

## GELİŞMİŞ VE YÜKSELEN PİYASA EKONOMİLERİNDE ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ'NİN ANALİZİ\*

İbrahim ÖRNEK<sup>1</sup>  
Sena TÜRKMEN<sup>2</sup>

### ÖZ

Sanayileşmekte olan ülkelerde, gelir artışı ve yüksek oranda büyümenin sağlanması ekonomik hedeflerin başında gelmektedir. Bu hedefler doğrultusunda, enerji ihtiyacı fosil yakıtlar ile giderilmekte ve sanayileşmenin yol açtığı çevresel bozulmalar ekonomik karar birimleri tarafından dikkate alınmamaktadır. Düzenlenen anlaşmalar yoluyla küresel tedbirlere başvurulmakta, fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazları salınımının düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu durum, ekonomik karar birimlerinin, enerji politikalarına yön verirken sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurması gerektiği sonucu doğurmaktadır. Bu çalışmada, 1975-2016 dönemi için gelişmiş ülkeler ile yükselen piyasa ekonomilerinde sürdürülebilir enerjinin sağlanıp sağlanmadığı Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi yardımıyla tartışılmıştır. Ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başına düşen gelir, çevre kirliliği göstergesi olarak da kişi başına düşen karbondioksit emisyonu kullanılarak kuadratik bir model kurulmuştur. Değişkenler arasındaki ilişki, dinamik panel veri analizi yardımıyla güncel ekonometrik yöntemler kullanılarak tahmin edilmiştir. Analizler sonucu elde edilen bulgular, gelişmiş ülkelerde ÇKE yaklaşımının geçerli olduğunu ve enerjide sürdürülebilirliğin sağlandığını, yükselen piyasa ekonomilerinde ise ÇKE yaklaşımının geçerli olmadığını dolayısıyla enerjide sürdürülebilirliğin sağlanmadığını ortaya koymaktadır. Yükselen piyasa ekonomilerinde sıkı çevre politikaları, vergiler ile karbondioksit emisyonunun düşürülerek fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması ve bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Ekonomik Büyüme, Çevresel Kuznets Eğrisi

## THE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE HYPOTHESIS IN DEVELOPED AND EMERGING MARKET ECONOMIES

### ABSTRACT

In developing countries, income growth and high growth rates are the primary economic goals. In line with these objectives, energy requirement are met by fossil fuels and environmental degradation caused by industrialization is not taken into consideration by economic decision-making units. Global precaution are applied through the agreements and it is aimed to reduce the emission of greenhouse gases resulting from the use of fossil fuels. This leads to the conclusion that economic decision-makers should take into consideration sustainability while guiding energy policies. In this study, whether the sustainable energy can be provided in developed countries and emerging market economies for the period 1975-2016 is discussed with the help of Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. A quadratic model has been established by using per capita income as an indicator of economic growth and carbon dioxide emission per capita as an indicator of

<sup>1</sup> Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü [iornek@hotmail.com](mailto:iornek@hotmail.com) (ORCID: 0000-0002-6802-6341)

<sup>2</sup> Arş. Gör. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü [sena\\_dgn01@hotmail.com](mailto:sena_dgn01@hotmail.com) (ORCID: 0000-0002-8334-6466)

\*Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından kabul edilen "Enerjide Çevresel Sürdürülebilirlik: Yükselen ve Gelişmiş Ekonomiler Karşılaştırması" isimli doktora tezinden derlenmiştir.

Received/Geliş: 12/07/2019 Accepted/Kabul: 28/11/2019, Research Article/Araştırma Makalesi

Cite as/Alıntı: Örnek, İ., Türkmen, S. (2019), "Gelişmiş Ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Analizi", Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, cilt 28, sayı 3, s.109-129.

environmental pollution. The relationship between the variables have been estimated by using updated econometric methods with the help of dynamic panel data analysis. The findings obtained from the analyzes show that the EKC approach is valid in developed countries and that sustainability in energy is provided, and that in the emerging market economies the EKC approach is not valid and thus sustainability in energy is not achieved. In emerging market economies, it is necessary to reduce the dependence on fossil fuels by reducing strict environmental policies, taxes and carbon dioxide emissions and to increase the use of renewable energy sources in this context.

**Keywords:** Energy, Economic Growth, Environmental Kuznets Curve

## Giriş

Sanayileşme hareketlerinin hızlanması, teknolojik ilerlemeler ve hızlı nüfus artışı ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Yapılan çalışmalarda enerjinin, ülkelerin kalkınmasında önemli bir rol oynadığı ve toplumların gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edildiği görülmektedir. 20.yy.'ın sonlarına doğru sanayileşmenin hızlanmasıyla enerjiye olan ihtiyaç daha da artmış ve sanayileşmekte olan ülkeler bu ihtiyacı yenilenemeyen enerji kaynakları olan fosil yakıtlar ile gidermeye çalışmışlardır. Ancak, fosil yakıt kullanımı, insan sağlığını ve biyolojik çeşitliliği olumsuz etkileyen zararlı gazlar açığa çıkardığından bu gazlar geleceği tehdit eden çevresel problemleri de beraberinde getirmiştir. 1990'lardan itibaren çevresel sorunların hızla artması, ekonomi bilimi ve çevre ilişkisi konusunun araştırılmasına neden olmuştur.

21. yüzyılda güvenli ve sürdürülebilir enerji tedariği dünyanın karşılaştığı en büyük sorunlardan biridir. Ülkelerin enerji üretimi ve kullanımının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için insanın sebep olduğu çevresel tahribatların önlenmesi gerekmektedir. Çevre tahribatının en önemli sonucu ise iklim değişikliğidir. Enerji tüketiminin 1990-2008 yılları arasında %40 arttığı ve dünya genelinde enerji kullanımının %80'inin fosil kaynaklı olduğu görülmektedir. Ülkelerin fosil yakıt kullanımları hem enerjide dışa bağımlılığı arttırmakta, hem de atmosfere yayılan sera gazı miktarında artışa neden olarak enerjinin sürdürülebilirliğini engellemektedir (WWF, 2011: 2; Çağlar ve Mert 2017: 21-22).

Doğada yenilenemeyen enerji kaynakları olarak nitelendirilen fosil yakıtların kullanımı, sera gazı salınımının yarattığı çevre kirliliği yoluyla insan sağlığını tehdit etmekte, yaşam kalitesini düşürmekte ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Küresel ısınma buzulların erimesi, verimli tarım arazilerinin yok olması ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi birçok felaketi beraberinde getirecektir. Küresel ısı artışını önlemenin ilk koşulu, fosil yakıt kullanımını azaltarak, enerji altyapısını yenilenebilir enerjileri kullanmaya uygun duruma getirmektir (Keleş ve Hamamcı, 2002: 105; Çukurçayır ve Sağır, 2008: 258).

Ekonomi bilimi ile çevre problemleri arasında karşılıklı bir ilişkiden söz edilmektedir. Ekonomik faaliyetlerdeki artışın çevresel bozulmalara neden olduğu, çevresel sorunların da sürdürülebilir ekonomik büyümeyi dolayısıyla enerjinin sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Sürdürülebilir bir enerji için öncelikle enerji kullanımının yarattığı çevre problemlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sürdürülebilir enerji, gelecek nesillerin, ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için gerekli olan kaynakları tüketmeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilen enerji

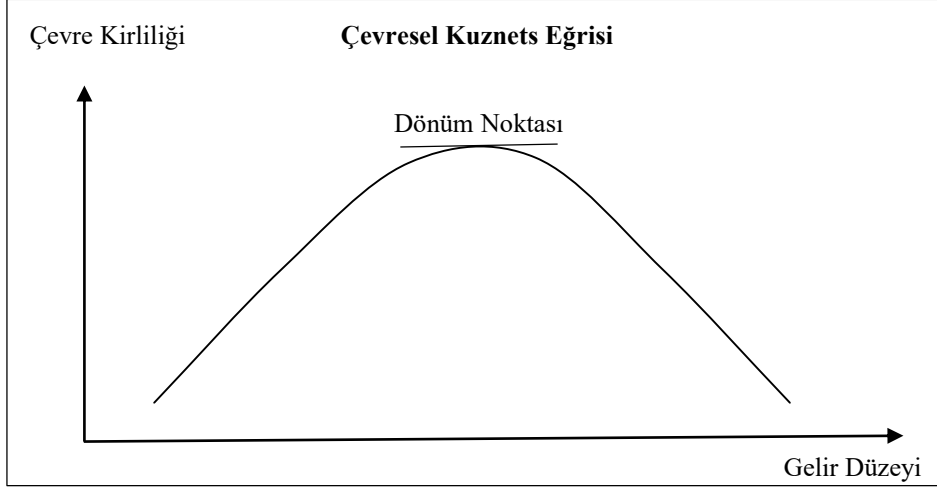
biçimini ifade eder. Enerjide sürdürülebilirliğin sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerjinin daha etkin kullanılması ile mümkün olabilecektir (Ediger, 2009:18). Bu bağlamda, sürdürülebilir bir iktisadi büyüme için, enerji kaynaklarının etkin kullanımı ve çevre dostu ekonomi politikaları büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilir büyüme konusunda etkin bir role sahip olduğu vurgulanan çevre kavramı, günümüzde sıkça tartışılan bir konu olmakla birlikte; yapılan ampirik çalışmalarda, ekonomik büyüme - enerji kullanımı - çevresel bozulma arasında kesin bir ilişkinin tespit edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada, gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde ekonomik büyüme ve çevre ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrileri (ÇKE) hipotezi kapsamında değerlendirilmekte ve söz konusu ülke gruplarında enerjide sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığı tartışılmaktadır. İzleyen bölümde ÇKE hipotezinin teorik çerçevesine yer verilecektir. Ardından, ÇKE hipotezine ilişkin, daha önce yapılmış olan panel veri çalışmaları ortaya konacaktır. Son olarak ise, çalışmada uygulanan veri, model, yöntem açıklanacak ve uygulama bulgularına yer verilecektir.

### **Teorik Çerçeve**

Çevresel Kuznets Eğrisi, çevresel problemlerin arttığı 1990'lı yıllarda, Simon Kuznets (1955) 'in geliştirdiği ve gelir dağılımındaki adaletsizlik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets Eğrisi'nden türetilmiştir. Kuznets (1955), ekonomik büyümenin ilk safhalarında gelir dağılımında adaletsizlik artarken, büyümenin devamlı artışına karşılık belirli bir eşik değerden sonra gelir dağılımındaki adaletsizliğin azalacağını ileri sürmektedir. Bu değişkenler arasındaki ilişki ters "U" olarak nitelendirilmektedir.

Kuznets eğrisi 1991'de Grossman ve Krueger tarafından çevreye uyarlanmış ve gelir dağılımındaki adaletsizlik değişkeni yerine çevre kirliliği değişkeni kullanılmıştır (Dinda,2004:432). Daha açık bir ifadeyle, ÇKE hipotezi, gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak sera gazları emisyon düzeyinin de arttığını, fakat gelir düzeyinin belli bir eşik değere ulaşmasının ardından, emisyon düzeyinin azalmaya başladığını ifade etmektedir (Apergis ve Payne, 2010:650). Şekil 1'de en yalın hali ile Çevresel Kuznets Eğrisi gösterilmektedir.



**Şekil 1.** Çevresel Kuznets Eğrisi (Yandle vd., 2004:3; Saatçi ve Dumrul, 2011:68; Erataş ve Uysal, 2014:6).

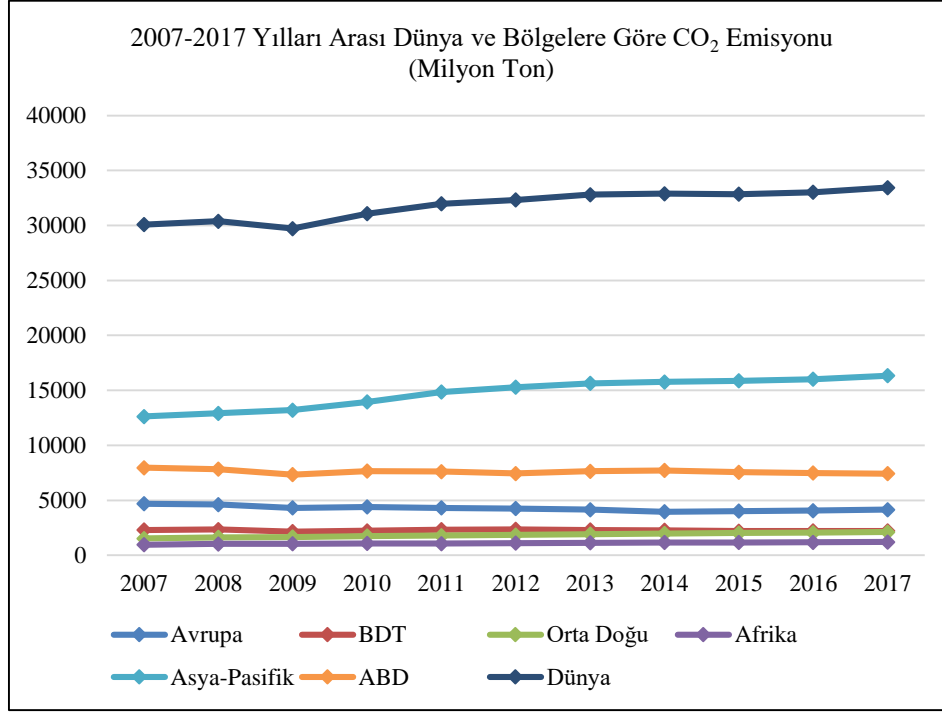
ÇKE hipotezine göre; ekonomik büyümenin ilk aşamalarında, sanayileşmekte olan ülkeler çevresel bozulmayı artıran kirli teknolojilere yer vermekte ve bunun çevreye verdiği zararı önemsememektedir. Ancak zamanla zenginleşen ülkeler, araştırma-geliştirme faaliyetlerine daha çok finansman sağlayabileceği için, ekonomik büyümenin yanında teknolojik gelişmelere de ayak uydurabilecek ve üretimde daha temiz teknolojilere yer verecektir. Dolayısıyla, teknolojik gelişmelerle birlikte elde edilen yeni üretim teknikleri çevre kirliliğini azaltmaya ve yaşam kalitesini artırmaya başlayacaktır (Dinda, 2004: 435-436). Diğer bir ifadeyle, ekonomik büyüme arttıkça zamanla sanayi sektörü yerini hizmetler ve bilgi sektörüne bırakmakta, bu geçiş ile birlikte çevresel problemler azalarak enerjinin sürdürülebilirliği sağlanmaktadır (Grossman ve Krueger: 1991:7).

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle birlikte temiz çevre ve düşük karbon emisyonunu hedefleyen ekonomik faaliyetler daha da önem kazanmaktadır. Özellikle sera gazları salınımındaki artış, çevresel bozulmalara sebebiyet vererek, gelecekte;

- Tarım ve orman ürünlerinin azalması
- Su kaynaklarının azalmasıyla enerji darboğazının yaşanması
- Göç hareketlerinin artmasıyla ekonomik ve sosyal sorunların ortaya çıkması
- Turizm faaliyetlerinin sınırlandırılması

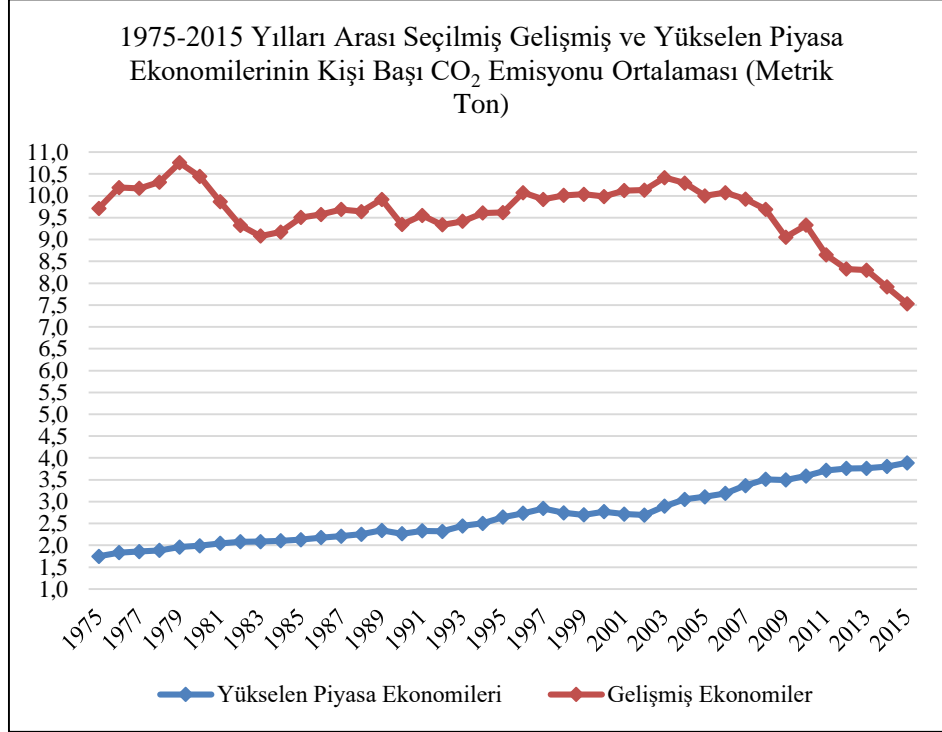
gibi çeşitli ekonomik sorunları beraberinde getirecektir. Bu bağlamda sanayileşmiş ülkeler, sera gazı içerisinde büyük payı olan karbondioksit emisyonunu kontrol edebilmek için çevresel anlaşmalar ve toplantılar düzenlemeye başlamıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde imzalanan ve 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ve bunun yol açtığı çevre sorunları ile mücadelede temel bir adım olarak kabul edilmektedir. Türkiye'nin 2009 yılında taraf olduğu Kyoto Protokolü, 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu protokolü imzalayan ülkeler, başta karbondioksit olmak üzere sera etkisine neden olan gazların emisyonunu azaltmayı taahhüt etmişlerdir. Sözleşmeyi imzalayan taraflar sera gazı emisyon düzeylerini, 2008-2012 dönemleri arasında 1990

yılındaki düzeyinden en az %5 oranında düşürme hususunda anlaşmaya varmışlardır. Bu bağlamda, çevresel boyutta enerjinin sürdürülebilirliği, araştırmacıların ve politika yapımcıların ilgi odağı haline gelmekte, ülkelerin enerji politikalarını şekillendirmesinde önemli rol oynamaktadır.



Şekil 2. 2007-2017 Yılları Arası Dünya ve Bölgelere Göre CO<sub>2</sub> Emisyonu (Milyon Ton) (BP, 20.12.2018, [www.bp.com](http://www.bp.com) )

Şekil 2’de dünyada ve bölgelere göre gerçekleşen toplam karbondioksit emisyonunun 2007-2017 yılları arasındaki seyri yer almaktadır. Şekilde görüldüğü üzere; 2008 küresel kriz döneminde üretim düşüşüne bağlı olarak karbondioksit salınımında dünya genelinde bir azalma meydana gelmiştir. 2009-2013 yılları arasında, ülke ekonomilerinin toparlanması ile birlikte enerji kullanımının artmasına bağlı olarak karbondioksit emisyonunun hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. 2014-2017 yılları arasında ise CO<sub>2</sub> emisyonundaki söz konusu artışın azaldığı Şekil 2’den anlaşılmaktadır. Bölgeler açısından bakıldığında, en yüksek karbondioksit salınımının olduğu bölge Asya-Pasifik bölgesidir. 2017 yılı itibariyle bölgede yer alan Çin 9232,6; Hindistan 2344,2; Japonya 1176,6; Güney Kore 679,7 milyon ton karbondioksit salınımı yaratmıştır. Yine 2017 yılında ABD’de 7430,9; Avrupa’da 4152,2, Bağımsız Devletler Topluluğu’nda 2213,3 milyon ton karbondioksit emisyonu gerçekleştiği görülmektedir.



**Şekil 3.** 1975-2015 Yılları Arası Seçilmiş 13 Gelişmiş Ülkenin Kişi Başı CO<sub>2</sub> Emisyonu Ortalaması (Metrik Ton) (The World Bank, 20.12.2018, [www.databank.worldbank.org](http://www.databank.worldbank.org) ; OECD, 20.12.2018, [www.stats.oecd.org](http://www.stats.oecd.org) )

Şekil 3'te 1975-2015 yılları arasında çalışmaya dahil edilen 13 gelişmiş ülkenin kişi başına düşen karbondioksit emisyonu miktarlarının seyri yer almaktadır. Şekil, Dünya Bankası ve OECD istatistik verileri derlenerek ve seçilen 13 gelişmiş ülkenin ve 13 yükselen piyasa ekonomisinin kişi başı karbondioksit emisyon ortalamaları alınarak oluşturulmuştur. Gelişmiş ülkelerde, 1975 yılında 9,7 metrik ton olan kişi başı karbondioksit emisyonunun 1979 yılında daha artarak 10,7 metrik tona ulaştığı görülse de zaman içerisinde bu rakamın giderek azaldığını söylemek mümkündür. Özellikle 2000'li yılların başından bu yana seçilen gelişmiş ekonomilerde kişi başına karbondioksit emisyonu miktarının azalan bir seyir izlemesi dikkat çekicidir. Yükselen piyasa ekonomilerinde, 1975 yılında 1,74 metrik ton civarında olan kişi başına düşen karbondioksit emisyonunun artan bir seyir izlediği ancak 1997 Asya krizinin etkisiyle biraz da olsa azaldığı görülmektedir. Krizin etkisinin geçmesiyle birlikte karbondioksit emisyonu miktarının giderek arttığı ve 2015 yılında yaklaşık 4 metrik tona ulaştığı anlaşılmaktadır.

### **Literatür Taraması**

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar incelendiğinde, ampirik olarak panel veri analizlerinin yoğun olduğu görülmektedir. Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma Grossman ve Krueger (1991) tarafından yapılmıştır. NAFTA ülkeleri için panel veri yöntemiyle ÇKE ilişkisi analiz edilmiştir. Çalışmada SO<sub>2</sub>, PM ve duman emisyonları temel hava kirleticileri olarak kullanılmıştır. Çalışmada N şeklinde bir ÇKE elde edilmiş ve PM ile gelir arasında ise azalan yönde bir ilişki bulunmuştur.

Selden ve Song (1994), ÇKE hipotezini test ettikleri çalışmalarında, kükürt dioksit, azot oksitleri ve karbon monoksit gibi hava kirliliği göstergeleri ile kişi başı gelir değişkenlerini kullanmışlardır. Söz konusu çalışmada, 2 düşük gelirli, 6 orta gelirli ve 22 yüksek gelirli olmak üzere 30 ülke gelire göre sınıflandırılmış ve panel veri yönteminden yararlanılmıştır. 30 ülkenin ÇKE hipotezine uygunluğu 1973-1975, 1979-1981 ve 1982-1984 olmak üzere 3 dönem için test edilmiştir. Kullanılan tüm kirlilik göstergeleri ile kişi başına gelir düzeyi değişkeni arasında ters “U” ilişkisi saptanmıştır.

Grossman ve Krueger (1995), 1991 yılında yaptıkları çalışmalarını genişletmiş, su kalitesi ile gelir düzeyi arasındaki ilişkiyi analiz ederek literatüre katkıda bulunmuşlardır. Kirlilik göstergesi olarak 14 farklı değişkenin kullanıldığı çalışmada 5 değişken için ters “U”, 6 değişken için “N” şeklinde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hamilton ve Turton (2002) çalışmalarında, 1982-1997 dönemi için OECD ülkelerinde ekonomik büyüme, sera gazı ve enerji yoğunluğu ilişkisini incelemişlerdir. Analiz neticesinde, sera gazı emisyonlarını azaltma fırsatlarının Almanya, İngiltere ve Japonya’da daha sınırlı olduğu, ABD, Kanada, Hollanda ve Avustralya’da daha fazla fırsat olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Apergis ve Payne (2010) çalışmalarında, Bağımsız Devletler Topluluğu’ndaki 11 ülkede 1992-2004 dönemi verilerini kullanarak karbondioksit emisyonu ile enerji tüketimi ve reel çıktı arasındaki nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Ampirik sonuçlar, Uzun dönemde enerji tüketiminin, CO<sub>2</sub> emisyonunu pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği göstermiştir. Ayrıca çalışmanın sonucunda, reel çıktının ÇKE hipotezinin öngördüğü şekilde ters “U” şeklini izlediği tespit edilmiştir. Ek olarak, uzun dönemde enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Jaunky (2011) yaptığı çalışmada, 1980-2005 dönemi için, yüksek gelirli 36 ülkede ÇKE hipotezini panel veri analizi yöntemi ile incelemiştir. Bulgularda; Yunanistan, İngiltere, Portekiz, Umman ve Malta ülkelerinde ÇKE hipotezinin desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, seçilmiş 36 ülke için panel sonucunda, ekonomik büyümedeki %1’lik artışın çevre kirliliğini uzun dönemde %0,22 arttırdığı bulgusu elde edilmiştir.

Adom vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, Afrika ülkeleri; Gana, Senegal ve Fas için karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme, sanayi yapısı ve teknik verimlilik arasındaki nedensellik ilişkisini kısa ve uzun dönem için incelemişlerdir. Analiz sonucunda, Fas’ta uzun dönem ilişkisinin tek yönlü olduğu, Gana ve Senegal’de ise çift yönlü olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ek olarak, Fas ve Gana’da ekonomik büyümenin karbondioksit salınımını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Farhani ve Rejeb (2012) çalışmalarında, ÇKE hipotezinin geçerliliğini 15 MENA ülkesinde 1973-2008 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmada enerji tüketimi,

karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi panel veri analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Panel birim kök, eş bütünleşme ve panel nedensellik testlerinin kullanıldığı çalışmada uzun dönemde ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu değişkeninden enerji tüketimi değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığına rastlanmıştır.

Aytun (2014) çalışmasında, beş farklı gelir gurubuna ayrılmış 83 ülkeyi 1981-2010 dönemi için incelemiştir. ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı incelenen bu çalışmada, Panel Fully Modified OLS yöntemi kullanılmış ve tahmin sonuçlarında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte tüm ülkeler bazında, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkinin “N” şeklinde olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Erataş ve Uysal (2014), BRICT ülkelerini 1992-2010 dönemi kapsamında inceledikleri çalışmalarında, gelir düzeyi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. ÇKE yaklaşımının sınındığı araştırmada, dinamik panel veri yönteminden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları, söz konusu ülkelerde seçilen dönemde ÇKE yaklaşımının geçerli olduğunu göstermiştir.

Heidari vd. (2015) çalışmalarında, 5 ASEAN ülkesi (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) için 1980-2008 dönemi verileri ile ÇKE hipotezi kapsamında, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Analizlerinde PSTR (Panel Smooth Transition Regression) yönteminden yararlanılmışlardır. Elde edilen bulgular, enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> artışına yol açtığını ve seçilmiş ASEAN ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

Özcan (2015), seçilmiş 4 yükselen piyasa ekonomisinde (Brezilya, Hindistan, Çin ve Türkiye) ÇKE hipotezini test ettiği çalışmasında, 1971-2008 dönemini incelemiştir. Çalışmasında ekonometrik yöntem olarak dinamik panel veri analizinden yararlanmıştır. Analizler sonucunda, uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden, karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ayrıca analizin panel sonuçları ÇKE hipotezini destekler niteliktedir.

Ergün ve Polat (2017) G7 ülkelerini inceledikleri çalışmalarında, 1980-2010 döneminde ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Panel veri yönteminden yararlandıkları analizlerinde, karbondioksit emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Yapılan tahminlerde, söz konusu ülkelerde, karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### **Veri Seti ve Metodoloji**

Çalışmada 1975-2016 dönemine ait yıllık veri seti kullanılmış, Türkiye de dahil olmak üzere toplam 13 yükselen piyasa ekonomisine ve 13 gelişmiş ekonomiye ait kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (G), kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın karesi (GG) ve kişi başına düşen Karbondioksit Emisyonu (C) değerleri panel veri setine uygun şekilde düzenlenmiştir. Oluşturulan modelde bağımlı değişken olarak kişi başına düşen Karbondioksit Emisyonu (C) kullanılmıştır.

Çalışmada bağımsız değişkenlerin karbondioksit emisyonunu ne yönde etkilediği ölçülmeye çalışılmıştır. Tablo 1.'de analizde kullanılan değişkenlere ve kaynaklarına yer



verilmektedir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin logaritması alınarak analize dahil edilmiş olup veriler Dünya Bankası (World Development Indicators) ve OECD (Country Statistical Profiles) veri tabanından elde edilmiştir.

**Tablo 1.** Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımlanması

Değişkenler	Açıklama	Veri Yıl Aralığı ve Kaynak
LC	Logaritmik Kişi Başına Düşen Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) Emisyonu (metrik ton)	Dünya Bankası, WDI OECD, Country Statistical Profiles 1975-2016
LG	Logaritmik Kişi Başına Düşen GSYİH (ABD \$)	Dünya Bankası, WDI OECD, Country Statistical Profiles 1975-2016
LGG	Logaritmik Kişi Başına Düşen GSYİH' nın Karesi (ABD \$)	Dünya Bankası, WDI OECD, Country Statistical Profiles 1975-2016

Ekonometrik analizde gelişmiş ülkeler ile yükselen piyasa ekonomileri karşılaştırılmıştır.

Tablo 2'de analize dahil edilen gelişmiş ülkelere, Tablo 3'te ise yükselen piyasa ekonomilerine yer verilmiştir.

**Tablo 2.** Analize Dahil Edilen Gelişmiş Ülkeler

Analize Dahil Edilen Gelişmiş Ülkeler			
1	Amerika Birleşik Devletleri	8	Norveç
2	Kanada	9	Finlandiya
3	Fransa	10	İspanya
4	İngiltere	11	İtalya
5	Hollanda	12	Portekiz
6	Danimarka	13	İrlanda
7	İsveç		

**Tablo 3.** Analize Dahil Edilen Yükselen Piyasa Ekonomileri

Analize Dahil Edilen Yükselen Piyasa Ekonomileri			
1	Brezilya	8	Filipinler
2	Çin	9	Malezya
3	Şili	10	Pakistan
4	Endonezya	11	Peru
5	Güney Afrika	12	Kolombiya
6	Hindistan	13	Meksika
7	Türkiye		

Araştırmada kullanılan model, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin öncü çalışmalarından olan Selden ve Song (1994)'un çalışmaları referans alınarak oluşturulduğundan, çalışmada kuadratik bir model kurulmuştur. Tablo 1. 'de gösterilen

ve logaritmik dönüşümleri yapılan değişkenlerle oluşturulan model Denklem 1’de gösterilmiştir:

$$LC_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it} LG + \beta_{2it} LGG + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

( $i = 1, \dots, 13$ ) ve ( $t = 1975, \dots, 2016$ )

Burada  $i$  birimleri, yani yatay kesit boyutunu,  $t$  ise zaman boyutunu ifade etmektedir. “C” kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu, “G” kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılayı, “GG” kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılanın karesini,  $\alpha_i$  sabit terimi ve  $\varepsilon_i$  hata terimini göstermektedir. Modeldeki tüm değişkenler oran olarak kullanılmıştır. (1) no.lu denklemin her ülke grubu için tahmini yapılmaktadır. Denklem (1)’i tahmin edebilmek için öncelikle homojenite ve yatay kesit bağımlılığı testleri yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre hangi panel birim kök, eşbütünleşme ve eşbütünleşme tahminci testlerinin yapılacağına karar verilecek (Çınar, 2010:594) ve seçilen yöntemlerle seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi araştırılacaktır.

Oluşturulan modelin muhtemel sonuçları şöyledir (Dinda, 2004: 440-441):

- $\beta_1 = \beta_2 = 0$  durumunda  $x$  ile  $y$  arasında bir ilişki yoktur.
- $\beta_1 > 0$  ve  $\beta_2 = 0$  durumunda  $x$  ile  $y$  arasında lineer (doğrusal) bir ilişki vardır. Yani  $x$  arttıkça  $y$  de artacaktır.
- $\beta_1 < 0$  ve  $\beta_2 = 0$  durumunda  $x$  ile  $y$  arasında ters bir ilişki vardır.
- $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  durumunda  $x$  ile  $y$  arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır. Yani Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımı geçerlidir.
- $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  durumunda  $x$  ile  $y$  arasında U şeklinde bir ÇKE ilişkisi vardır.

Enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığını test etmek amacıyla, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ilişkisini analiz etmeden önce modelde bağımsız değişken katsayısının homojenliği; Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Test ( $\Delta$  testi) ile incelenmektedir. Modelde kesitler arası bağımlılık olup olmadığına karar vermek için Breusch ve Pagan (1980) LM (Lagrange Multiplier) testi, CD (Cross Section Dependent) testi ve CDLM testi (Pesaran (2004)) ile Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen  $LM_{adj}$  (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier) testlerinden yararlanılmaktadır. Bu analizler sonucunda, güncel ikinci nesil panel birim kök testlerinden biri olan, kesitler arası bağımlılığı ve yapısal kırılmaları dikkate alan Fourier LM (Nazlıoğlu ve Karul, 2017) Birim Kök Testinden yararlanılmaktadır. Değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olup olmadığı ise Westerlund ve Edgerton (2008) ‘in yapısal kırılmaları dikkate alan eş bütünleşme testi kullanılarak analiz edilmektedir. Değişkenlerin uzun dönem katsayıları ise kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Correlated Effects) tahmincisi ile tahmin edilmektedir.

Analizde, seçilmiş 13 gelişmiş ekonomi ve 13 yükselen piyasa ekonomisinde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olup olmadığını diğer bir ifadeyle, enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığını inceleyebilmek amacıyla panel veri analizi yönteminden yararlanılarak ekonometrik analiz sonuçları ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin, zaman boyutunun yatay kesit boyutundan ( $T > N$ ) büyük olmasından dolayı analizde; katsayı homojenlik testi, yatay

kesit bağımlılığı testi, ikinci nesil panel birim kök testi, panel eş bütünleşme testi ve panel eş bütünleşme tahminçileri testlerini içeren dinamik panel veri yöntemi uygulanmaktadır

## Bulgular

### Katsayı Homojenlik Testi

Bu çalışmada, katsayıların homojenliğini test etmek için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Test (Delta test) kullanılmıştır. Homojenite testinde sıfır hipotezi  $H_0$ : Eğim katsayıları homojendir ve alternatif hipotez  $H_1$ : Eğim katsayıları heterojendir şeklindedir. Homojenlik testi, ülkelerden birinde gerçekleşen değişim ile diğer ülkelerin aynı düzeyde etkilenip etkilenmediğini test etmektedir. Bu bağlamda, ekonomik yapıları birbirinden farklı olan ülkeler için oluşturulan modellerde katsayıların heterojen olması; ekonomik yapıları benzer ülke grupları için oluşturulan modellerde ise katsayıların homojen olması beklenmektedir. Tablo 4'te gelişmiş ülkelere ve yükselen piyasa ekonomilerine ait serilerin katsayı homojenite test sonuçları yer almaktadır.

Test değerleri incelendiğinde eğim parametrelerinin homojen olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik yapıları birbirine yakın olan gelişmiş ekonomiler ve yükselen piyasa ekonomileri açısından sonuçlar tutarlılık göstermektedir. Başka bir deyişle, ülkelerden birinde gerçekleşen bir değişim ile diğer ülkelerin yaklaşık olarak aynı düzeyde etkilendiği bulgusu elde edilmiştir.

**Tablo 4.** Homojenite Test Sonuçları

Katsayılar	Gelişmiş Ekonomiler				Yükselen Piyasa Ekonomileri			
	$\beta_1$		$\beta_2$		$\beta_1$		$\beta_2$	
Testler	Test İst.	p-değeri	Test İst.	p-değeri	Test İst.	p-değeri	Test İst.	p-değeri
Delta Tilde	0.248	0.402	0.248	0.402	0.457	0.676	0.442	0.671
Delta Tilde <sub>adj</sub>	0.257	0.399	0.257	0.398	0.474	0.682	0.459	0.677

Delta testlerinde modelin homojen olduğu üzerine kurulu  $H_0$  hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde reddedilememektedir. Bu durum, seçilen ülke grubunda ekonomik büyümede meydana gelen bir değişikliğin, ülkelerde karbondioksit emisyonu üzerinde benzer etkiler doğurduğunu ortaya koymaktadır.

### Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Küreselleşmenin hızlanmasıyla birlikte dünyada, bir ülke ekonomisinde ortaya çıkan bir şokun diğer ülkeleri de etkilemesi söz konusudur. Bu durum, ampirik analizlerde yatay kesit bağımlılık "cross-section dependency" testleri ile belirlenebilmektedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığın bulunması durumunda, bu durumun göz önünde bulundurulması elde edilen analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Breusch ve Pagan, 1980). Ampirik bulgulara göre sıfır hipotezinin ( $H_0$ : "Kesitler arası bağımlılık yoktur") reddedilememesi, ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının olmadığını yani bir

ülkede ortaya çıkan makroekonomik bir şokun diğer ülkeleri etkilemediğini göstermektedir. Bu durumda modele birinci nesil panel birim kök testleri uygulamak gerekmektedir. Ancak, sıfır hipotezi reddedilir ve kesitler arası bağımlılığının olduğu tespit edilirse bu durumda da modele ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Baltagi, 2008:284). Bu anlamda, yatay kesit bağımlılığı testleri, serilerin birim kök içerip içermediğini, birinci nesil mi yoksa ikinci nesil testlerle mi sınamanın doğru olacağına karar vermeye olanak sağlamaktadır.

Değişkenlerde kesitlerarası bağımlılığı test etmek için Breusch ve Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD ve CDLM testleri ile Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen LMadj testi kullanılmıştır. Tablo 5.'te yatay kesit bağımlılığı test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 5'te yer alan yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre Ho hipotezi reddedilerek %1 anlamlılık düzeyinde kesitler arası bağımlılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuca göre, bir ülkede ortaya çıkan bir değişiklik diğer ülkeleri de etkilemektedir.

**Tablo 5. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları**

Testler	Gelişmiş Ekonomiler		Yükselen Piyasa Ekonomileri	
	İstatistik Değeri	p- değeri	İstatistik Değeri	p- değeri
CD <sub>lm1</sub> (BP,1980)	990.978***	0.000	551.199***	0.000
CD <sub>lm2</sub> (Pesaran, 2004)	73.097***	0.000	37.886***	0.000
CD <sub>lm3</sub> (Pesaran, 2004)	26.119***	0.000	1.984**	0.024
LM <sub>adj</sub> (PUY, 2008)	141.062***	0.000	105.740***	0.000

Not: “\*\*\*” işareti %1 ve “\*\*” işareti %5 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Kesitler arası bağımlılığı dikkate almamak, makro ekonomik şokların paneli oluşturan tüm ülkeleri etkilemediğini varsaymaktır. Ancak bu karşılaşılan bir durum değildir. Bu sebeple, bulguların etkinliği için kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Nazlıoğlu, 2010: 142).

#### **Panel Birim Kök Testi**

Yapısal kırılmalı birim kök testlerinin güvenilirliği için en önemli husus kırılma tarihlerinin, sayılarının ve formlarının isabetli bir şekilde önceden tespit edilebilmiş olmasıdır. Burada meydana gelebilecek güçlükler Fourier birim kök testleri ile aşılmaya çalışılmaktadır. Zira bu tip testler sadece sert kırılmalara değil kademeli (gradual) kırılmalara (yumuşak geçişlere) da izin vermektedir ve testin modellenmesi aşamasında kırılma formunun ve tarihlerinin önceden biliniyor olmasına gerek yoktur. Analiz sonuçları, ikinci nesil panel birim kök testlerini uygulamaya olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada uygulanan nihai test yöntemi de Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından ileri sürülen, kademeli geçişe ve kesitlerarası bağımlığa izin veren İkinci Nesil Panel Fourier LM tipi panel birim kök testidir (Fourier Panel LM). Söz konusu testin boş hipotezi “birim kök vardır” varsayımı üzerine kuruludur.

Testin sıfır hipotezi, “ $H_0$ : Birim kök içerir”; alternatif hipotezi ise “ $H_1$ : Birim kök içermez” şeklinde kuruludur. Tablo 6’da gelişmiş ekonomiler için LC, LG ve LGG değişkenlerinin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 6.** Gelişmiş Ekonomilerde LC, LG ve LGG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	LC			LG			LGG		
	Fourier tau LM <sub>1</sub> k=1	Fourier tau LM <sub>2</sub> k=2	Fourier tau LM <sub>3</sub> k=3	Fourier tau LM <sub>1</sub> k=1	Fourier tau LM <sub>2</sub> k=2	Fourier tau LM <sub>3</sub> k=3	Fourier tau LM <sub>1</sub> k=1	Fourier tau LM <sub>2</sub> k=2	Fourier tau LM <sub>3</sub> k=3
ABD	-0.537	-2.634	-2.239	0.811	1.846	2.514	0.773	1.829	2.513
Kanada	-1.704	-3.334	-3.029	-2.566	-1.221	-1.453	-2.569	-1.225	-1.450
Fransa	0.209	0.332	0.067	0.243	0.086	1.335	0.237	0.0824	1.331
İngiltere	-0.976	-1.034	-0.557	-0.257	-0.637	-1.160	-0.240	-0.615	-1.139
Hollanda	-2.171	-2.038	-3.522	-0.111	0.517	1.386	-0.129	0.504	1.366
Danimarka	-1.142	-1.504	-2.202	0.813	0.615	1.243	0.819	0.615	1.248
İsveç	-1.517	-0.751	-0.401	1.238	1.629	1.465	1.264	1.662	1.493
Norveç	-0.782	-1.127	-0.804	-2.630	-0.570	-0.168	-2.639	-0.575	-0.171
Finlandiya	-5.191	-4.178	-4.577	0.076	0.614	0.104	0.063	0.609	0.100
İspanya	-1.700	-3.315	-2.636	0.089	-0.314	-0.665	0.109	-0.307	-0.657
İtalya	-3.515	0.016	0.662	-0.466	-1.459	-1.639	-0.480	-1.477	-1.650
Portekiz	-1.968	0.773	1.180	0.801	-1.785	-2.012	0.795	-1.793	-2.027
İrlanda	-1.393	-0.466	0.302	0.560	1.361	0.374	0.560	1.369	0.381
<b>Panel Sonuçları</b>									
Z <sub>LM</sub> (İstatistik Değeri)	7.212	3.652	3.882	16.68	11.28	11.95	16.66	11.28	11.96
p- değeri	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Her üç değişken için  $H_0$  boş hipotezinin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, gelişmiş ekonomiler için

karbondioksit emisyonu LC, ekonomik büyüme LG, ekonomik büyümenin karesi olan LGG bağımsız değişkeni seviyede birim kök içermektedir.

Tablo 7’de yükselen piyasa ekonomileri için LC, LG ve LGG değişkenlerinin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 7.** Yükselen Piyasa Ekonomilerinde LC, LG ve LGG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	LC			LG			LGG		
	Fourier tau LM <sub>1</sub> k=1	Fourier tau LM <sub>2</sub> k=2	Fourier tau LM <sub>3</sub> k=3	Fourier tau LM <sub>1</sub> k=1	Fourier tau LM <sub>2</sub> k=2	Fourier tau LM <sub>3</sub> k=3	Fourier tau LM <sub>1</sub> k=1	Fourier tau LM <sub>2</sub> k=2	Fourier tau LM <sub>3</sub> k=3
Brezilya	-0.704	-0.733	-1.856	-0.882	-1.427	-1.148	-0.884	-1.427	-1.149
Çin	-3.003	1.479	1.695	0.726	1.380	2.950	0.724	1.367	2.938
Şili	-0.139	-0.666	-1.242	-1.630	-2.523	-1.798	-1.653	-2.535	-1.799
Endonezya	-2.188	-3.471	-2.236	-0.867	-0.408	-0.412	-0.874	-0.413	-0.417
Güney Afrika	-1.918	-1.572	-2.233	-1.257	-0.759	-1.249	-1.259	-0.758	-1.248
Hindistan	0.574	-1.789	-0.276	-1.610	1.091	0.441	-1.591	1.097	0.433
Türkiye	-1.263	-1.320	-0.412	-3.558	-1.343	-0.456	-3.558	-1.348	-0.459
Filipinler	0.556	-0.106	-2.036	-0.011	-0.142	0.379	-0.023	-0.145	0.378
Malezya	-1.946	-2.670	-0.810	-1.058	-1.591	-1.624	-1.035	-1.575	-1.609
Pakistan	-1.881	-0.583	-0.520	-1.662	0.079	-1.154	-1.674	0.067	-1.166
Peru	-0.840	-0.058	-0.197	1.169	0.3051	0.695	1.172	0.308	0.695
Kolombiya	-1.907	-4.142	-2.452	-2.994	-1.354	-1.008	-3.005	-1.357	-1.013
Meksika	-1.859	-3.858	-3.044	-0.897	-1.056	-1.100	-0.897	-1.055	-1.098
<b>Panel Sonuçları</b>									
<b>Z<sub>LM</sub></b> <b>(İstatistik Değeri)</b>	9.860	3.563	4.786	10.760	8.053	9.073	10.740	8.044	9.061
<b>p-değeri</b>	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Yükselen piyasa ekonomilerinde her üç değişken için  $H_0$  boş hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilemez sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, söz konusu

ülke grubu için LC bağımlı değişkeni, LG ve LGG bağımsız değişkeni seviyede birim kök içermektedir.

Her iki ülke grubunda bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermesi yapısal kırılmalı eş bütünleşme testlerinden biri olan Westerlund & Edgerton (2008) eş bütünleşme testinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır.

### **Panel Eş Bütünleşme Testi**

Yapısal kırılmaların dikkate alınması uygulanacak eş bütünleşme testlerinde sapmalı sonuçlar elde etmemek için oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışmada, paneldeki serilerin düzeyde birim kök içerdiği göz önüne alınarak, Westerlund ve Edgerton (2008)'un yapısal kırılmalı eş bütünleşme testi uygulanmaktadır. Bu test, Lagrange Multiplier (LM) temelli, (Schmidt ve Phillips (1992), Ahn (1993) ve Amsler ve Lee (1995)) birim kök testlerinden geliştirilmiş ve değişen varyans, serisel korelasyona da izin vermektedir. Öte yandan Westerlund ve Edgerton tarafından geliştirilen bu test sabit terimde ve eğimde (trend) her bir ülke için farklı tarihlerdeki kırılmalara da olanak sağlamaktadır. Tablo 8'de gelişmiş ülkeler ve yükselen piyasa ekonomileri üzerine uygulanan yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçlarına yer verilmektedir.

Gelişmiş ekonomiler için elde edilen  $Z_{\tau}(N)$  istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Benzer şekilde  $Z_{\phi}(N)$  istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Dolayısıyla her iki istatistik değerine göre karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Yükselen piyasa ekonomileri için elde edilen  $Z_{\tau}(N)$  istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Benzer şekilde  $Z_{\phi}(N)$  istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Sonuç olarak, her iki istatistik değerine göre karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Tablo 8'de aynı zamanda sabitte kırılma (level shift) ve rejim kırılması (regime shift) durumları için uygulanan panel eş bütünleşme testinin belirlediği her bir ülke için birer kırılma tarihi sunulmuştur.

**Tablo 8.** Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları (Westerlund & Edgerton, 2008)

	Gelişmiş Ekonomiler				Yükselen Piyasa Ekonomileri			
	Z <sub>r</sub> (N)		Z <sub>q</sub> (N)		Z <sub>r</sub> (N)		Z <sub>q</sub> (N)	
Model	İst. Değeri	p-değeri	İst. Değeri	p-değeri	İst. Değeri	p-değeri	İst. Değeri	p-değeri
Kırılmasız	-1.914**	0.027	-4.531***	0.000	-4.531***	0.000	-3.583***	0.000
Sabitte Kırılma	-0.453	0.325	-3.015***	0.001	-3.015***	0.001	-1.770**	0.038
Rejim Kırılması	-1.727**	0.042	-3.023***	0.001	-3.023***	0.001	-1.879**	0.030
Ülkeler	Kırılma Tarihleri			Ülkeler	Kırılma Tarihleri			
	Sabitte Kırılma		Rejim Kırılması		Sabitte Kırılma		Rejim Kırıl.	
ABD	2008		2008	Brezilya	1980		2008	
Kanada	1989		1989	Çin	2002		2002	
Fransa	1980		1978	Şili	1981		1981	
İngiltere	1979		2008	Endonezya	1997		1997	
Hollanda	1981		1981	Güney Afrika	1989		2002	
Danimarka	1995		1995	Hindistan	2009		2011	
İsveç	2009		2009	Türkiye	2000		2000	
Norveç	1989		1989	Filipinler	1983		1983	
Finlandiya	2004		2004	Malezya	1994		1994	
İspanya	2008		2008	Pakistan	1979		1979	
İtalya	2008		2008	Peru	2008		2008	
Portekiz	1988		1988	Kolombiya	1998		1998	
İrlanda	1978		1978	Meksika	1989		1982	

Not: “\*\*\*” işareti %1, “\*\*” işareti %5 ve “\*” işareti %10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Uygulanan yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçlarına göre Türkiye’de 2001 krizinin etkisi görülmektedir. Ek olarak Malezya ve Endonezya’da Doğu Asya mali krizinin etkilerine rastlanırken, Peru ve Brezilya’da 2008 küresel finans krizinin etkileri görülmektedir. Benzer şekilde gelişmiş ekonomilerinden 5 ülkede de (ABD, İngiltere, İsveç, İspanya ve İtalya) 2008 küresel finans krizinin etkisine rastlanmaktadır.

#### Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmini

Eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra eşbütünleşme katsayıları, kesitler arası bağımlılığı dikkate alan, katsayılar da heterojenite tespit edildiği durumlarda da kullanılabilen ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Correlated Effects) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. CCE tahminci testleri, bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermediği ya da birinci dereceden eşbütünleşik olduğu durumlarda tutarlılık göstermektedir (Gazel, 2016:48). CCE modeli hem T>N durumunda hem de N>T olduğunda kullanılabilir. Yatay kesit bağımlılığına izin verilmekte olan modelde kullanılan değişkenlerin aynı ya da farklı durağanlık derecesinde analiz edilebilmesi mümkün olmaktadır (Pesaran vd., 2008: 50).



Panelin geneli için geçerli olan eşbütünleşme katsayısı ise uzun dönem eşbütünleşme parametreleri Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCEMG yöntemi ile hesaplanmaktadır. Eşbütünleşme, CCE ile tahmin edilmekte ve değişkenlerin eşbütünleşme katsayılarının tahmin sonuçları Tablo 9 ve Tablo 10'da yer almaktadır.

**Tablo 9.** Gelişmiş Ekonomiler Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE)

	LC=f(LG)			LC=f(LGG)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
<b>CCE</b>	0.278***	0.096	0.004	-0.139***	0.048	0.004
<b>Ülke Sonuçları</b>						
ABD	-0.085**	0.034	0.013	-0.042**	0.017	0.013
Kanada	0.062	0.061	0.313	0.031	0.030	0.313
Fransa	0.168**	0.081	0.039	-0.084**	0.041	0.039
İngiltere	-0.082	0.071	0.249	-0.041	0.035	0.249
Hollanda	0.533***	0.091	0.000	-0.266***	0.045	0.000
Danimarka	0.767***	0.232	0.001	-0.383***	0.116	0.001
İsveç	0.582***	0.148	0.000	-0.291***	0.074	0.000
Norveç	0.852***	0.210	0.000	-0.426***	0.105	0.000
Finlandiya	0.086	0.113	0.449	0.043	0.056	0.450
İspanya	-0.208	0.174	0.231	0.104	0.087	0.231
İtalya	0.200***	0.049	0.000	0.100***	0.024	0.000
Portekiz	0.593***	0.182	0.001	0.291***	0.091	0.001
İrlanda	0.163**	0.075	0.031	-0.082**	0.038	0.031

\*, \*\*, \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 9'da yer alan eş bütünleşme katsayı tahmini sonuçlarına göre, gelişmiş ekonomilerde kişi başına düşen gelirdeki %1'lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.278 arttırken; kişi başına düşen gelirin karesinde %1'lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.139 azaltmaktadır. Bu sonuçlara göre, gelişmiş ekonomilerde ÇKE yaklaşımının geçerli olduğu, yani ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters "U" ilişkisinin bulunduğu dolayısıyla enerjide sürdürülebilirliğin sağlandığı görülmektedir.

**Tablo 10.** Yükselen Piyasa Ekonomileri Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE)

	LC=f(LG)			LC=f(LGG)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
<b>CCE</b>	0.310***	0.102	0.002	0.155***	0.051	0.002
<b>Ülke Sonuçları</b>						
Brezilya	0.008	0.065	0.897	0.003	0.032	0.897
Çin	0.198***	0.057	0.001	0.099***	0.028	0.001

Şili	0.204**	0.095	0.033	0.110**	0.047	0.033
Endonezya	-0.204*	0.112	0.068	-0.102*	0.056	0.063
Güney Afrika	0.334***	0.076	0.000	0.167***	0.038	0.000
Hindistan	0.091	0.086	0.291	0.045	0.043	0.291
Türkiye	0.023*	0.068	0.072	0.011*	0.034	0.080
Filipinler	0.927***	0.231	0.000	0.217***	0.115	0.000
Malezya	0.847***	0.114	0.000	0.313***	0.057	0.000
Pakistan	0.901***	0.244	0.000	0.443***	0.122	0.000
Peru	0.444**	0.177	0.012	0.222**	0.088	0.012
Kolombiya	0.132	0.123	0.285	0.066	0.061	0.271
Meksika	0.172***	0.053	0.001	0.086***	0.026	0.001
*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.						

Tablo 10.'da yer alan eş bütünleşme katsayı tahmini sonuçlarına göre, yükselen piyasa ekonomilerinde kişi başına düşen gelirdeki %1'lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.310 arttırırken; kişi başına düşen gelirin karesinde %1'lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.155 arttırmaktadır. Dolayısıyla, yükselen piyasa ekonomilerinde ÇKE yaklaşımının geçerli olmadığı, yani ekonomik büyüme-çevre kirliliği arasında ters "U" ilişkisinin bulunmadığı ve enerjide sürdürülebilirliğin sağlanamadığı görülmektedir.

### Sonuç

Sanayileşmekte olan ülkelerde ekonomik karar birimleri, yüksek oranda büyüme ve gelir artışını sağlayabilmek adına sanayileşmenin yol açtığı çevresel bozulmaları dikkate almamaktadırlar. Ekonomik büyüme, özellikle hava kirliliği ve çevresel bozulma yoluyla doğaya zarar vermekte, çevresel bozulma ise ekonomik gelişmenin maliyetini arttırmakta ve toplumun yaşam kalitesini düşürmektedir. Düzenlenen anlaşmalar yoluyla küresel tedbirlere başvurulmakta ve enerji ihtiyacının fosil yakıtlar ile giderilmesi sonucu ortaya çıkan sera gazları salınımının düşürülmesi hedeflenmektedir. Dolayısıyla, ekonomik karar birimlerinin, enerji politikalarına yön verirken çevresel sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bu çalışmada, 1975-2016 yılları arasında 13 gelişmiş ülke ile 13 yükselen piyasa ekonomisi için enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığı, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi yardımı ile araştırılmıştır. ÇKE hipotezinin ortaya koyduğu ekonomik büyüme – çevre kirliliği ilişkisi panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir.

Gelişmiş ekonomilerin edilen sonuçlar doğrultusunda ÇKE hipotezinde söz edilen dönüm noktasını yakaladığı ve enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağladığı ifade edilebilir. Yükselen piyasa ekonomilerinin ise ÇKE hipotezinde söz edilen dönüm noktasını yakalayamadığı ve dolayısıyla enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığı görülmektedir.

Gelişmiş ekonomilerin, gelir düzeyleri yüksek olması sebebiyle çevre ile uyumlu, bilgi ve teknolojiye dayalı enerji üretim yöntemlerine yöneldiği görülmektedir. Bu ülkeler, özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranını arttırmakta ve atık yönetimi konusunda yeni politikalar geliştirmektedirler. Gelişmiş

ülkelerde uygulanan sıkı çevreci politikalar ve karbon vergisi gibi uygulamalar karbondioksit emisyonunun azalmasına sebep olmaktadır. Söz konusu ülkeler sanayi toplumundan bilgi ve teknoloji toplumuna geçiş yaparken; yükselen piyasa ekonomileri sanayi yoğun üretim yapmaya ve karbondioksit emisyon oranlarını hızla arttırmaya devam etmektedir. Enerji vergileri de çevre kirliliğini azaltmayı teşvik eden önemli bir unsurdur. Hollanda, Norveç, İsveç gibi birçok gelişmiş ülke yenilenebilir enerji üretimini artırmak için yenilenebilir enerji kaynaklarını vergi kapsamı dışında tutmakta ya da vergi indirimine gitmektedirler (Uğur, 2014:349).

Yükselen piyasa ekonomilerinin özellikle düşük gelir düzeyleri nedeniyle bilgi ve teknoloji odaklı, çevre ile uyumlu enerji üretimi gerçekleştirmediği ve fosil yakıt ağırlıklı üretim nedeniyle karbondioksit emisyon oranlarını hızla arttırdığı görülmektedir. Söz konusu ülkelerin enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılamaları, üretimlerinde çevre dostu kaynaklar yerine kömür gibi karbondioksit salınımı yüksek olan enerji kaynaklarını tercih etmeleri, enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanamaması, yenilenebilir enerji kullanımı için gerekli olan teknolojik gelişmeler için ar-ge harcamalarına gerekli önemin verilmemesi, şebeke altyapısından verimli bir şekilde faydalanamama, verimsiz vergi toplama yöntemleri gibi sebeplerle enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığı ifade edilebilir.

Enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, sıkı çevre politikaları, vergiler ile karbondioksit emisyonunun düşürülerek fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması amacıyla gerekli teşviklerin ve teknolojik yatırımların desteklenmesi gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Adom, P. K., Bekoe, W., Amuakwa-Mensah, F., Mensah, J. T., ve Botchway, E. (2012). Carbon dioxide emissions, economic growth, industrial structure, and technical efficiency: Empirical evidence from Ghana, Senegal, and Morocco on the causal dynamics. *Energy*, 47(1), 314-325.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: evidence from the commonwealth of independent states. *Energy policy*, 38(1), 650-655.
- Aytun, C. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Panel veri Analizi. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (44).
- Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- BP. (2018). Coal, Statistical Review World Energy, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/coal.html#coal-production/> (20.12.2018)
- Breusch, T. S., ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1), 239-253.
- Çağlar, A. E. ve Mert M.(2017). Türkiye'de çevresel Kuznets Hipotezi ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon salımı üzerine etkisi: Yapısal kırılmalı eşbütünleşme yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 21-38.

- Çınar, S. (2010). OECD Ülkelerinde Kişi Başına GSYİH Durağan mı? Panel Veri Analizi. Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 29(2): 591-601.
- Çukurçayır, M. A., ve Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (20), 257-278.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. Ecological Economics, 49(4):431-55.
- Ediger, V. Ş. (2009). Türkiye'nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi. TÜBA, Günce, 39, 18-25.
- Erataş, F. ve Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının "Brict" Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *Istanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1).
- Ergün, S., ve Polat, M. A. (2017). G7 Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 5(2):257-272.
- Farhani, S., ve Ben Rejeb, J. (2012). Energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from panel data for MENA region. International Journal of Energy Economics and Policy (IJEEP), 2(2), 71-81.
- Grossman, G. M., ve Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement (No. w3914). National Bureau of Economic Research.
- Grossman, G.M. ve Krueger, A.B. (1995). Economic Growth And The Environment, *The quarterly journal of economics*, 110(2):353-377.
- Hamilton, C., ve Turton, H. (2002). Determinants of emissions growth in OECD countries. *Energy Policy*, 30(1), 63-71.
- Heidari, H., Katircioğlu, S. T., ve Saeidpour, L. (2015). Economic growth, CO2 emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 64, 785-791.
- Jaunky, V.C. (2011). The CO2 emissions-income nexus: evidence from rich countries. *Energy Policy*, 39(3):1228-1240.
- Keleş, R., ve Hamamcı, C. (1993). Çevre bilimi, İmge Kitabevi. *Baskı, Ankara*.
- Nazlıoğlu, Ş. (2010). Makro iktisat politikalarının tarım sektörü üzerindeki etkileri: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir karşılaştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi, TC Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Nazlıoğlu, S., ve Karul, C. (2017). "Panel LM Unit Root Test With Gradual Structural Shifts", 40th International Panel Data Conference, July 7-8, 2017, Thessaloniki-Greece, ss. 1-26.
- Özcan, B. (2015). ÇKE hipotezi yükselen piyasa ekonomileri için geçerli mi? Panel veri analizi. Doğu Üniversitesi Dergisi, 16 (1):1-14.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M. H., Ullah, A., ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Pesaran, M. H., ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Saatçi, M., ve Dumrul, Y. (2011). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel kuznets eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmali eş-bütünleşme yöntemiyle

tahmini. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (37), 65-86.

Selden, T. M., ve Song, D. (1994). Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and management*, 27(2), 147-162.

Uğur, S. (2014). Sera Gazı Emisyonlarının Azaltımında Karbon-Enerji Vergilerinin Rolü. *FSM İlmî Araştırmalar İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, (3), 341-358.

Westerlund, J., ve Edgerton, D. L. (2008). A simple test for cointegration in dependent panels with structural breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(5), 665-704.

WWF., 2011. Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye. WWF Raporu. [http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr\\_yenilenebilirenerjigelecegive\\_turkiye.pdf](http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr_yenilenebilirenerjigelecegive_turkiye.pdf).

Yandle, B., Bhattarai, M., ve Vijayaraghavan, M. (2004). Environmental Kuznets curves: a review of findings, methods, and policy implications.