şekilde ele alınmaktadır:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_t^2 + \beta_3 x_t^3 + u_t$$

Burada  $y$  ve  $x$  sırasıyla çevresel gösterge ve gelir değişkenini temsil etmektedir. Dinda (2004) çevre-ekonomik büyüme ilişkilerini aşağıdaki gibi çeşitli formlarda tanımlamaktadır:

- $\beta_1 = 0, \beta_2 = 0$  ve  $\beta_3 = 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında ilişki yoktur.
- $\beta_1 > 0, \beta_2 = 0$  ve  $\beta_3 = 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında artan doğrusal bir ilişki vardır.
- $\beta_1 < 0, \beta_2 = 0$  ve  $\beta_3 = 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında azalan doğrusal bir ilişki vardır.
- $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 = 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında U şeklinde eğrisel bir ilişki vardır.
- $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 = 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında ters-U şeklinde eğrisel bir ilişki vardır ve bu da Kuznets hipotezinin geçerliliğini ifade etmektedir.

- $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 > 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında N şeklinde eğrisel bir ilişki vardır.
- $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 < 0$  ise çevresel kirlilik ile gelir arasında ters-N şeklinde eğrisel bir ilişki vardır.

Günümüzde hızlı ekonomik büyüme, kaynakların tükenmesi, kirlilik, sera gazı emisyonları, iklim değişikliği ve küresel ısınma insanlar için en ciddi sorunlardır. Bu sorunların üstesinden gelmek için, UNFCCC (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) tam da bu konuda küresel işbirliği için temel bir çerçeve oluşturmuştur, ayrıca 2030 Gündemi, Kyoto Protokolleri (1997) ve Kopenhag Anlaşmaları (2009) atılan önemli adımlardır. Enerji tüketimi ekonomik büyümenin ön koşuludur ve ekonomik büyümenin temel unsuru olarak kabul edilmektedir. Dünyada hakim enerji kaynağı, konvansiyonel enerji kaynakları olarak da adlandırılan fosil yakıtlardır. Kümülatif enerji ihtiyacının yaklaşık %85'i, sera gazı emisyonlarının ( $CO_2$  eşdeğeri) %56,6'sını oluşturan fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Seragazı emisyon envanteri, doğrudan sera gazları olan karbondioksit ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ), diazotmonoksit ( $N_2O$ ) ve F-gazları ile dolaylı seragazları azotoksitler ( $NO_x$ ), metan dışı uçucu organik bileşikler ( $NMVO$ C), karbonmonoksit ( $CO$ ) ve kükürtdioksit ( $SO_2$ ) emisyonlarını içermektedir ve gelişmiş ülkeler sera gazı salınımını azaltmayı kabul etmiş ülkelerdir (Canpolat ve Fendoğlu, 2018: 313). Önümüzdeki ekonomik ve çevresel uyumluluk çağında, yıkıcı çevresel bozulma ve iklim değişikliğinin üstesinden gelmek ve azaltmak için sera gazlarının antropojenik emisyonu azaltılmalıdır. Daha temiz enerjiye geçiş, enerji güvenliğini sağlamak, çevresel bozulmayı azaltmak ve ekonomik büyümeyi teşvik etmek için yenilenebilir enerji kaynakları (güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, dalga enerjisi, biyogaz enerjisi, biyokütle enerjisi) stratejik bir meta olarak kabul edilmektedir ve ekonomik büyüme ile sürdürülebilir kalkınmanın temel göstergelerindedir. Bu bağlamda bu çalışmada, Türkiye için çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Dünya Bankası resmi veri tabanından elde edilen 1960-2016 dönemlerine ait veriler ile yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök ve eşbütünleşme testleri kullanılarak incelenmek istenmiştir. Öncelikle söz konusu ülkeler için çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme ilişkisini EKC temelinde ampirik uygulamalar ile inceleyen çalışmaları kapsayan geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Ardından çalışmada kullanılan veri seti ve ekonometrik metodoloji ile bulgular kısmına yer verilmiştir. Çalışma sonuç ve öneriler bölümü ile tamamlanmıştır.

### **1. İlgili Literatür**

ÇKE hipotezi ilk kez Grossman ve Krueger'in 1991 yılında yaptıkları çalışması ile ortaya çıkmış ve daha sonra Dünya Bankası'nın 1992 Raporunda yer alarak büyük bir üne kavuşmuştur. Literatürde bu konu ile ilgili çok fazla çalışma bulunmakta olup bazıları şöyledir; Grossman ve Krueger (1991), NAFTA ülkeleri ( $SO_2$  (42 ülke), duman (19 ülke) ve SPM (21 ülke)) için gerçekleşen ticari serbestleşmenin bu ülkelerde ortaya çıkardığı çevre kirliliği üzerindeki etkisini GEMS, WHO ve EPA'dan elde ettikleri 1972-1982-1988 dönemlerini kapsayan veriler ile incelemiştir. Çalışmadan elde ettikleri bulgulara göre araştırılan ülkelerde gerçekleşen ticaret akımı artışının ülkelerin gelişme evrelerinin ilk dönemlerinde kükürt dioksit ve duman artışına bağlı olarak hava kirliliğinin yükseleceğini, ekonomik gelişimin sonraki aşamalarında ise hava kirliliğinin azalacağını,  $SO_2$  ve duman için dönüm noktaları 4.000–5.000 dolar (1985 dolar) olduğunu ifade ederlerken iken, SPM yoğunluklarının ise daha düşük gelir düzeylerinde düşüşe geçtiğini ifade etmişlerdir.

Selden ve Song (1994), 30 ülke için ÇKE hava kirliliği çerçevesinde 1973-1975, 1979-1981 ve 1982-1984 dönemlerini kapsayan veriler ile panel veri yöntemini kullanarak incelemiştir. Analiz sonucu elde ettiği bulgulara göre çalışmada ele alınan tüm göstergeler için ters-U şeklinde bir ilişki elde etmişlerdir.

Grossman ve Krueger (1995), kişi başına düşen gelir ile çeşitli çevresel göstergeler arasındaki indirgenmiş biçimli ilişkiyi incelemiştir. Çalışma kentsel hava kirliliği, nehir havzalarındaki oksijen rejiminin durumu, nehir havzalarının dışkıyla kirlenmesi ve nehir havzalarının ağır metallerle kirlenmesi olan bu dört tür göstergeyi ele almışlardır. Çalışmada, GSYİH'deki artışların çok fakir ülkelerde kötüleşen çevre koşullarıyla ilişkili olabileceğini, ancak bazı kritik gelir düzeylerine ulaşıldığında hava ve su kalitesinin ekonomik büyümeden fayda sağladığını, bu ters-U şeklindeki ilişkinin dönüm noktaları, farklı kirleticiler için farklılık gösterdiğini, ancak hemen hemen her durumda 8000 \$ 'dan (1985 dolar) daha düşük bir gelire ortaya çıkacağını, 10.000 \$ geliri olan bir ülke için, daha fazla büyümenin çevresel koşulların bozulmasıyla ilişkilendirileceği hipotezi, kirlilik önlemlerinin çoğu için % 5 önem düzeyinde reddedilebileceğini ifade etmişlerdir.

Seppala vd. (2001), EKC Hipotezini 1975-1994 yıllarında ABD, Almanya, Japonya, Hollanda ve Finlandiya'dan gelen doğrudan malzeme akışı verileriyle analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde ettikleri bulgular doğrultusunda Almanya, Japonya, ABD, Hollanda ve Finlandiya gibi sanayileşmiş ülkeler arasında toplu doğrudan malzeme akışları durumunda EKC hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna varmışlardır.

Egli (2004), Almanya için 1966-1999 dönemlerini kapsayan zaman serisi verilerini kullanarak ülkedeki çeşitli kirleticiler (kükürt dioksit ( $SO_2$ ), nitrojen oksit ( $NO_x$ , genellikle nitrojen dioksit  $NO_2$  ile ölçülür), karbon dioksit ( $CO_2$ ), karbon monoksit ( $CO$ ), amonyak ( $NH_3$ ), metan ( $CH_4$ ), partikül madde ( $PM$ ) ve metan olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC)) ve gelir arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Analizden elde ettiği bulgular doğrultusunda gelir ile azotoksitler ve amonyak arasında ÇKE ilişkisi bulunduğu sonucuna varmıştır.

Atıcı ve Kurt (2007), Türkiye'nin dış ticaretiyle çevre arasındaki etkileşimi EKC ile 1968-2000 dönemini kapsayan zaman serisi verileri (kişi başına düşen  $CO$  emisyonu ile kişi başına düşen milli gelir, ihracat ve ithalat) ile analiz yapmışlardır. Bu analiz sonucu elde ettikleri bulgulara göre milli gelirin 1 birim (1\$) artmasının kişi başına düşen  $CO_2$  emisyonunu 2.69 kg arttırdığı, ticaret açıklık indeksinin artması ise kişi başına emisyonu 16.52 kg arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Başar ve Temurlenk (2007), Türkiye için EKC Hipotezi'nin geçerliliğini 1950-2000 dönemine ait veriler ile zaman serisi analizi kullanarak analiz yapmışlardır. Analizden elde ettikleri bulgular doğrultusunda EKC Hipotezi'nin Türkiye için geçerli olmadığı, gelir-kişi başına karbon dioksit miktarı ve gelir-katı yakıtların tüketiminden dolayı ortaya çıkan karbondioksit miktarı arasında ise ters-N şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Halicioğlu (2009), Türkiye için karbon emisyonları, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki dinamik nedensel ilişkileri 1960–2005 dönemine ait zaman serisi verileri ile eşbütünleşme prosedürüne sınır testi kullanarak incelemiştir. Analiz ile elde ettiği ampirik bulgulara göre değişkenler arasında iki tür uzun dönemli ilişki olduğunu, Türkiye'deki karbon emisyonlarını açıklamada en önemli değişkenin gelir olduğunu ve bunu enerji tüketimi ve dış ticaretin izlediği sonucuna varmıştır.

Fodha ve Zaghdoud (2010), Tunus için ekonomik büyüme (GSYİH) ile iki kirletici emisyonlar (karbondioksit ( $CO_2$ ) ve sülfür dioksit ( $SO_2$ )) arasındaki ilişkiyi 1961–2004 dönemine ait zaman serisi verileri ile eşbütünleşme analizini kullanarak EKC Hipotezi temeline dayanarak incelemişlerdir. Analiz sonucu elde ettikleri bulgular doğrultusunda iki kirleticinin kişi başına emisyonları ile kişi başına düşen GSYİH arasında uzun vadeli bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu, Tunus'ta gelir ve kirlilik arasındaki ilişkinin, hem kısa hem de uzun vadede çevresel değişikliklere neden olan gelir ile tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

He ve Richard (2010, Kanada için kişi başına düşen GSYİH'nın kişi başına  $CO_2$  emisyonlarıyla olan ilişkisini 1948-2004 zaman serisi verileri ile yarı parametrik ve esnek doğrusal olmayan

parametrik modelleme yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. Yaptıkları analizden elde ettikleri bulgular doğrultusunda ikisi arasındaki ilişkinin monoton bir şekilde arttığını, ancak bu işlevin eğiminin zaman içinde sık sık değiştiğini ve bu iki değişken arasındaki önemli değişikliklerin, 1970’lerin petrol şokuna karşılık gelen bir noktada meydana geldiğini ortaya çıkaran bir sonuca ulaşmışlardır.

Öztürk ve Acaravcı (2010), Türkiye için ekonomik büyüme, karbon emisyonları, enerji tüketimi ve istihdam oranı arasındaki uzun vadeli ve nedensel ilişki konularını 1968-2005 dönemine ait veriler ile otoregresif dağıtılmış gecikme sınırları testi yaklaşımını kullanarak incelemişlerdir. Yaptıkları analiz sonucunda elde ettikleri bulgulara göre Türkiye’de değişkenler arasında% 5 anlamlılık düzeyinde uzun dönemli bir ilişkinin kanıtını ortaya koyduğu ayrıca nedensel çerçevede doğrusal logaritmik model kullanan EKC Hipotezi’nin Türkiye için geçerli olmadığı sonucuna varmışlardır.

Arı ve Zeren (2011), Akdeniz ülkeleri için CO<sub>2</sub> ile kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi sorgulayarak EKC Hipotezi’ni 2000–2005 dönemine ait veriler ile panel veri analizi ile incelemişlerdir. Çalışmadan elde ettikleri ampirik bulgulara göre CO<sub>2</sub> emisyonu ile kişi başı gelir arasındaki ilişkinin N şeklinde olduğunu ve ayrıca nüfus yoğunluğu ve enerji tüketiminin, CO<sub>2</sub> ’yi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Dam vd. (2013), Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi 1960-2010 dönemi verileri ile Dinamik En Küçük Kareler yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Analiz sonucunda bulmuş oldukları bulgular doğrultusunda ters-U şeklindeki EKC Hipotezi’nin geçerli olmadığı, kişi başı karbon emisyonları ile kişi başı gelir arasında ters-N şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Ahangari ve Moradi (2014), 5 Asya ülkesinde EKC Hipotezi’ni sınamak için çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak CO<sub>2</sub> emisyonuna odaklanarak kişi başına düşen GSYİH arasındaki ilişkiyi açıklamak istemiştir. Bu ülkelere ait 1990-2011 panel verileri ile ekonometrik analizler yapmışlardır. Yaptıkları analizlerden elde ettikleri bulgular doğrultusunda bu çalışmanın sonuçlarını EKC Hipotezi’nin varlığı ile tutarlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Koçak (2014), Türkiye için EKC Hipotezi’nin 1960-2010 dönemine ait yıllık veriler ile ARDL (Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif) sınır testini kullanarak incelemiştir. Çalışmadan elde ettiği bulgulara göre uzun dönemde EKC Hipotezi’ni destekler bir sonuca ulaşamamıştır.

Albayrak ve Gökçe (2015), Türkiye’de çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için 1975-2010 dönemi yıllık zaman serisi verileri ile Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testini uygulamıştır. Uygulamış olduğu analiz ile elde ettiği bulgulara göre çevresel kirlilik ve gelir arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğuna yani Türkiye için EKC Hipotezi’nin geçerli olduğu sonucuna varmışlardır.

Artan vd. (2015), Türkiye ekonomisi için EKC Hipotezi’nin geçerliliği test etmek amacıyla ekonomik büyüme ve dışa açıklığın çevre kirliliği üzerindeki etkisini 1981-2012 dönemini kapsayan veriler ile zaman serisi analizi yaparak incelemiştir. Çalışmadan elde ettikleri bulgular doğrultusunda ekonomik büyüme ve ticari açıklık ile çevre kirliliği arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında EKC Hipotezi ile uyumlu olarak ters-U şeklinde bir ilişki söz konusu olduğu sonucuna varmışlardır.

Ergün ve Polat (2015), 30 OECD ülkesi için  $CO_2$  emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığını 1980-2010 dönemlerinin kapsayan veriler ile Panel Birim Kök, Eşbütünleşme ve Panel Vektör Hata Düzeltme Modelini (VECM) kullanarak incelemiştir. Yaptıkları analizlerden elde ettikleri bulgulara göre  $CO_2$  emisyonu, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) ve elektrik tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu,  $CO_2$  emisyonu ve ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğu, EKC Hipotezi’nin bu ülkelerde geçerli olduğu ve kısa dönemde GSYH ile  $CO_2$  emisyonu arasında tek yönlü GSYH ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Erdoğan vd. (2015), Türkiye için için EKC Hipotezi’nin geçerliliğini 1975-2010 dönemlerine ait veriler ile gelir seviyesi ile çevresel bozulmayı ifade eden karbondioksit ( $CO_2$ ) değişkenleri arasındaki uzun dönemli ilişki için ARDL Sınır Testini, değişkenler arasındaki nedenselliğin belirlenmesi için Toda-Yamamoto (1995) Granger nedensellik testini kullanarak analiz yapmışlardır. Çalışmadan elde ettikleri ampirik bulgular doğrultusunda uzun dönemde EKC Hipotezi’nin geçerli olmadığı, değişkenler arasında katsayılar arasında istatistiki olarak anlamlı olmayan ters-N şeklinde bir ilişki ve gelir seviyesinden  $CO_2$  emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Lebe (2016), Türkiye için EKC Hipotezi’nin geçerliliğini 1960-2010 dönemini kapsayan veriler ile ARDL sınır testi ile Granger nedensellik testini kullanarak incelemiştir ve hipotezin Türkiye için geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.



Şahinöz ve Fotourehchi (2016), 26 OECD ülkesi için EKC Hipotezi’nin geçerliliğini 1994-2010 dönemi verileri ile panel birim kök testi kullanarak incelemişlerdir. Analizler sonucu elde ettikleri bulgular doğrultusunda Kişi başına GSYH ile  $CO_2$  emisyonu ve nüfus yoğunluğu ile  $CO_2$  emisyonu arasında N tipli ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Yardımcıoğlu ve Savaşan (2016), gelişmişlik seviyesine göre dört guruba ayrılmış ülkeler için ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ve bu ikisini birbirine bağlayan EKC Hipotezi’nin geçerliliğini sınamak için 1998-2013 dönemine ait veriler ile Pedroni ve Johansen Fisher eşbütünleşme testleri, Pedroni FMOLS, Pedroni DOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Granger Nedensellik yöntemleri kullanarak incelemişlerdir. Analizlerden elde ettikleri bulgulara göre EKC Hipotezi’nin gelişmişlik seviyesine göre dört guruba ayrılmış ülkeler için geçerli olduğu sonucuna varmışlardır.

Özokcu ve Özdemir (2017), iki ampirik model incelemişlerdir. Her iki model için de kişi başına gelir ve kişi başına  $CO_2$  emisyonları arasındaki ilişki ve kişi başına gelir, kişi başına enerji kullanımı ve kişi başına  $CO_2$  emisyonları arasındaki ilişki, Driscoll-Kraay Standart Hataları uygulama ile panel veri tahmin teknikleri kullanılarak sırasıyla 1980 ve 2010 yılları arasında analiz yapmışlardır. İlk model için yüksek gelir düzeyine sahip 26 OECD ülke verilerini, ikinci model için 52 gelişmekte olan ülke verilerini kullanmışlardır. Çalışmadan elde ettikleri bulgulara göre her iki model için kübik fonksiyonel form için N-şekli ve ters çevrilmiş N-şekli ilişkisinin gözlemlendiği sonucuna varmışlardır.

Destek (2018), Türkiye için EKC Hipotezi’nin geçerliliğini 1990-2014 dönemlerini kapsayan veriler ile ve çevresel bozulma göstergesi olarak ekolojik ayak izi değişkeni kullanılması ve ampirik model olarak STIRPAT çevre modelini temel alarak ARDL sınır testi ve VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) Granger nedensellik yöntemi aracılığıyla incelemiştir. Çalışmadan elde ettiği bulgulara göre hem kısa hem de uzun dönem için EKC Hipotezi’nin geçerli olduğu ve ayrıca kentleşme düzeyindeki ve enerji yoğunluğundaki artışın Türkiye’de çevresel bozulmayı arttırdığı sonucuna varmıştır.

Fazli ve Abbasi (2018), seçilmiş gelişmekte olan D-8 ülkelerinde (İran, Türkiye, Malezya, Pakistan, Mısır, Bangladeş, Endonezya ve Nijerya) enerji yoğunluğunun Kuznets eğrisini 1990-2014 dönemlerini kapsayan veriler ile statik ve dinamik tahmin ediciler ve Panel-ARDL modelini kullanılarak incelemişlerdir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre Kuznets eğrisini enerji yoğunluğu için kabul etmişler ve kişi başına gelir eşiğini 3931,25 dolar olarak tahmin etmişlerdir.

Shittu vd. (2018), Malezya'daki EKC Hipotezi'nin geçerliliğini 1981-2014 dönemini kapsayan veriler ile En Küçük Kareler (EKK), kantil regresyon ve ARDL yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. Analizler sonucu elde ettikleri bulgulara göre kentleşmenin çevreyi olumlu ve olumsuz etkilediği; ormansızlaşma onu olumlu etkilediği; etkileşim değişkeni ise kentleşme ve ormansızlaşmanın her birinin çevre üzerindeki olumlu etkilerini arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Mahjabeen vd. (2020), D-8 ülkeleri için 1990-2016 verileri ile sırasıyla Cobb Douglas üretim işlevi ve Diet ve Rosa çevre işlevini birleştirerek enerji-kurumsal istikrar-ekonomik büyüme bağının yanı sıra enerji-kurumsal istikrar-çevresel kalite bağı ARDL, Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS) ve Dynamic Ordinary Least Square (DOLS) testleri kullanarak analiz etmişlerdir. Yaptıkları testlerden elde ettikleri bulgulara göre Panel ARDL istatistikleri, her iki fonksiyonun tüm değişkenleri arasında önemli eşbütünlüşmeyi gösterdiği, FMOLS testi hem yenilenemeyen hem de yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve çevresel bozulma üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

## 2. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada Türkiye için çevresel kirlilik düzeyinin ekonomik büyüme ile ilişkisi incelenmek istenmektedir. Bu amaçla Dünya Bankası resmi veri tabanından elde edilen karbondioksit emisyonu ( $CO_2$ ) ile kişi başı ekonomik büyüme ( $GSYİH$ ) serileri kullanılmıştır. Karbondioksit emisyonları, fosil yakıtların yakılması ve çimento üretiminden kaynaklanan emisyonlardır. Bunlar, katı, sıvı ve gaz yakıtların tüketimi sırasında üretilen karbondioksiti ve gaz yakmayı içermektedir. Kişi başına gayri safi yurtiçi hâsıla değişkeninin doğal logaritması alınarak analizler yapılmıştır. Model aşağıdaki formda sınanmaktadır:

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 GSYİH_t + \beta_2 GSYİH_t^2 + \beta_3 GSYİH_t^3 + u_t$$

1960-2016 dönemini kapsayan yıllık veriler ile yapısal kırılmalı Kapetanios (2005) birim kök testi ile yine yapısal kırılmaları dikkate alan Maki (2012) eşbütünlüşme sınamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de sunulmaktadır.

**Tablo 1: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler**

	Ortalam	Medya	Maksimu	Minimu	Çarpıklı	Basıklı	Standar	Normalli
	a	n	m	m	k	k	t Sapma	k
$CO_2$	0.346	0.362	0.416	0.193	-1.072	3.231	0.058	11.04 (0.004)
$GSYİH$	8.767	8.760	9.558	8.050	0.146	2.114	0.412	2.061 (0.356)

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 1’deki Jarque-Bera normallik test sonuçlarına göre  $CO_2$  değişkeni normal bir dağılım göstermez iken GSYİH serisi normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

### **2.1. Kapetanios (2005) Kırılmalı Birim Kök Testi**

Kapetanios (2005) tarafından önerilen ve yapısal kırılmaların dikkate alındığı bu test ani değişikliklerin dinamiklerini yakalamaktadırlar. Bu testte en fazla 5 kırılmaya kadar izin verilmekte ve uygun kırılma sayıları ve kırılma tarihleri içsel olarak belirlemektedir. Yapısal kırılmalı testlerin öncüsü olan Perron (1989), serinin yapısal kırılma içermesi halinde bu değişimlerin yok sayılmasının temel hipotez olan birim kökün reddedilmesine yol açabileceğini vurgulamıştır. Perron’dan (1989) sonra birçok yapısal kırılmalı testler literatüre kazandırılmıştır. Diğer yapısal kırılmalı testler gibi Kapetanios (2005) yapısal değişimleri göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamış ve Banerjee vd. (1992) ve Zivot ve Andrews (1992) tarafından önerilen tek kırılmalı form için sıralı Dickey-Fuller  $t$  istatistiklerini önerdikleri teste uygulamışlardır. Test prosedürü aşağıdaki gibidir:

$$y_t = \mu_0 + \mu_1 t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \phi_i DU_{i,t} + \sum_{i=1}^m \psi_i DT_{i,t} + \epsilon_t \quad (1)$$

Burada  $T_{b,i}$ ,  $i$ . ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) kırılma tarihini göstermektedir.  $DU_{i,t}$  ve  $DT_{i,t}$  sırasıyla sabit ve trend kırılma için kukla değişkenler olup  $t > T_{b,i}$  d  $DU_{i,t} = 1$  olup diğer durumlarda 0 değerini almaktadır. Benzer şekilde  $t > T_{b,i}$  için  $DT_{i,t} = t - T_{b,i}$  olmakta ve diğer durumlarda 0 değerini almaktadır. Kapetanios (2005), kırılma tarihlerini Bai ve Perron’u (1998) takiben belirlenmektedir. Öncelikle  $m$  maksimum kırılma sayısı belirlenmekte ve bunun için örneklem üzerinde bütün olası kısımların kümesi  $T_1^a$  ile gösterilerek  $y_{t-1}$  değişkeni için  $\alpha = 1$  hipotezinin  $t$  istatistikleri tek kırılma için elde edilmektedir. Kapetanios (2005) bunu  $r^1$  olarak göstermiştir. Ardından ilk kırılma tarihi için kalıntı kareler toplamınının (KKT) minimum olduğu yer kırılma tarihi olarak seçilmekte ve aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$KKT = \sum_{t=k+2}^T (y_t - \mu_0 - \mu_1 t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta y_{t-i} + \phi_i DU_{i,t} + \psi_i DT_{i,t})^2 \quad (2)$$

Elde edilen kırılma tarihi modele eklenir ve  $y_{t-1}$  değişkeni için tekrar  $\alpha = 1$  hipotezinin  $t$  istatistikleri elde edilir. Burada diğer tüm olası kısımların kümesi  $T_2^a$  olarak ifade edilmektedir.  $r^2$  olarak tanımlanan test istatistikleri  $r^1$  ile birleştirilir ve ilk iki kırılma için test istatistikleri  $r_1^2 = r^1 \cup r^2$  şeklinde gösterilir. Sonra yine aynı şekilde minimum KKT elde edilerek bu işlem adımları tekrar etmektedir.  $m$  kırılma sayısı elde edilene kadar süreç devam etmektedir.  $i = 3, \dots, m$  olmak üzere olası bütün kısımların sonuç kümeleri  $T_i^a$  olarak ifade edilmektedir. Kapetanios (2005) bütün kırılmalar için yapılan birleştirme sonucunda ( $r_1^m = r^1 \cup r^2 \cup \dots \cup r^m$ ) elde edilen en küçük değeri en uygun test istatistiği olarak belirtmiştir.

## 2.2. Maki (2012) Kırılmalı Eşbütünleşme Analizi

Maki (2012), eşbütünleşme testleri ile araştırılan ekonomik değişkenler arasındaki uzun dönem denge ilişkileri genellikle siyasi değişimler, ekonomik faktörler ya da bazı şoklar yüzünden yapısal kırılmalara neden olabileceğinden, eşbütünleşme ilişkisindeki yapısal kırılmaları dikkate almanın öneminden bahsetmiş ve bilinmeyen sayıda kırılmaya izin veren eşbütünleşme testi önermiştir. Gregory'nin (1996a, 1996b), yapısal kırılmaları dikkate almayan Engle ve Granger (1987) ve Johansen (1988, 1991) gibi standart eşbütünleşme testleri kullanılarak yapılan analizlerin kötü performans gösterdiğini belirtmiştir. Dolayısıyla serilerde meydana gelen ani değişimler yüzünden bir eşbütünleşme ilişkisi bulamamaktadır. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için Gregory ve Hansen (1996a, 1996b), tek kırılmalı ve Hatemi-J (2008) iki kırılmaya kadar izin veren testler geliştirmişlerdir. Fakat Maki (2012), genellikle kırılma sayısı hakkında ön bilgiye sahip olunmadığından bilinmeyen sayıda kırılmaya izin veren eşbütünleşme testini literatüre kazandırmıştır. Kalıntı temelli bir model olan bu test, eşbütünleşik vektörün belirtilmemiş kırılma sayısının maksimum kırılma sayısından daha küçük veya ona eşit olduğunu varsaymaktadır. Bai ve Perron (1998) tarafından önerilen yapısal kırılma testine ve Kapetanios (2005) tarafından geliştirilen birim kök testine dayanan bu yaklaşım modelde en fazla 4 açıklayıcı değişkene izin vermektedir. Diğer bildik eşbütünleşme testlerinde olduğu gibi Maki (2012) testinde de modeldeki değişkenlerin fark durağan yani  $I(1)$  olması şartı vardır. Yapısal kırılmaların varlığı durumunda seriler arasında eşbütünleşme ilişkisini araştırmak adına dört farklı model önerilmiştir. Önerilen model formları aşağıdaki gibidir:

**Model 0:** Sabit terimde kırılma var, trendsiz model.

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \beta' x_t + u_t \quad (3)$$

**Model 1:** Sabit terimde ve eğimde kırılma var, trendsiz model.  $\beta'_i$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta'_i x_t D_{i,t} + u_t \quad (4)$$

**Model 2:** Sabit terimde ve eğimde kırılma var, trendli model.

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \gamma t + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta'_i x_t D_{i,t} + u_t \quad (5)$$

**Model 3:** Sabit terimde, eğimde ve trendde kırılma var.

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \gamma t + \sum_{i=1}^k \gamma_i t D_{i,t} + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta'_i x_t D_{i,t} + u_t \quad (6)$$

$T_B$  yapısal kırılma tarihini göstermek üzere  $t > T_B$  için  $D_i = 1$  iken diğer durumlarda 0 değerini alan kukla değişkenler olarak ifade edilmektedir. Temel ve alternatif hipotez yapısal kırılmalar altında kurulmuş olup, temel hipotez eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı yönündedir.

### 3. Ampirik Bulgular

Türkiye için çevresel kirlilik düzeyi ile ekonomik büyüme ilişkisinin araştırıldığı bu çalışmada yapısal kırılmaları dikkate alan Kapetanios (2005) birim kök testi ile Maki (2012) eşbütünleşme test sonuçları aşağıdaki tablolarda sunulmaktadır.

**Tablo 2: Kapetanios (2005) Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test sonuçları**

		Test İst.	Kritik Değerler			Yapısal Kırılma Tarihleri
			%1	%5	%10	
<b>Model A</b>	<b>CO2</b>	-1.977	-5.338	-4.930	-4.661	2000
	<b>ΔCO2</b>	-10.091***	-5.338	-4.930	-4.661	-
	<b>GSYİH</b>	-3.707	-5.338	-4.930	-4.661	1978
	<b>ΔGSYİH</b>	-7.782***	-5.338	-4.930	-4.661	-
<b>Model B</b>	<b>CO2</b>	-3.646	-5.014	-4.495	-4.144	1989
	<b>ΔCO2</b>	-9.920***	-5.014	-4.495	-4.144	-
	<b>GSYİH</b>	-3.884	-5.014	-4.495	-4.144	2001
	<b>ΔGSYİH</b>	-7.586***	-5.014	-4.495	-4.144	-
<b>Model C</b>	<b>CO2</b>	-3.638	-5.704	-5.081	-4.820	1988
	<b>ΔCO2</b>	10.289***	-5.704	-5.081	-4.820	-
	<b>GSYİH</b>	-4.169	-5.704	-5.081	-4.820	1977
	<b>ΔGSYİH</b>	-7.721***	-5.704	-5.081	-4.820	-

Not: \*\*\*, %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 2’deki Kapetanios (2005) yapısal kırılmalı birim kök test sonuçlarına göre serilerin I (1) olduğu yani düzeyde değil de farkı alındıktan sonra durağan hale geldiği görülmektedir. Ayrıca kırılma tarihleri de raporlanmıştır ve karbondioksit emisyonu için Model A, Model B ve Model C için sırasıyla 2000, 1989 ve 1988 yılları olduğu görülmektedir. Kişi başı ekonomik büyüme serisi için de kırılma tarihleri sırasıyla 1978, 2001 ve 1977 olduğu görülmektedir.

**Tablo 3: Maki (2012) Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test sonuçları**

	Test İst.	Kritik Değerler			Yapısal Kırılma Tarihleri
		%1	%5	%10	
<b>Model 0</b>	-7.329***	-6.229	-5.704	-5.427	1971, 1984, 2000
<b>Model 1</b>	-6.738***	-6.472	-5.957	-5.682	1971, 1990, 2000
<b>Model 2</b>	-6.313**	-6.565	-6.035	-5.773	1988
<b>Model 3</b>	-7.392**	-7.737	-7.201	-6.926	1977, 2000

Not: \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 3'ten elde edilen sonuçlara göre bütün model türleri için seriler arasındaki uzun dönemli eşbütünlük ilişkisinin var olduğu görülmektedir. Model 0 ve Model 1 için %1 düzeyinde anlamlılık görülürken, Model 0 için kırılma tarihleri sırasıyla 1971, 1984 ve 2000 yıllarında iken Model 1 için 1971, 1990 ve 2000 yıllarında olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır. Model 2 ve Model 3 için %5 düzeyinde anlamlılık görülürken, Model 2 için tek kırılma ve 1988 yılında, Model 3 için 2 kırılma ve 1977 ve 2000 yılında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada uzun dönem eşbütünlük katsayıları DOLS yöntemiyle tahmin edilmiş, elde edilen sonuçlar Tablo 4'de raporlanmıştır.

**Tablo 4: Uzun Dönem Eşbütünlük Katsayıları**

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değ.
<b>GSYİH</b>	38.672	3.734	0.000***
<b>GSYİH<sup>2</sup></b>	-4.160	-3.557	0.001***
<b>GSYİH<sup>3</sup></b>	0.149	3.379	0.002***
<b>C</b>	-119.461	-3.899	0.000***
<b>K1</b>	0.017	2.478	0.019**
<b>K2</b>	-0.006	-0.866	0.394

Not: \*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4, Model 3'ten elde edilen uzun dönem katsayılarını göstermektedir ve ikinci kırılma tarihi olan K2 hariç diğer katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Dinda (2004)'ün belirtmiş olduğu çevre-büyüme ilişkisi türlerinden  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 < 0$  olan ters-N ilişkisine uyduğu görülmektedir. Yani kişi başı gelirdeki artış hava kirliliğini belli bir seviyeye kadar arttırdığını sonra bir azalış meydana geldiğini fakat kişi başına gelirdeki artış ile hava kirliliğinin tekrardan artış gösterdiği anlamına gelmektedir.

#### **4. Sonuç ve Politika Önerileri**

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi, çevresel tahribat ile kişi başına düşen gelir arasındaki uzun vadeli ilişkiyi göstermektedir. Yani gelir arttıkça çevresel tahribat artmaktadır ve bu artış zirveye ulaştıktan sonra gelirdeki herhangi bir artış dönüm noktası olmakta ve çevresel kirliticilerin azalmasına neden olmaktadır. Politika yapıcılar da son zamanlarda çevresel kirlilik ve kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiye yoğun ilgi göstermişler ve yapılan bazı çalışmalarda çevresel kirlilik ve kişi başına düşen gelir arasında ters bir U ilişkisi bulmuşlardır. EKC hipotezine göre, ekonomik büyüme gelecekteki çevre sorunlarının çözümü olacaktır. EKC’nin çevre üzerine doğrudan etkisi bulunmaktadır. Bir ekonominin gelişme aşamasında yapısı değişir, ekonomik yapıdaki değişikliklerle kirlilik artar. Ekonomik büyümenin sonraki aşamalarında ise yapı hizmet ve hafif imalat sanayilerine doğru hareket ettikçe kirlilik azalmaktadır. EKC, ayrıca ekonomik büyümenin artışıyla birlikte kirli ve modası geçmiş teknolojilerin yerine çevre kalitesini arttıran daha temiz ve yeni teknolojilerin almasını sağladığı teknik bir etkiye de sahiptir. Ekonomik büyüme için özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji, stratejik bir konumdadır. Gelişmekte olan ülkeler bir taraftan enerji kıtlığının üstesinden gelmek ve hızla artan enerji talebini karşılamakla uğraşırken bir yandan da meydana gelen çevresel tahribatın sürdürülebilir kalkınmayı tehdit etmemesi durumuyla mücadele etmek zorundadırlar.

Bu çalışmada, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi temelinde 1960-2016 dönemini kapsayan veriler ile Türkiye için çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Veriler Dünya Bankası resmi veri tabanından elde edilmiş olup bu veriler ile yapısal kırılmalı birim kök testlerinden Kapetanios (2005) birim kök testi ve bu teste dayanan Maki (2012) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Çalışmanın analizden elde edilen ampirik bulgular doğrultusunda iki değişkenin de farkının alındıktan sonra durağan hale geldiği yani I(1) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla yapılan Maki (2012) kırılmalı eşbütünleşme sonucuna göre de seriler arasında bütün model formları için uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu görülmektedir. Uzun dönem katsayılarının tahmininde ise ters-N ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Buda gelirdeki artış ile hava kirliliğinin belli bir seviyeye kadar artışı sonra hava kirliliğinin azaldığını fakat gelirdeki artış ile hava kirliliğinin tekrardan artış göstereceğini ifade etmektedir. Bu nedenle çevresel tahribatı azaltmak ve ekonomik kalkınmayı hızlandırmak için yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı teşvik etmenin ve bu kaynakların çevresel uyumluluğu bilincinin yayılması için politika yapıcıların üzerine büyük iş düştüğü anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda hükümetler, çevresel sorunları azaltmaya yönelik

uygun politikalarını belirlemeli, sergazı salınımını ve kirliliği azaltma politikalarına daha fazla yatırım yapmalıdırlar.

### Kaynakça

- Ahangari, Abdolmajid, ve Mahvash Moradi. "The possibility of environmental Kuznets curve for CO2 emission." *Journal of Economics and Sustainable Development* 5.27 (2014): 277-282.
- Albayrak, Emel Nur, ve Atilla Gökçe. "Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği." *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi* 4.2 (2015): 279-301.
- Artan, Seyfettin, Pınar Hayaloğlu, ve Burak Seyhan. "Türkiye'de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi." *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi* 13.1 (2015): 308-325.
- Ayşe, Arı, ve Fatma Zeren. "CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi." *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 18.2 (2011): 37-47.
- Atici, Cemal, ve Furat Kurt. "Türkiye'nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı." *Turkish Journal of Agricultural Economics* 13.2 (2007).
- Bai, Jushan, ve Pierre Perron. "Estimating and testing linear models with multiple structural changes." *Econometrica* (1998): 47-78.
- Banerjee, Anindya, Robin L. Lumsdaine, ve James H. Stock. "Recursive and sequential tests of the unit-root and trend-break hypotheses: theory and international evidence." *Journal of Business & Economic Statistics* 10.3 (1992): 271-287.
- Başar, Selim, ve M. Sinan Temurlenk. "Çevreye uyarlanmış Kuznets eğrisi: Türkiye üzerine bir uygulama." *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 21.1 (2007): 1-12.
- Canpolat, Esra, ve Eda Fendoğlu. "Hava Kirliliği İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi." *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi* (2018): 309-324.
- Dal, Mehmet Metin, Etem Karakaya, ve Şahin Bulut. "Çevresel Kuznets eğrisi ve Türkiye: Ampirik bir analiz." *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (2013): 85-96.
- Destek, Mehmet Akif. "Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: STIRPAT modelinden bulgular." *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 19.2 (2018): 268-283.
- Dinda, Soumyananda. "Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey." *Ecological economics* 49.4 (2004): 431-455.
- Egli, Hannes. *The environmental Kuznets curve-evidence from time series data for Germany*. No. 03/28. Economics Working Paper Series, 2004.
- Engle, Robert F., ve Clive WJ Granger. "Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing." *Econometrica: journal of the Econometric Society* (1987): 251-276.
- Erdoğan, İbrahim, Kumru Türköz, ve Muhammed Şehid Görüş. "11. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği." *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 44 (2015).
- Ergün, Suzan, ve Melike Atay Polat. "OECD ülkelerinde CO2 emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi." *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 45 (2015): 115-141.
- Fazli, Parto, ve Ebrahim Abbasi. "Analysis of the validity of kuznets curve of energy intensity among D-8 countries: Panel-ARDL approach." *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 81 (2018).



- Fodha, Mouez, ve Oussama Zaghdoud. "Economic growth and pollutant emissions in Tunisia: an empirical analysis of the environmental Kuznets curve." *Energy policy* 38.2 (2010): 1150-1156.
- Gregory, Allan W., ve Bruce E. Hansen. "Practitioners corner: tests for cointegration in models with regime and trend shifts." *Oxford bulletin of Economics and Statistics* 58.3 (1996): 555-560.
- Gregory, Allan W., ve Bruce E. Hansen. "Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts." *Journal of econometrics* 70.1 (1996): 99-126.
- Grossman, Gene M., ve Alan B. Krueger. *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. No. w3914. National Bureau of economic research, 1991.
- Grossman, Gene M., ve Alan B. Krueger. "Economic growth and the environment." *The quarterly journal of economics* 110.2 (1995): 353-377.
- Halicioglu, Ferda. "An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey." *Energy policy* 37.3 (2009): 1156-1164.
- Hatemi-j, Abdunnasser. "Tests for cointegration with two unknown regime shifts with an application to financial market integration." *Empirical Economics* 35.3 (2008): 497-505.
- He, Jie, ve Patrick Richard. "Environmental Kuznets curve for CO2 in Canada." *Ecological Economics* 69.5 (2010): 1083-1093.
- Johansen, Søren. "Statistical analysis of cointegration vectors." *Journal of economic dynamics and control* 12.2-3 (1988): 231-254.
- Johansen, Søren. "Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models." *Econometrica: journal of the Econometric Society* (1991): 1551-1580.
- Kapetanios, George. "Unit-root testing against the alternative hypothesis of up to m structural breaks." *Journal of Time Series Analysis* 26.1 (2005): 123-133.
- Koçak, Emrah. "Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı." *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi* 2.3 (2014): 62-73.
- Kuznets, Simon. "International differences in capital formation and financing." *Capital formation and economic growth*. Princeton University Press, 1955. 19-111.
- Lebe, Fuat. "Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünlük ve nedensellik analizi." *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, (2016), 12(3), 117-136.
- Mahjabeen, N.; Shah, S.Z.; Chughtai, S.; Simonetti, B. "Renewable energy, institutional stability, environment and economic growth nexus of D-8 countries." *Energy Strategy Rev.* (2020), 29, 100484.
- Maki, Daiki. "Tests for cointegration allowing for an unknown number of breaks." *Economic Modelling* 29.5 (2012): 2011-2015.
- Ozturk, Ilhan, ve Ali Acaravci. "CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14.9 (2010): 3220-3225.
- Özokcu, Selin, ve Özlem Özdemir. "Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72 (2017): 639-647.
- Perron, Pierre. "The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis." *Econometrica: journal of the Econometric Society* (1989): 1361-1401.
- Selden, Thomas M., ve Daqing Song. "Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?." *Journal of Environmental Economics and management* 27.2 (1994): 147-162.
- Seppälä, Tomi, Teemu Haukioja, ve J. A. R. I. KAIvo-ojA. "The EKC hypothesis does not hold for direct material flows: environmental Kuznets curve hypothesis tests for direct material flows in five industrial countries." *Population and Environment* 23.2 (2001): 217-238.

- Shittu, Waliu Olawale, Hamed Musibau, ve Sallahuddin Hassan. "Revisiting the environmental Kuznets curve in Malaysia: the interactive roles of deforestation and urbanisation." *International Journal of Green Economics* 12.3-4 (2018): 272-293.
- Şahinöz, Ahmet, ve Zahra Fotourehchi. "Çevresel Kuznets Eğrisi: İndirgenmiş ve Ayrıştırılmış Modellerle Ampirik Bir Analiz." *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 31.1 (2013): 199-224.
- Yardımcıoğlu, Fatih, ve Fatih Savaşan. "Ekonomik büyüme çevre kirliliği ilişkisi: Çevresel Kuznets eğrisi hipotezini yeniden değerlendirmek." *3rd International Symposium on Environment and Morality (ISEM2016) 4-6 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey*. 2016.
- Zivot, Eric, ve Donald W. K. Andrews. "Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis." *Journal of business & economic statistics* 20.1 (2002): 25-44.