

Çevresel Kuznets Eğrisi Çerçevesinde Sanayileşme, Yenilenebilir Enerji, Enerji Tüketimi ve Finansal Gelişmenin CO2 Salınımı Üzerindeki Etkisi

(Araştırma Makalesi)

The Impact of Industrialization, Renewable Energy, Energy Consumption and Financial Development on CO2 Emissions in the Framework of the Environmental Kuznets Curve

Doi: 10.29023/alanyaakademik.1010774

Rabia EFEOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü

refeoglu@kastamonu.edu.tr

Orcid No: 0000-0003-2515-1553

Bu makaleye atıfta bulunmak için: Efeoğlu, R. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi Çerçevesinde Sanayileşme, Yenilenebilir Enerji, Enerji Tüketimi ve Finansal Gelişmenin CO2 Salınımı Üzerindeki Etkisi. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), Sayfa No.2103-2115.

Anahtar kelimeler:

Çevresel Kuznets Eğrisi, Sanayileşme, Yenilenebilir Enerji, Finansal Gelişme

Makale Geliş Tarihi:
16.10.2021

Kabul Tarihi:
14.03.2022

Keywords:

Environmental Kuznets Curve, Industrialization, Renewable Energy, Financial Development

ÖZET

Çalışmada E7 ülkelerinde 1989-2016 döneminde sanayileşme, yenilenebilir enerji, enerji tüketimi ve finansal gelişmenin CO2 salınımı üzerindeki etkisi Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi çerçevesinde incelenmiştir. Panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada sabit etkiler modeli tercih edilerek Parks-Kmenta Tahmincisi ile model tahmin edilmiştir. Çalışmanın sonucunda E7 ülkelerinde kişi başına GSYH, sanayileşme ve enerji tüketiminin CO2 emisyonunu artırdığı, kişi başına GSYH karesi, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin CO2 emisyonunu azalttığı ve bu çerçevede ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

ABSTRACT

In the study, the effect of industrialization, renewable energy, energy consumption and financial development on CO2 emissions in E7 countries during the 1989-2016 period was examined within the framework of the Environmental Kuznets Curve hypothesis. In the study in which the panel data method was used, the fixed effects model was preferred and the model was estimated with the Parks-Kmenta Estimator. As a result of the study, it has been found that GDP per capita, industrialization and energy consumption increase CO2 emissions in E7 countries, GDP per capita squared, renewable energy and financial development reduce CO2 emissions, and within this framework, the EKC hypothesis is valid.

1.GİRİŞ

Tarihi süreç içerisinde çevresel bozulmaların artışı gerek az gelişmiş ve gelişmekte olan gerekse de gelişmiş ülkelerin önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Özellikle küresel ısınmanın çevreye verdiği zarar ve bunun önlenmesine yönelik birçok teori ve politika

geliştirilmiştir. Çevreye verilen tahribatın özelinde çevre kirliliğinin en önemli sebebinin sera gazları artışının olduğu tespit edilmiştir. Sera gazı salımı içerisinde en yüksek paya sahip olan gaz ise karbon emisyonları (CO₂)'dır (Pata, 2018:304). CO₂ salınımı fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan karbonun oksijenle birleşmesi sonucu meydana gelen karbon dioksittir. Söz konusu CO₂ salımının çevre kirliliğini artırması karbondioksit salımının dünyanın emisyon hacmini aşması sonucu ortaya çıkmaktadır (Çetin vd., 2018: 27). Diğer taraftan çevre kirliliğinin ülke ekonomilerine zarar verdiği yönünde tartışmalar başlamış, zamanla çevre ile ekonomi ilişkisi araştırma konusu olmuş ve söz konusu ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) kapsamında değerlendirilmiştir.

1990'lı yıllardan itibaren ele alınan Çevresel Kuznets Eğrisi, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki kuadratik ilişkiyi yansıtmaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre, başlangıçta ekonomik büyüme ile birlikte çevre kirliliği artmakta, ancak belli bir eşik değerinden sonra ekonomik büyüme çevre kirliliğini azaltmaktadır. Böylece ekonomik büyüme ile çevresel kirlilik arasındaki ilişki ters-U biçimini almaktadır. Yani belli bir gelir düzeyine kadar çevresel kirliliğin artacağı, bu düzeyden sonra ise ilişkinin tersine döneceği şeklinde ifade edilebilir. Söz konusu ilişkinin ortaya çıkmasında çevreye önem verilmesinden ziyade yüksek gelir düzeyine ulaşılmasına daha fazla önem verilmesi, tarımsal üretimin genişlemesi ve buna bağlı toksik atık miktarının artması ile temiz teknolojilerin pahalı olması sebebiyle az gelişmiş yoksul ülkelerin bunları elde edememeleri gibi birçok nedeni vardır (Kaynak, 2014: 61-63). Çevresel Kuznets Eğrisinin şeklinin belirlenmesinde, temel olarak CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme etkilidir. Yani ekonomik büyümenin CO₂ emisyonunu nasıl etkilediği söz konusudur. Ancak CO₂ emisyonunu etkileyen faktörler arasında ekonomik büyümenin yanı sıra enerji tüketimi, ticari açıklık, gelir esnekliği, teknolojik gelişmeler, doğrudan yabancı yatırımlar, küreselleşme, çevresel farkındalık, çevre düzenlemelerindeki artışlar (Şahin, 2018: 50) ile birlikte son yıllarda sanayileşme, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin de etkili olduğu dikkat çekmektedir.

Dünyada hızlı nüfus artışına artan kentleşme ve sanayileşmenin eşlik etmesi, enerjiye duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Ülkelerin ekonomik büyümelerini artırmak istemeleri enerji tüketimlerini artırmaları yoluyla karbondioksit (CO₂) salınımını artırmaktadır. Bunda enerji tüketimi sırasında fosil yakıtın kullanımı etkilidir. Ancak enerji tüketimi sadece fosil yakıtı değil, petrol, kömür, elektrik şeklinde de gerçekleşmektedir. Ekonomik büyümenin gerçekleştirilebilmesi için üretim yapılması, üretimin yapılması için de enerjinin kullanılması gerektiğinden bu süreç sonunda enerji tüketimi CO₂ emisyonunu artıran bir faktör olmaktadır (Şahin, 2018: 51). Öbür taraftan yenilenemeyen enerjilerin (kömür, petrol, doğalgaz, nükleer) çok fazla kullanılması, çevreye ve insan sağlığına verdiği zarar ile fiyatlarda oluşan istikrarsızlık ülkeleri yenilenebilir enerjiye (güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik, biyokütle, dalga enerjisi) yöneltmiştir. Bu nedenle birçok ülke fosil yakıtı dayalı kalkınma politikasından, yenilenebilir enerji ile kalkınma politikasına geçme yükümlülüğü altına girmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları fiyat istikrarsızlıklarını azaltmakta, maliyetleri düşürmekte ve bu yolla ekonomik kalkınmışlığı sağlamaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji alanına yapılacak yatırımlar, üretimin artmasına ve istihdam artışına katkı sağlamaktadır. Diğer taraftan ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek bu alandaki teknolojik üretime öncelik vermesi çevresel kirliliği azaltacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları yenilenme süresi bakımından sürdürülebilir, atık ve kalıntılar bakımından çevre dostu, yeryüzüne dağılımı bakımından daha adil ve kaynak bakımından sınırsızdır. Bu sebeple çevre kirliliğini azalttığı düşünülmektedir (Akusta ve Cergibozan, 2020: 430).

18. ve 19. yüzyıllarda meydana gelen sanayi devriminden sonra üretim artışı ve makineleşme beraberinde sanayileşmeyi getirmiştir. Sanayileşmenin çevresel tahribata yol açtığı ise yadsınamaz bir gerçektir. Özellikle 20. yüzyıldan itibaren sanayileşme dikkat çekici bir biçimde çevrenin kirlenmesine ve hızla değişmesine neden olmuştur. Çünkü çevre faktörü göz ardı edilerek sadece sanayileşme hedeflenmiştir (Özkök ve Polat, 2018: 34). Ancak yenilenebilir enerjinin temiz, güvenilir ve tükenmeyen bir kaynak olması çevresel kalitenin artması bakımından önemlidir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması ile sanayileşmenin çevreye verdiği zarar minimize edilebilmektedir. Diğer taraftan finansal gelişmenin de çevresel kirliliği azalttığı ifade edilebilir. Finansal gelişme ekonomik büyümeyi artırma kanalıyla doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve araştırma geliştirme harcamalarını teşvik ederek çevre dostu teknolojiler aracılığıyla çevre kirliliğini azaltabilir. Finansal gelişme, gelişmekte olan ülkelere yeni teknoloji kullanımını sağlayarak ülkeleri çevre dostu ve temiz bir üretim yapmaya teşvik eder. Ayrıca finansal gelişme çevresel yatırım projeleri gibi düşük maliyetle daha fazla finansman imkânı sağlayarak çevresel kirliliği azaltabilir (Tamazian vd., 2009: 247-248). Ancak finansal gelişmenin fosil enerji kullanımına ve kirlilik düzeyi yüksek endüstrilerin gelişimine katkıda bulunarak çevresel kirliliği artırabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Literatürde çevre kirliliğini etkileyen faktörler arasında ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık, nüfus, finansal gelişme, yenilenebilir enerji, kentleşme, doğrudan yabancı yatırım, sanayileşme gibi birçok değişken vardır. Ancak söz konusu değişkenler arasında yenilenebilir enerji, finansal gelişme ve özellikle sanayileşmenin ÇKE hipotezi test edilirken analize dahil edildiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu sebeple çalışmada, enerji tüketiminin yanı sıra sanayileşme, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin ÇKE çerçevesinde incelenmesi önem arz etmektedir. Literatürde E7 (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Rusya, Türkiye) ülkelerinde sanayileşme, yenilenebilir enerji ve finansal gelişme değişkenleri kullanılarak CO2 emisyonu üzerinde etkilerinin incelenmediği, dolayısıyla ÇKE kapsamında analiz gerçekleştiren herhangi bir çalışmaya rastlanılmaması çalışmayı diğer çalışmalardan farklılaştırmaktadır. Ayrıca çalışmada E7 ülkelerinin seçilmesinde; söz konusu ülkelerin son yıllarda hızlı bir ekonomik büyüme göstermeleri ve dünyanın ana üretim merkezleri haline gelmeye başlamaları ve bunun sonucunda E7 ülkelerinin karbondioksit salınımının giderek yükselmesi de etkili olmuştur. Aynı zamanda ekonomik büyümelerinin yanı sıra yenilenebilir enerji alanında önde gelen ülkeler olmaya başlamaları ile zamanla finansal gelişmeye de açık olmaya başlamaları çalışmada E7 ülkelerinin incelenmesinin diğer bir sebebidir. Elde edilen bulguların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın birinci bölümünde giriş sunulmuş, ikinci bölümünde ampirik literatüre değinilmiş, üçüncü bölümünde veri seti, model ve yöntem araştırılarak analiz sonuçlarına yer verilmiş, dördüncü bölümünde sonuç kısmına değinilerek politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ilk kez Grossman ve Krueger (1991) tarafından test edilmiştir. Yazar çevre kirliliği ve kişi başına gelir arasındaki ilişkiyi incelemiş, iki değişken arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Grossman ve Krueger (1991)'den sonra ÇKE hipotezi birçok araştırmacı tarafından farklı ülkeler, farklı dönemler için farklı birçok ekonometrik yöntemlerle incelenmiş ve her biri farklı sonuçlar elde etmiştir. ÇKE hipotezinin geçerliliği konusunda literatürde bir fikir birliğinin olmadığı ifade edilebilir.

ÇKE hipotezinin geçerliliğini inceleyen çalışmalar incelendiğinde kişi başına gelir değişkeninin yanı sıra enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari açıklık, kentleşme, sanayileşme, nüfus yoğunluğu, küreselleşme gibi açıklayıcı değişkenlere yer verildiği görülmektedir. Söz konusu açıklayıcı değişkenleri baz alarak ÇKE hipotezinin incelendiği literatür özeti tabloda sunulmuştur.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar/Yıl	Ülke/Dönem	Yöntem	Sonuç
Tamazian vd. (2009)	BRIC/1992-2004	Panel veri analizi	Finansal gelişme CO2 emisyonunu azaltmaktadır. Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Jalil ve Feridun (2011)	Çin/1953-2006	ARDL	Finansal gelişme CO2 emisyonunu azaltmaktadır. Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pao vd. (2011)	Rusya/1990-2007	Granger Nedensellik	Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Hamit-Haggar (2012)	21 ülke/1990-2007	Panel eşbütünlük ve nedensellik	Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Dam vd. (2013)	Türkiye/1960-2010	Dinamik EKK	Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Özcan (2013)	12 Orta Doğu Ülkesi/1990-2008	Panel eşbütünlük ve nedensellik	Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Shahbaz vd. (2013)	Güney Afrika/1965-2008	ARDL	Finansal gelişme CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Sulaiman vd. (2013)	Malezya/1980-2009	ARDL	Yenilenebilir enerji ile gerçekleştirilen elektrik üretimi CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Boutabba (2014)	Hindistan/1970-2008	Eşbütünlük ve nedensellik	Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır. Finansal gelişme CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Farhani vd. (2014)	10 MENA/1990-2010	Panel eşbütünlük ve nedensellik	Sanayileşmedeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Jebli vd. (2014)	24 Sahra Altı Afrika Ülkesi/1980-2010	Panel eşbütünlük, Granger nedensellik	Yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Koçak (2014)	Türkiye/1960-2010	ARDL	Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Apergis ve Öztürk (2015)	14 Asya ülkesi/1990-2011	GMM	Sanayileşme CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.

Charfeddi ne ve Khediri (2015)	BAE/1975-2011	Eşbütünleşme	Finansal gelişme arttıkça CO2 emisyonu önce artmakta sonra azalmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Farhani ve Öztürk (2015)	Tunus/1971-2012	ARDL	Finansal gelişme CO2 emisyonunu artırmaktadır. Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Omri vd. (2015)	12 MENA ülkesi/1990-2011	GMM	Finansal gelişmenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi anlamsızdır. Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Ali vd. (2016)	Malezya/1971-2012	ARDL, Granger nedensellik	Enerji tüketimi ve CO2 emisyonu arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Finansal gelişme CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Javid ve Sharif (2016)	Pakistan/1972-2013	ARDL	Finansal gelişme CO2 emisyonunu artırmaktadır. Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Lebe (2016)	Türkiye/1960-2010	ARDL	Enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır. Finansal gelişme CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Okumuş vd. (2016)	MINT ülkeleri/1971-2011	Eşbütünleşme	Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2017)	Ruanda/1965-2011	ARDL	Sanayileşmedeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Bhattacharya vd. (2017)	85 gelişmekte ve gelişmiş ülke/1991-2012	Sistem GMM	Yenilenebilir olmayan enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırırken, yenilenebilir enerji tüketimi CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Çağlar ve Mert (2017)	Türkiye/1960-2013	Eşbütünleşme	Yenilenebilir enerji tüketimi CO2 emisyonunu azaltmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Doğan ve Öztürk (2017)	ABD/1980-2014	ARDL	Yenilenebilir enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu azaltmaktadır. Yenilenemeyen enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Dong vd. (2017)	BRIC/1985-2016	Panel eşbütünleşme	Yenilenebilir enerji tüketimi CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pata (2017)	Türkiye/1974-2013	ARDL	Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. Finansal gelişmedeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. Sanayileşmedeki artış

			CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Bora ve Atasoy (2018)	G7/1960-2014	Panel statik, dinamik analiz	Finansal gelişmedeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Chen vd. (2018)	Çin/1980-2014	ARDL, Granger nedensellik	Yenilenemeyen enerji CO2 emisyonunu artırırken, yenilenebilir enerji CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Çetin ve Yüksel (2018)	Türkiye/1960-2014	Eşbütünleşme, GMM, DOLS	Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. Finansal gelişme CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pata (2018)	Türkiye/1974-2014	ARDL	Yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi anlamsızdır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pata ve Yurtkuran (2018)	Türkiye/1981-2014	ARDL	Finansal gelişme CO2 emisyonunu artırmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi CO2 emisyonunu azaltmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Sinha ve Shahbaz (2018)	Hindistan/1971-2015	ARDL	Yenilenebilir enerji üretimi CO2 emisyonunu azaltmaktadır ve ÇKE hipotezi geçerlidir.
Yurtkuran ve Terzi (2018)	Meksika/1971-2015	ARDL	Finansal gelişim arttıkça CO2 emisyonu azalmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Öztürk ve Gülen (2019)	Türkiye/1960-2014	ARDL	Enerji tüketimindeki artış CO2 emisyonunu artırmaktadır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Okumuş (2020)	Türkiye/1968-2014	ARDL	Yenilenemez enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi kısa dönemde CO2 emisyonunu azaltmakta, uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. ÇKE hipotezi geçerlidir.

3. VERİ SETİ, MODEL, YÖNTEM VE ANALİZ

Çalışmada sanayileşme, yenilenebilir enerji, enerji tüketimi ve finansal gelişmenin CO2 salınımına etkisi Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) çerçevesinde incelenmiştir. Araştırmada 1989-2016 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Çalışma veri kısıtı nedeniyle 1989-2016 dönemi ile sınırlandırılmıştır. Tüm ülkelere ait veri setinin bulunabildiği dönem 1989-2016 yılları arası olduğundan ve CO2 salınımı verisinin 2016 yılına kadar olmasından ötürü çalışmada söz konusu dönem seçilmiştir. Bağımlı değişken CO2 salınımı, bağımsız değişkenler kişi başına GSYH, kişi başına GSYH karesi, sanayileşme, yenilenebilir enerji, enerji tüketimi ve finansal gelişme olarak analize dahil edilmiştir. CO2 salınımı, kişi başına GSYH, kişi başına GSYH karesi, sanayileşme, yenilenebilir enerji ve enerji tüketimi Worldbank veri tabanından; finansal gelişme International Monetary Fund (IMF) veri tabanından elde edilmiştir. Sanayileşme,

yenilenebilir enerji, enerji tüketimi ve finansal gelişmenin CO2 salınımına etkisinin Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) çerçevesinde incelenmesi için kullanılan model aşağıdaki gibidir:

$$\ln CO2_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_{it} + \alpha_2 \ln GDP2_{it} + \alpha_3 \ln IND_{it} + \alpha_4 \ln RENEW_{it} + \alpha_5 \ln ENERGY_{it} + \alpha_6 \ln FDI_{it}$$

Modelde lnCO2 metrik ton cinsinden kişi başına düşen CO2 emisyonunu, lnGDP kişi başına düşen GSYH'yı, lnGDP2 kişi başına düşen GSYH karesini, lnIND sanayileşmeyi, lnRENEW yenilenebilir enerji, lnENERGY enerji tüketimi, lnFDI finansal gelişmeyi ifade etmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisinin geçerli olabilmesi için α_1 katsayısının pozitif, α_2 katsayısının negatif olması gerekir.

Çalışmada statik panel veri yöntemi kullanılmıştır. Panel veri analizlerinde testlere başlamadan önce genellikle serilerin durağan olup olmadığına bakılmaktadır. Serilerdeki durağanlık sınaması için birim kök testleri uygulanmaktadır. Ancak hangi birim kök testinin uygulanacağına yatay kesit bağımlılık testlerine göre karar verilmektedir. Çalışmada öncelikle yatay kesit bağımlılığın varlığı tespit edilmiş, daha sonra serilerin durağanlığı CADF birim kök testi ile sınanmış, sonrasında da Parks-Kmenta Tahmincisi ile model tahmin edilmiştir. Bu kapsamda yatay kesit bağımlılık test sonuçları Tablo 2'deki gibidir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Test	İstatistik	Olasılık	Hipotez
LM	38.83	0.0103	H ₀ = Yatay kesit bağımlılığı yoktur H ₁ = Yatay kesit bağımlılığı vardır
LM _{adj}	5.024	0.0000	
LM _{CD}	3.337	0.0008	

Tablo 2'de LM ve LM_{adj} testleri N ülke sayısı, T zaman serisi olmak üzere N<T durumlarında daha tutarlı sonuç verdiği için (Tatoğlu, 2017: 237) söz konusu testlere göre yatay kesit bağımlılığının olduğu kabul edilmiş, ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerektiğine karar verilmiştir. Bu kapsamda ikinci nesil birim kök testlerinden CADF birim kök testi uygulanmış, elde edilen sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. CADF Panel Birim Kök Sonuçları

Değişkenler						
lnCO2	lnGDP	lnGDP2	lnIND	lnRENE W	lnENERGY	lnFDI
-2.982*** (0.000)	-2.482** (0.024)	-2.505** (0.021)	-2.871*** (0.001)	-2.663*** (0.007)	-2.782*** (0.003)	-3.706*** (0.000)

Not: *** %1, ** %5 ve * %10 anlamlılık düzeyini göstermekte olup parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.

CADF birim kök test sonuçlarına göre, seriler seviye değerlerinde, I(0) düzeyinde durağandır. Serilerin tamamı I(0) düzeyinde durağan olduğundan statik panel testleri uygulanmıştır.

Serilerin durağan oldukları belirlendikten sonra modelde birim ve zaman etkilerinin olup olmadığı F ve LR testi ile incelenmiştir. Buna göre havuzlanmış en küçük kareler ile sabit etkiler arasında tercih için F testi, havuzlanmış en küçük kareler ile tesadüfi etkiler arasında tercih için LR testi yapılmış, birim ve zaman etkileri tespit edildikten sonra hangi modelin kullanılacağı Hausman testi (Baltagi, 2013: 63-90) ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda test sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. F, LR ve Hausman Test Sonuçları

F Testi	LR Testi	Hausman Testi
$F_{birim} = 115.48 (0.0000)$	$LR_{birim} = 251.07 (0.000)$	149.51(0.0000)
$F_{zaman} = 0.15 (1.0000)$	$LR_{zaman} = 0.00 (1.000)$	

Tablo 4'te grldğ Ėzere hem F testinde hem de LR testinde birim etkilerin var olduğ, buna karşılık zaman etkilerinin olmadığ anlaşılmaktadır. Buna gre, havuzlanmış en kk kareler modelinin uygun olmadığ sabit etkiler modeli ve tesadfi etkiler modelinin uygun olduğ grlmektedir. Hausman testi sonucunda ise "*tesadfi etkiler modeli uygundur*" şeklinde ifade edilen H_0 hipotezi reddedilmekte, sabit etkiler tahmincisinin geçerli olduğuna karar verilmektedir. Diğer taraftan sabit etkiler modelinde değişen varyans, otokorelasyon ve birimlerarası korelasyonun varlığı test edilmiş, sonuçlar Tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5. Değişen Varyans, Otokorelasyon ve Birimlerarası Korelasyon Test Sonuçları

Değişen varyans	İstatistik	Olasılık	Hipotez
Değiştirilmiş Wald Testi	480.66***	0.0000	H_0 : değişen varyans sorunu yoktur H_1 : değişen varyans sorunu vardır
Otokorelasyon	İstatistik	İstatistik	Hipotez
DW test / Baltagi-Wu LBI	0.7899	1.0531	H_0 : otokorelasyon yoktur H_1 : otokorelasyon vardır
Birimlerarası Korelasyon	İstatistik	Olasılık	Hipotez
Friedman Test	20.785***	0.0020	H_0 : birimlerarası korelasyon yoktur H_1 : birimlerarası korelasyon vardır

Not: *** simgesi %1 anlamlılık dzeyini gstermektedir. Otokorelasyon testlerinde 2 şiş değerdir.

Tablo 5'te Değiştirilmiş Wald Testinin olasılık değerleri 0.0000 olup değişen varyans sorunun olmadığını ifade eden H_0 : değişen varyans yoktur hipotezi %1 anlamlılık dzeyinde reddedilmiş, tahminlerde değişen varyans sorunu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. DW test ve Baltagi-Wu LBI test istatistikleri 2'nin altında olduğundan otokorelasyon sorununun olmadığını ifade eden H_0 : otokorelasyon yoktur hipotezi reddedilmiş, otokorelasyon sorununun olduğu tespit edilmiştir. Friedman testi sonucunda birimlerarası bağımlılığın olmadığını ifade eden H_0 hipotezi reddedilmekte ve birimlerarasında korelasyon olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla modelde değişen varyans, otokorelasyon ve birimlerarası korelasyon sorunları olduğundan, bu sorunların varlığında dirençli tahminler geerleştirilerek model tahmin edilmelidir. Bunun için $N < T$ olduğu durumda kullanılan dirençli bir tahminci olan Parks-Kmenta Tahmincisi (Tatoğlu, 2016: 263) ile model tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6. Parks-Kmenta Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z istatistiği	Olasılık
lnGDP	0.435	0.090	4.84	0.000
lnGDP2	-0.026	0.006	-4.41	0.000
lnIND	0.119	0.011	11.34	0.000
lnRENEW	-0.255	0.016	-15.79	0.000
lnENEGY	0.720	0.034	21.36	0.000
lnFDI	-0.065	0.010	-6.70	0.000
C	-8.296	0.307	-27.00	0.000
N	196			
Wald chi2	10,005.55			0.0000

Tablo 6'da Parks-Kmenta tahmin sonuçlarına gre, değişkenlerin tamamı %1 nem dzeyinde istatistiki bakımdan anlamlı çıkmıştır. Kişi başına GSYH, sanayileşme, enerji tketimi için

katsayı işaretlerinin beklentisi pozitif, kişi başına GSYH karesi, yenilenebilir enerji, finansal gelişme için katsayı işaretlerinin beklentisi negatiftir. Buna göre çalışmada kişi başına GSYH, sanayileşme, enerji tüketimi CO2 emisyonunu pozitif yönde etkilemektedir. Kişi başına GSYH, sanayileşme, enerji tüketimi arttıkça CO2 emisyonu da artmaktadır. Kişi başına GSYH, sanayileşme, enerji tüketimindeki %1'lik bir artış CO2 emisyonunu sırasıyla %0.44, %0.12, %0.72 artırmaktadır. Diğer taraftan çalışmada kişi başına GSYH karesi, yenilenebilir enerji, finansal gelişme CO2 emisyonunu negatif yönde etkilemektedir. Kişi başına GSYH karesi, yenilenebilir enerji, finansal gelişme arttıkça CO2 emisyonu azalmaktadır. Kişi başına GSYH karesi, yenilenebilir enerji, finansal gelişmedeki %1'lik bir artış CO2 emisyonunu sırasıyla %0.03, %0.26, %0.07 azaltmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre kişi başına GSYH katsayısının pozitif, kişi başına GSYH'nin karesinin katsayısının negatif olarak tespit edilmesi, CO2 emisyonu ile kişi başına GSYH ve kişi başına GSYH'nin karesi arasında ilişki bakımından ters U hipotezinin desteklendiğini ve E7 ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ

Çalışmada sanayileşme, yenilenebilir enerji, enerji tüketimi ve finansal gelişmenin CO2 salınımı üzerindeki etkisi Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) çerçevesinde E7 ülkeleri için 1989-2016 dönemi verileri kullanılarak incelenmiştir. Ekonometrik yöntem olarak panel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında yatay kesit bağımlılık testi ve serilerin durağanlığı tespit etmek için CADF panel birim kök testi yapılmış, serilerin tamamının I (0) düzeyinde durağan olduğu belirlenmiştir. Serilerde durağanlık belirlendikten sonra F, LR ve Hausman testleri yapılarak sabit etkiler modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Sabit etkiler modelinde değişen varyans, otokorelasyon, birimlerarası korelasyon sorunlarının olduğu tespit edilmiş ve bu sorunların çözümüne yönelik olarak Parks-Kmenta Tahmincisi ile model tahmin edilerek dirençli tahminler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre E7 ülkelerinde kişi başına GSYH, sanayileşme, enerji tüketimi CO2 emisyonunu artırırken, kişi başına GSYH karesi, yenilenebilir enerji, finansal gelişme CO2 emisyonunu azaltmaktadır. Söz konusu ülkelerde ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ortaya konulmuştur.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde ters U şeklinde ifade edilen ÇKE hipotezinin E7 ülkelerinde geçerli olduğu görülmektedir. Yani, E7 ülkelerinde kişi başına GSYH belli bir noktaya kadar çevre kirliliğini artırmakta, belli bir noktadan sonra ise çevre kirliliğini azaltmaktadır. Elde edilen bu bulgunun Boutabba (2014), Ali vd. (2016), Chen vd. (2018), Sinha ve Shahbaz (2018), Pata (2018), Dong vd. (2017), Sulaiman vd. (2013), Charfeddine ve Khediri (2015), Jalil ve Feridun (2011), Javid ve Sharif (2016), Omri vd. (2015), Shahbaz vd. (2013c), Tamazian vd. (2009), Apergis ve Öztürk (2015), Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2017), Farhani vd. (2014), Çağlar ve Mert (2017), Çetin ve Yüksel (2018), Lebe (2016), Okumuş (2020), Okumuş vd. (2016), Öztürk ve Gülen (2019), Pata ve Yurtkuran (2018), Pata (2017), Yurtkuran ve Terzi (2018) literatürlerini desteklediği ortaya çıkmıştır.

Çalışmada E7 ülkelerinde sanayileşme ve enerji tüketiminin CO2 salınımını artırdığı, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin CO2 salınımını azalttığı ve söz konusu ülkelerde ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılması ile birlikte birkaç politika önerisinde bulunulabilir:

- E7 ülkelerinde enerji tüketiminin artırması çevre kirliliğine sebebiyet verdiği için söz konusu ülkelerde enerji tüketimi ile ilgili düzenlemeler yapılmalı, enerji kaynakları çeşitlendirilmeli, yenilenemeyen enerji kaynakları dışında yenilenebilir enerji kaynakları

daha çok harekete geçirilmelidir. Böylece çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlanacaktır.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye saldığı karbon emisyonu daha düşük seviyelerde olduğundan E7 ölkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmalı ve yenilenebilir kaynaklı enerji teşvik edilmelidir. Böylece enerji tüketiminin sebep olduğu çevre kirliliğinin önüne yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması ile geçilebilecektir.

- E7 ölkelerinde sanayileşme ile birlikte büyüme sağlanırken, sanayileşmenin çevreye verdiği tahribat artış göstereceğinden sanayi alanında ya mevcut yöntemler geliştirmeli ya da yeni yöntemler bulunarak uygulanmaya başlanmalıdır.

- E7 ölkelerinde finansal gelişmenin CO2 emisyonunu azaltması noktasında; finansal gelişme politikalarında daha iyi sonuçlar alınabilecek düzenlemeler yapılmalı, finansal gelişim faaliyetlerine daha fazla önem verilmeli, ölkelerin finansal yapıları daha güçlendirilmeli, ölkelere doğrudan yabancı sermaye girişı teşvik edilmeli ve bu kapsamda hükümetlerin söz konusu finansal sisteme yönelik düzenlemeleri gerçekleştirirken çevresel faktörleri de göz önünde bulundurmaları gerektiği önerilerinde bulunulabilir.

KAYNAKÇA

- AKUSTA, E., & CERĞİBOZAN, R. (2020). “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerinde Etkisi: Türkiye Örneği”. Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi, 15(54), 429-461.
- ALI, W., ABDULLAH, A., & AZAM, M. (2017). “Re-visiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Malaysia: Fresh Evidence from ARDL Bounds Testing Approach”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 77, 990-1000.
- APERGIS, N., & OZTURK, I. (2015). “Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Asian Countries”. Ecological Indicators, 52, 16–22.
- ASUMADU-SARKODIE, S., & OWUSU, P.A. (2017). “Carbon Dioxide Emissions, GDP Per Capita, Industrialization and Population: An Evidence From Rwanda”. Environ. Eng. Res. 22(1), 116-124.
- BALTAGI, H. B. (2013). Econometric Analysis of Panel Data. John Wiley and Sons, USA.
- BHATTACHARYA, M., AWAWORYI CHURCHILL, S., & PARAMATI, S. R. (2017). “The Dynamic Impact of Renewable Energy and Institutions on Economic Output and CO2 Emissions Across Regions”. Renewable Energy, 1-34.
- BORA, İ., & ATASOY, S. (2018). “Finansal Gelişmenin ve Enerji Tüketiminin Karbondioksit Emisyonları Üzerindeki Etkisinin Çevresel Kuznetz Eğrisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi”. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 16, Özel Sayı, 145-160.
- BOUTABBA, M. A. (2014). “The Impact of Financial Development, Income, Energy and Trade on Carbon Emissions: Evidence from the Indian Economy”. Economic Modelling, 40, 33-41.
- CHARFEDDINE, L., & KHEDIRI, K. B. (2016) “Financial Development and Environmental Quality in UAE: Cointegration with Structural Breaks”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 55, 1322-1335.

- CHEN, Y., WANG, Z., & ZHONG, Z. (2018). "CO2 Emissions, Economic Growth, Renewable and Non-Renewable Energy Production and Foreign Trade in China". *Renewable Energy*, 1-22.
- ÇAĞLAR, A. E., & MERT, M. (2017). "Türkiye'de Çevresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı Üzerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Yaklaşımı". *Yönetim ve Ekonomi*, 24(1), 21-38.
- ÇETİN, M., KIRCI, B., SAYGIN, S., & ALAŞAHAN, Y. (2018). "Ekonomik Büyüme, Finansal Gelişme, Enerji Tüketimi ve Dış Ticaretin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi İçin Bir Nedensellik Analizi (1960-2013)". *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13), 26-43.
- ÇETİN, M., & YÜKSEL, Ö. (2018). "Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketiminin Karbon Emisyonu Üzerindeki Etkisi". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 169-186.
- DAM, M. M., KARAKAYA, E., & BULUT, Ş. (2013). "Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel Sayı, 85-96.
- DOĞAN, E., & ÖZTÜRK, İ. (2017). "The Influence of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Real Income on CO2 Emissions in the USA: Evidence from Structural Break Tests". *Environ Sci Pollut Res*, 1-9.
- DONG, K., SUN, R., & HOCHMAN, G. (2017). "Do Natural Gas and Renewable Energy Consumption Lead to Less CO2 Emission? Empirical Evidence from a Panel of BRICS Countries". *Energy*, 141, 1466-1478.
- FARHANI, S., & OZTURK, I. (2015). "Causal Relationship Between CO2 Emissions, Real GDP, Energy Consumption, Financial Development, Trade Openness and Urbanization in Tunisia". *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 1-14.
- FARHANI, S., MRIZAK, S., CHAIBI, A., & RAULT, C. (2014). "The Environmental Kuznets Curve and Sustainability: A Panel Data Analysis". *Energy Policy*, 71, 189-198.
- GROSSMAN, G. M., & KRUEGER, A. B. (1991). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement". *NBER Working Paper No. 3914*, 1-57.
- HAMIT-HAGGAR, M. (2012). "Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis from Canadian Industrial Sector Perspective". *Energy Economics*, 34, 358-364.
- IMF, International Monetary Fund. <https://www.imf.org/>, 05.07.2021.
- JALIL, A., & FERIDUN, M. (2011). "The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis". *Energy Economics*, 33, 284-291.
- JAVID, M., & SHARIF, F. (2016). "Environmental Kuznets Curve and Financial Development in Pakistan". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.

- JEBLI, M., YOUSSEF, S., & OZTURK, İ. (2014). "The Role of Renewable Energy Consumption and Trade: Environmental Kuznets Curve Analysis for Sub-Saharan Africa Countries". MPRA Paper No. 54300, 1-16.
- KAYNAK, M. (2014). *Kalkınma İktisadı*. Gazi Kitabevi, Ankara.
- KOÇAK, E. (2014). "Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı". *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- LEBE, F. (2016). "Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- OKUMUŞ, İ. (2020). "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Tarım ve CO2 Emisyonu İlişkisi". *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6 (1), 21-34.
- OKUMUŞ, İ., YILDIRIM, A., & DESTEK, M. A. (2016). "MİNT Ülkelerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Geçerliliği: Panel Veri Analizi". *ÜNİDAP Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı*, Muş, Türkiye, 188-195.
- OMRI, A., DALY, S., RAULT, C., & CHAIBI, A. (2015). "Financial Development, Environmental Quality, Trade and Economic Growth: What Causes What in MENA Countries". *Energy Economics*, 48, 242-252.
- ÖZCAN, B. (2013). "The Nexus between Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Middle East Countries: A Panel Data Analysis". *Energy Policy*, 62, 1138-1147.
- ÖZKÖK, C., & POLAT, M. (2018). "CO2 Emisyonu- Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: G7 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz". *UİİİD-IJEAS*, 21, 33-46.
- ÖZTÜRK, S., & GÜLEN, M. İ. (2019). "Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Ampirik Analizi: 1960-2014 Dönemi ARDL Sınır Testi Yaklaşımı". *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 219-227.
- PAO, H. T., YU, H. C., & YANG, Y. H. (2011). "Modeling the CO2 Emissions, Energy Use, and Economic Growth in Russia". *Energy*, 36, 5094-5100.
- PATA, U. K. (2017). "The Effect of Urbanization and Industrialization on Carbon Emissions in Turkey: Evidence from ARDL Bounds Testing Procedure". *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8.
- PATA, U. K. (2018). "Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO2 Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks". *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779.
- PATA, U. K., & YURTKURAN, S. (2018). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu ve Finansal Gelişmenin CO2 Salımına Etkisi: Türkiye Örneği". *UİİİD-IJEAS*, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı, 303-318.
- SHAHBAZ, M., TIWARI, A. K., & NASIR, M. (2013). "The Effects of Financial Development, Economic Growth, Coal Consumption and Trade Openness on CO2 Emissions in South Africa". *Energy Policy*, 61, 1452-1459.

- SINHA, A., & SHAHBAZ, M. (2018). "Estimation of Environmental Kuznets Curve for CO2 Emission: Role of Renewable Energy Generation in India". *Renewable energy*, 119, 703-711.
- SULAIMAN, J., AZMAN, A., & SABOORI, B. (2013). "The Potential of Renewable Energy: Using the Environmental Kuznets Curve Model". *American Journal of Environmental Sciences*, 9(2), 103-112.
- ŞAHİN, D. (2018). "D-8 Ülkelerinde Finansal Gelişme ve Ticari Açıklığın Çevresel Kalite Üzerine Etkisi: Panel Veri Analizi". *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(15), 48-67.
- TAMAZIAN, A., CHOUSA, J. P., & VADLAMANNATI, K. C. (2009). "Does Higher Economic and Financial Development Lead to Environmental Degradation: Evidence from BRIC Countries". *Energy Policy*, 37, 246-253.
- TATOĞLU YERDELEN, F. (2016). *Panel Veri Ekonometrisi*. Beta Yayıncılık, İstanbul.
- TATOĞLU YERDELEN, F. (2017). *Panel Zaman Serileri Analizi*. Beta Yayıncılık, İstanbul.
- WORLDBANK, World Development Indicator (WDI). <https://databank.worldbank.org/data/>, 05.07.2021
- YURTKURAN, S., & TERZİ, H. (2018). "Çevresel Kuznets Eğrisinin Ampirik Olarak Analizi: Meksika Örneği". *UIİİD-IJEAS*, 20, 267-284.