

GELİŞEN ÜLKELERDE ÇEVRESEL BOZULMA, GELİR VE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİSİ*

Cengiz AYTUN¹
Cemil Serhat AKIN²
Neşe ALGAN³

Özet

Günümüzde özellikle gelişen ülkelerde çevre kirliliği insan yaşamını tehdit etmektedir. Çevresel kalite ise insan refahının en önemli kaynaklarından birisidir. Bu nedenle çevresel bozulma, gelir düzeyi ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi anlamamanın önemi sürekli artmaktadır. Çalışmanın amacı gelişen ülkelerde karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisinin doğasını araştırmaktır. Bu amaçla Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi, 10 gelişen ülke ve 1980-2010 dönemi için test edilmiştir. İstatistiksel göstergeler Dünya Bankasının, dünya kalkınma göstergeleri veri tabanından bir araya getirilmiştir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin testinde IPS birim kök, Pedroni eşbütünleşme ve FMOLS tahmin metodları kullanılmıştır. Elde edilen bulgular ilk olarak enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif işaretli ve anlamlı etkisi olduğuna işaret etmektedir. İkinci olarak bulgular çevresel bozulmanın Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinde öne sürüldüğü üzere ters U şeklinde bir patika izlediğini göstermektedir. Bu durum gelişen ülkeler için gelir düzeyinin büyümesi ile çevre kirliliğinin azalacağını öne süren politikaları onaylamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji tüketimi, gelir, çevresel bozulma, gelişen ülkeler, çevresel Kuznets eğrisi.

Jel Sınıflandırılması: C33, O13, Q43

THE NEXUS BETWEEN ENVIRONMENTAL DEGRADATION, INCOME AND ENERGY CONSUMPTION IN EMERGING COUNTRIES

Abstract

Today, especially in developing countries, environmental pollution threatens human life. Environmental quality is one of the most important sources of human welfare. Therefore, it is becoming increasingly important to understand the relationship between environmental degradation, income and energy consumption. The aim of this study is to investigate the nature of relationships among the carbon dioxide emissions, economic growth and energy consumption for emerging economies. For this purpose, Environmental Kuznets Curve hypothesis have been tested for 10 emerging economies for the years from 1980 to 2010. Data were brought together from the World Bank development indicators database. In order to test of Environmental Kuznets Curve hypothesis IPS panel unit root, Pedroni panel cointegration and FMOLS estimation methods are used. Results indicate that energy consumption has a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. The findings also show that CO₂ emissions follow an inverted U-shape pattern associated with the Environmental Kuznets Curve hypothesis. This situation validates the policies which assert that environmental pollution decreases with income growth.

Key Words: Energy Consumption, Income, Environmental Degradation, Emerging Countries, Environmental Kuznets Curve

Jel Classification: C33, O13, Q43

* Bu çalışma Uluslararası Avrasya Ekonomileri Konferansında (Macaristan, Kaposvár, 29-31 Ağustos 2016) bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Doç. Dr. Çukurova Üniversitesi, Kozan MYO, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü / Adana (cengiza@cu.edu.tr)

² Doç. Dr. Mustafa Kemal Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü / Hatay (csakin@mku.edu.tr)

³ Doç. Dr. Çukurova Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü / Adana (nalgan@cu.edu.tr)

GİRİŞ

Gelişmiş ya da gelişmekte olan bütün ülkeler için enerji vazgeçilmez bir üretim girdisi olup bir taraftan üretime katkı sağlarken diğer taraftan da ekonomik gelişmeyi de desteklemektedir (Uçan-Arıcioglu vd, 2014). Ancak, enerji kullanımının bu katkıları ile birlikte çevresel bozulmaya neden olduğu göz ardı edilmemelidir. Ekonomik gelişme sürecinde enerji ve doğal kaynaklara olan talebin artması çevresel bozulmanın en büyük sebeplerinden biridir. Ekonomik gelişme ve çevre ilişkisi üzerine yapılan çalışmaların önemli bir bölümünde Çevresel Kuznets Eğrisi(ÇKE)nden yararlanıldığı, kullanılan yöntemlerin de benzerlikler gösterdiği görülmektedir.

S. Kuznets (1955) çalışmasında, ülkelerin kalkınma sürecinde başlangıçta kalkınma ile birlikte gelir eşitsizliğinin artacağını, ancak ileriki aşamalarda ekonomik gelişme devam ettikçe gelir eşitsizliğindeki artma eğiliminin duracağını ve sonrasında ise azalacağına vurgu yapmaktadır. Kişi başına gelirden hareketle kalkınma sürecinde büyüme ve gelir eşitsizliği arasında önce artan sonra azalan bir eğilim gösteren eğri ters U şeklinde olup “*Kuznets Eğrisi*” olarak literatürde yerini almıştır. Söz konusu ilişkinin geçerliliği çeşitli çalışmalarda ampirik olarak sorgulanmıştır. Genel olarak literatürde ters U şeklindeki ilişkinin varlığı yönünde bir uzlaşma sağlandığı görülmekle birlikte ilişkinin olmadığı yönünde de sonuçların bulunduğu görülmektedir (Morrison, 1999; Schultz, 1998; Fields-Jakupsen,1993; Williamson, 1997). Kuznets’in yapmış olduğu çalışma, gelir ile kalkınma bileşenlerinden gelir dağılımı hakkında çıkarsamalar yapılmasına imkân sağlarken, kalkınma iktisadına yapmış olduğu katkı bununla sınırlı kalmamıştır. Özellikle çevresel kalitenin sürdürülebilmesi için Kuznets eğrisi sık sık çalışmalara ilham kaynağı olmuştur. Standart Kuznets Eğrisindeki gelir dağılımı eksenini, çevresel bozulma (kirlenme) ile yer değiştirdiğinde yeni eğri Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) olarak adlandırılmaktadır.

1980’li yıllarla birlikte ülkelerin ekonomik büyüme performanslarına bağlı olarak enerji tüketimleri de artmış, bu durum küresel ısınma sorununa dikkatleri çekmiştir. Ekonomik büyümenin çevre üzerine etkilerinin ilgi odağı haline gelmesi konuyla ilgili yapılan çalışmaların da hızla artmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalar yenilenebilir enerji kaynakları yerine özellikle petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanılması, orman yangınları, ev ve tesislerden çıkan dumanlar vb. küresel ısınmaya neden olduğunu göstermektedir. Birincil enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanımı özellikle CO₂ gazının salınımına neden olmaktadır. CO₂ gazı toplam sera gazı emisyonunun %60’ını oluşturmaktadır (IEA, 2013). CO₂ düzeyindeki artışının önde gelen nedeni, özellikle üretim sürecinde kullanılan enerji miktarındaki artışlardır.

Ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki etkileşim daha çok ÇKE hipotezi aracılığı ile kurulmaktadır. Bu eğrinin oluşumunda üç ayrı etkileşim mekanizması işlemektedir. Bunlar ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknoloji etkisidir (Brock-Taylor, 2004). Ölçek etkisi ile artan üretim hacmi daha fazla enerji ihtiyacı doğurmaktadır. Özellikle az gelişmiş toplumlarda üretim miktarındaki artış birincil amaç olmaktadır. Bu amaçla artan enerji tüketimi fosil yakıt tüketimini artırmakta ve fosil yakıt tüketimi de CO₂ salınımını artırarak çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Kompozisyon etkisinde; üretilen ürünlerin kompozisyonunda yapılan değişikliklere dikkat çekilmektedir. Ülkeler gelişmenin ilk aşamalarında çevreye daha çok zarar veren ürünleri üretmektedirler. Belirli bir gelir düzeyinden sonra toplumsal bilinç artmaktadır. Temiz bir çevre yaşam kalitesinin önemli unsurlarından biri olarak algılanmaya başlanmaktadır. Bu süreçte özellikle sivil toplum örgütleri tarafından yapılan baskılar sonucu ülkenin üretim kompozisyonu daha az çevre kirlenmeye kaymaktadır. Teknoloji etkisinin ise çevresel bozulma üzerine beklenen etkisi negatiftir (Kumbaroglu-Karali vd, 2008). Teknolojik gelişmelerle birlikte doğal kaynaklar yerine kullanılabilir yapay ürünler üretilmekte ve üretim sonrası oluşan çevresel atıklar doğaya daha az zararlı biçimde imha edilebilmektedir. Teknolojik ilerleme ve etkin kaynak kullanımı çevresel bozulmayı azaltabilmektedir (Ma-Stern, 2007).

Günümüzün ekonomik politikaları, büyüme odaklı oluşturulmakta ancak yaratılan gelirin bölüşümü konusunda önerilerde bulunmamaktadır. Artan gelirin uzantısı olarak refah düzeyi yükselen ülkelerde temiz teknoloji kullanımı yaygınlaşmakta, çevresel duyarlılık artmakta iken, çevresel tahribat yaratan sektörlerde üretimlerini ve ihracatlarını artırmaya yönelik gelişmekte olan

ülkelerin çevresel zararları artmaktadır. Aynı zamanda gelişmiş ülkelerde tüketicilerin çevre duyarlılıklarında, çevreye ilişkin yasal düzenlemelerin sayısında ve yaptırımlarda da artış gözlenmektedir. Bu gelişmeler çevresel tahribat yaratan sanayilerin maliyetlerinde artış yaratarak bu sanayilerin gelişmiş ülkelerde faaliyetlerini önemli ölçüde sınırlamaktadır. Ancak bu sanayiler için çevre konusunda yasal düzenlemelerin çok sıkı uygulanmadığı gelişmekte olan ülkeler cazip bir ortam yaratmakta ve gelişmiş ülkeler üretim tesislerini gelişmekte olan ülkelere taşımaktadır. Gelişen ülkelerde bu sanayi kolları için kirlilik sığmağı haline gelmesi literatürde “*kirlilik sığmağı (ya da kirlilik cenneti) hipotezi*” (Pollution Haven Hypothesis) olarak yer almaktadır. Gelişmiş ülkeler çevresel bozulmaya sebebiyet veren tesislerini doğrudan yabancı sermaye yatırımı şeklinde gelişmekte olan ülkelere taşıyarak kirlilik cennetleri yaratmaktadır (Chew, 2009). Gelişmekte olan ülkeler aleyhine oluşan bu gelişmelerin bu ülkelerin çevresel bozulma sürecine yoğun bir şekilde maruz kalmalarına neden olması, bu ülkelerde uygulanacak çevre politikalarının önemini daha da arttırmaktadır.

Çalışmanın uygulama bölümünde yatay kesit ve zaman serisine ilişkin enformasyonu birleştiren panel veri analizi yöntemi tercih edilmiştir. Panel veri analizi yöntemi sayesinde ortaya konulan bulgular zamana ve ülkelere özgü etkileri dikkate almaktadır (Kennedy, 2006). Analiz sürecinde LLC (Levin-Lin vd, 2002) ve IPS (Im-Pesaran vd, 2003) birim kök testleri uygulanmış, eşbütünleşme testinde Pedroni'nin (1999; 2004) yöntemi takip edilmiştir. Modelin tahmininde FMOLS tahmincisi (Pedroni, 2000) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular çerçevesinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin incelenen gelişmekte olan ülkeler için geçerli olduğunu desteklemektedir. Aynı zamanda enerjiye olan talebindeki artışın çevresel bozulmayı artırdığı, üretim sürecinde ihtiyaç duyulan enerji ihtiyacının özellikle birincil enerji kaynağı olan fosil yakıtlarla karşılandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin bu ülkeler açısından hayati bir önem taşıdığını da desteklemektedir. Çalışmanın sonraki bölümünde ilgili literatürde yapılmış çalışmalar, üçüncü bölümde analize dâhil edilen veriler ve model, dördüncü bölümde ise kullanılan metot hakkında bilgiler yer almaktadır. Çalışma bulguların yer aldığı bölümü takiben sonuç bölümü ise genel değerlendirme çerçevesinde politika önerileri ile sonlandırılacaktır.

I. LİTERATÜR

Literatürde Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin test edilmesinde Denklem 1'deki model yaygın olarak kullanılmaktadır. Söz konusu model formuna kirliliğe sebep olan çok çeşitli faktörler dâhil edilebilmektedir.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{i,t} + \beta_2 x_{i,t}^2 + \beta_3 z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Denklem 1'deki i ve t sırası ile ülkeleri ve zaman indislerini ifade etmektedir. y çevresel bozulmayı temsil eden bir göstergiyi, x geliri, z ise çevresel bozulmaya sebep olan diğer değişkenleri temsil etmektedir (Aytun, 2014a). Dinda (2004). Çevre ile gelir arasındaki olası ilişki biçimlerini β katsayılarının anlamlılığına göre sınıflandırmaktadır. Buna göre $\beta_1 = \beta_2 = 0$ ise x ile y arasında ilişki yoktur. $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = 0$ ise x ile y arasında monoton artan bir fonksiyonel ilişki vardır. $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = 0$ ise x ile y arasında monoton azalan bir fonksiyonel ilişki vardır. $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ ise x ile y arasında (ÇKE hipotezini destekler nitelikte) ters U şeklinde bir fonksiyonel ilişki vardır. $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 > 0$ ise x ile y arasında U şeklinde bir fonksiyonel ilişki vardır.

Fonksiyonel yapıya ilişkin ampirik literatür incelendiğinde uygulanan yöntem, zaman dilimi ve ülke gruplarına göre bulguların farklılaştığı göze çarpmaktadır. ÇKE hipotezinin Grossman ve Krueger (1991) tarafından ilk defa test edilmesinden bu güne bilim dünyasının çevreye duyarlılığı daha da artmıştır. Bu duyarlılığın bir sonucu olarak ÇKE hipotezi çeşitli faktörler de modele dâhil edilerek yaygın olarak test edilmektedir (Aytun, 2014a). Ampirik literatür incelendiğinde panel veri analizine ilişkin araç seti geliştikçe tek ülkeli çalışmalardan ziyade panel veri analizine bir yöneliş

olduğu görülmektedir. Tablo 1’de ÇKE hipotezinin testine ilişkin yapılmış çalışmalardan seçilmiş örnekler sunulmaktadır.

Tablo 1. Çevresel Kuznets Eğrisini Test Eden Seçilmiş Ampirik Çalışmalar

Çalışma	Metot	Coğrafi-Zaman Boyutu	Sonuç
Holtz-Eakin-Selden (1995)	Panel sabit etkiler	130 ülke 1951-1986	Monoton artan eğri
Galeotti-Lanza (2005)	Lineer ve log-lineer modellerin karşılaştırılması	108 ülke 1971-1995	Ters U şeklinde eğri
Richmond-Kaufman (2006)	Panel birim kök, Pedroni eşbütünleşme, Panel sabit ve rassal etk.	36 ülke 1973-1997	ÇKE hipotezi geçersiz.
Ang (2007)	ARDL sınır testi, VECM	Fransa 1960-2000	Ters U şeklinde eğri
Apergis- Payne (2010)	Panel birim kök, Pedroni eşbütünleşme, Panel FMOLS ve VECM	Bağımsız devletler topluluğu 1991-2005	Örnekleme göre sonuçlar değişmektedir
Jalil-Mahmud (2009)	ARDL sınır testi ve VECM	Çin 1975-2005	Ters U şeklinde eğri
Lean-Smyth (2010)	Johansen Fisher panel eşbütünleşme, VECM	ASEAN üyesi 5 ülke 1980-2006	Ters U şeklinde eğri
Wang-Zhou vd. (2011)	Panel birim kök, Pedroni eşbütünleşme, Panel FMOLS ve VECM	Çin’de 28 il 1995-2007	U şeklinde eğri
Özcan (2013)	Panel için yatay kesit bağımlılık ve heterojenliği göz önünde bulunduran birim kök, eşbütünleşme, FMOLS ve VECM	12 orta doğu ülkesi 1990-2008	Ülkelere göre sonuçlar değişmektedir
Aytun (2014a)	Panel birim kök, Pedroni eşbütünleşme, Panel FMOLS	5 ayrı gelir gurubunda 83 ülke 1981-2010	ÇKE hipotezi geçersiz.
Akın (2014)	Panel sabit etkiler, rassal etkiler tahmincileri ile model tahmini	BRICS ülkeleri 2001-2011	Ters U şeklinde eğri
Aytun (2014b)	Panel birim kök, Pedroni eşbütünleşme, Panel FMOLS ve VECM	10 Gelişen Ülke – 1971-2010	Ters U şeklinde eğri
Erataş-Uysal (2014)	Panel, Westerlund ECM Panel Eşbütünleşme	BRIC 1992-2010	ÇKE eğrisi N şeklinde
Narayan (2010)	Panel eşbütünleşme ve Panel Uzun dönem tahmin teknikleri	43 gelişmekte olan ülke 1980-2004	Ülkelerin %35’inde ÇKE geçerli.
Robalino-Lopez, vd. (2015)	Eşbütünleşme Teknikleri	Venezuela 1980-2025	ÇKE hipotezi geçersiz.
Li-Yan vd. (2016)	PST Regresyon modeli	Çin -30 Eyalet 1997--2010	CO ₂ için ÇKE geçersiz. SO ₂ için ÇKE geçerli.

Kaynak: Wang-Zhou vd. (2011); Aytun (2014a)

Öncü çalışmalar ele alındığında bu çalışmaların çevresel bozulmaya sadece gelir düzeyinin etkilerini hesaba kattığı görülmektedir (Galeotti-Lanza, 2005; Holtz-Eakin-Selden, 1995; Richmond-Kaufmann, 2006). Sonraki dönem araştırmalarda gelir düzeyine ek olarak açıklayıcı değişken olarak enerji tüketiminin de kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Narayan-Narayan, 2010; Omri, 2013). Son dönemlerdeki bazı çalışmalar ise çevresel bozulmaya kurumsal faktörleri de dahil etmeye başlamıştır. Akın (2014) BRICS ülkeleri için yapmış olduğu uygulamada özellikle kurumsal kalitenin çevresel bozulmaya etkilerini araştırmıştır. Elde ettiği bulgulara ters U biçimindeki Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini desteklerken, kurumsal kalite ile çevresel bozulma arasında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Finansal serbestleşme CO2 salınımını negatif yönde, kişi başına düşen gelirin, dış ticarete serbestliğinin ve enerji tüketiminin artması ise çevresel bozulmaya pozitif yönde etki etmektedir. Devletin üretim sürecinde müdahil olarak yaratılan negatif dışsallıkları firmalara yüklemesi firmaları çevreye duyarlı daha yüksek teknolojiler kullanmaya zorlamakta, bu sayede kaynakların daha etkin kullanımı çevresel bozulmanın daha az gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır (Lee-Kim 2009).

Aytun (2014b) alandaki önceki araştırmalardan farklı olarak değişik eğitim düzeylerinin CO2 emisyonuna etkisini araştırmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular ÇKE hipotezinin gelişen ülkeler grubu için geçerliğine işaret etmektedir. Farklı seviyelerdeki eğitimin çevresel kaliteye etkisi de ÇKE hipotezini destekler niteliktedir. Bulgulara göre orta seviyedeki eğitimin artması CO2 salınımı ile pozitif ve anlamlı bir ilişki içerisinde iken, üniversite düzeyindeki eğitimin artması CO2 salınımı ile negatif ve anlamlı bir ilişki içerisinde dir. Bulgular ülkelerin gelişme süreçlerinin ileri aşamalarında yükseköğrenim düzeyinin artacağını, artan eğitim ve çevre bilincinin çevresel bozulmayı azaltabileceğini ima etmektedir.

Ekonometrik yöntemlerdeki gelişmeler ÇKE hipotezinin de tekrar bu yöntemlerle test edilmesine yol açmıştır. Ancak panel veri analizindeki gerek heterojenitenin gerekse yatay kesit bağımlılığının dikkate alındığı çalışmalar (Apergis-Payne, 2010; Ozcan, 2013; Wang-Zhou vd, 2011) konuya genel bir açıklama getirememiştir. Bu anlamda elde edilen bulguların uygulanan yöntem, coğrafi ve zaman boyutuna göre farklılaştığı görülmektedir. Gerçekleştirilecek uygulama ile gelişen ülkeler için literatüre ampirik katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

II. VERİ VE MODEL

Bu çalışmada çevresel Kuznets eğrisi hipotezi test edilmek üzere World Development Indicators veri tabanından elde edilen seriler kullanılmıştır (World Bank, 2016). Seriler 1980-2010 dönemi için 10 gelişen ülkeyi içerecek şekilde bir araya getirilmiştir. Gelişen ülkeler olarak Brezilya, Çin, Macaristan, Meksika, Malezya, Türkiye, Güney Afrika, Mısır, Endonezya ve Hindistan'a ait veriler kullanılmıştır. Kullanılan seriler ve serilerin elde edildiği kaynak Tablo 2'de sunulmaktadır. Ek olarak serilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Serilere İlişkin Açıklamalar ve Kaynaklar

SERİ	SERİYE İLİŞKİN AÇIKLAMALAR	VERİTABANI
CO2	Kişi başına CO2 emisyonu (metrik ton)	WDI ^a
GDP	Kişi başına GSYİH (2005 yılı sabit fiyat, ~ USD)	WDI ^a
ENR	Kişi başına enerji kullanımı (kg olarak petrole eşdeğer)	WDI ^a

Kaynak: ^aThe World Bank World Development Indicators

Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler

	Gözlem	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
--	--------	----------	---------------	---------	----------

CO2	309	3.549957	2.645075	0.498710	10.35715
GDP	309	3866.384	2861.662	220.4417	11533.82
ENR	309	1311.877	796.4798	293.5117	2961.354

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin testinde zaman serisi analiz araçlarının yanı sıra panel veri analizi araçları da kullanılabilir. Bu çalışmada Denklem 2’de ifade edilmiş olan model panel veri araçları ile analiz edilecektir. Söz konusu model çevresel bozulma ile gelir arasındaki ilişkiyi test etmek üzere yaygın olarak kullanılmaktadır (Dinda, 2004).

$$CO2_{it} = \alpha_i + \beta_1 GDP_{i,t} + \beta_2 GDP^2_{i,t} + \beta_3 ENR_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Çalışmada çevresel bozulma göstergesi olarak kullanılan karbondioksit emisyonu düzeyini açıklamak üzere Apergis ve Payne (2010) ve Aytun (2014a) tarafından kullanılan panel veri analizi yaklaşımı izlenecektir. Modelde karbondioksit salınımının uzun dönemdeki en önemli açıklayıcı değişkenleri olarak kişi başına gelir ve enerji tüketimi düzeyleri kullanılmıştır.

Buna göre Denklem 2’de i indisi ülkeleri, t indisi zamanı ifade etmektedir. Uygulamada çevresel bozulma (CO2), gelir düzeyi (GDP) ve enerji tüketimi (ENR) serilerinin seviye değerleri kullanılmıştır. Modeldeki β_1 ve β_2 katsayıları gelir düzeyinin karbondioksit salınımına etkisini temsil etmektedir. β_3 katsayısı ise enerji tüketiminin karbondioksit emisyonuna olan uzun dönemli etkisini göstermektedir. Denklem 2’de β_1 katsayısı pozitif ve β_2 katsayısı negatif işaretli ise GDP ile CO2 arasında (ÇKE hipotezini destekler nitelikte) ters U şeklinde bir fonksiyonel ilişki vardır. Ek olarak literatürde enerji tüketiminin karbondioksit salınımını arttırdığı genel olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle β_3 katsayısının işaretinin pozitif olması beklenmektedir (Apergis- Payne, 2010; Dinda, 2004; Wang-Zhou vd, 2011).

III. METOT

Panel veri analizinin arka planında farklı ülke ya da gruplara ait verilerin bir araya getirilip beraberce istatistiki analize tabi tutulabileceği görüşü yatmaktadır. Bu şekilde ampirik modele ilişkin ortak bir katsayı elde edilebilmektedir. Verilerin bir panelde bir araya getirilmesi, sadece yatay kesit analizi ya da sadece zaman serisi analizi ile elde edilemeyecek bulgulara ulaşabilmeye imkân tanımaktadır. (Asteriou-Hall, 2007). Panel veri analizine ilişkin avantajlar beş başlık altında özetlenebilir. İlk olarak panel veri analizi ile yatay kesit verilerde ortaya konulamayan birimlere özgü katsayı farklılıkları ortaya çıkarılabilmektedir. İkinci olarak ekonomik birimleri (ülkeler, firmalar, kişiler vb.) etkileyen açıklayıcı faktörler heterojen bir şekilde ayrıştırılabilmektedir. Üçüncü avantaj verilerle ilişkin yatay kesit ve zaman serisi bilginin beraberce kullanılabilmesidir. Bu sayede serbestlik derecesi yükselmektedir. Çoklu doğrusal bağlantı azaltılarak daha etkin tahminler yapılabilmektedir. Dördüncü faydalı özellik ise çok uzun zaman serilerine ihtiyaç duymadan dinamik hareketlerin ortaya konulabilmesidir. Nitekim yatay kesit verilerden zamana ilişkin dinamikler elde edilememektedir. Tek başına zaman serileri ise uzun zaman serilerine ihtiyaç duymaktadır. Son avantaj ise sadece zaman serisi ya da sadece yatay kesit istatistikleri ile kolaylıkla belirlenemeyen etkilerin hesaplanabilmesidir (Baltagi, 2005; Kennedy, 2006).

Uygulama aşaması üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda panel birim kök testleri yapılacaktır. İkinci kısımda eşbütünleşme testleri gerçekleştirilecektir. Üçüncü kısımda ise eşbütünleşik olduğu ortaya konulan serilerle model parametreleri tahmin edilecektir.

Zaman serisi analizlerinde olduğu gibi uzun bir zaman boyutu bulunan panel verilerle çalışırken de birim kök testlerinin yapılması gerekmektedir. Zira birim kök sorununun göz ardı edilmesi zaman serisi analizinde olduğu gibi sahte regresyon sorununa yol açabilmektedir. Bu sorundan kaçınmak için analize serilerin durağan olup olmadıklarının araştırılması ile başlanılacaktır. Bu amaçla Levin-Lin vd. (2012) ve Im-Pesaran vd. (2003) tarafından panele özgü

olarak geliştirilen birim kök testleri yapılmıştır. Söz konusu testler Denklem 3’te sunulan birinci mertebeden otoregresif eşitlikten yola çıkmaktadır.

$$Y_{it} = \rho\delta_i Y_{it-1} + \Psi_{it}\theta_{it} + \vartheta_{it} \quad (3)$$

Denklemdaki sabit ve eğilim Ψ_{it} ile, otoregresif etki δ_i ile hata terimi ise ϑ_{it} değişkenleri ile ifade edilmektedir. Otoregresif katsayının bire eşit olması, Y değişkeninin güncel değerinin bütünüyle önceki dönemde aldığı değerlerce belirlendiği anlamı taşımaktadır. Levin-Lin vd. (2012) testinde bütün birimlerin (ülke, birey vb.) birbirine eşit ve ortak otoregresif katsayısı bulunduğu ($H_0: \delta_i = \delta = 1$) varsayılmaktadır. Bu anlamda bütün ülkeler homojen kabul edilerek birimlere özgü farklılıklar göz ardı edilmektedir. Im-Pesaran vd. (2003) testi ise ADF testinin panele adapte edilmiş halidir. Öncelikle her bir birim için ADF test istatistiği hesaplanır. Sıfır hipotezinde göre her birim için farklı bir δ_i katsayısı olduğu varsayılmaktadır ($H_0: \delta_i = 1$). Birimler için hesaplanan test istatistiklerinin ortalaması alınarak panel test istatistiği elde edilir (Baltağı, 2005). Testlere ilişkin yapılan Monte Carlo deneyleri Im-Pesaran vd. (2003) testinin Levin-Lin vd. (2012) testinden güçlü olduğunu göstermektedir (Tatoğlu, 2012).

Uygulamalı makro iktisadi araştırmalarda seriler seviyede birim kök içerirken, lineer kombinasyonları birim köke sahip olmayabilir. Serilerin hepsinin birinci dereceden entegre olduğu uygulamalarda model değişkenlerinin eşbütünleşik olup olmadıkları da test edilmelidir. Çalışmanın bu safhasında Pedroni (1999; 2004) tarafından geliştirilen test metodu kullanılacaktır. Söz konusu metotta her bir ülkeye ait sabit ve eğilimler ayrıştırılarak dikkate alınmaktadır. Bu anlamda ülkeler arasındaki heterojen farklılıklar hesaba katılabilmektedir. Test istatistikleri dördü grup-içi, üçü gruplar arası olmak üzere toplamda yedi tanedir. İlk dört testte (Panel-v, Panel- ρ , Panel-PP ve Panel-ADF) ülkelerin homojen eşbütünleşme ilişkisi içinde olduğu varsayılırken, diğer üç testte (Group- ρ , Group-PP ve Group-ADF) eşbütünleşme heterojen kabul edilmektedir. Yedi test istatistiği için sıfır hipotezi “panelde eşbütünleşme ilişkisi bulunmamaktadır” şeklinde kurulmuştur. Alternatif hipotezler ise grup-içi ve gruplar-arası testler için farklılık göstermektedir. Buna göre ilk grup test istatistiği için alternatif hipotez homojenlik varsayımı altında “panelin bütününde eşbütünleşme bulunmaktadır” şeklindedir. Heterojenlik varsayımı altındaki ikinci grup test istatistiği için alternatif hipotez “bazı bireylerde eşbütünleşme yok iken diğerlerinde vardır” şeklindedir. Bütün test istatistikleri standart normal dağılıma uymaktadır.

Modele ilişkin serilerin eşbütünleşik olduğunun belirlenmesinin ardından katsayıların tahmini aşamasına gelinmektedir. Eşbütünleşik serilerin tahmininde sıradan EKK tahmincisi kullanılamamaktadır. Eşbütünleşik ve heterojen özellikler taşıyan modelin tahmininde bu nedenle Pedroni (2000) tarafından geliştirilen Fully Modified-OLS (FM-OLS) tahmincisi kullanılacaktır.

IV. BULGULAR

Tablo 4’te gelişmekte olan 10 ülke için yapılan Levin-Lin vd. (2002) ve Im-Pesaran vd. (2003) birim kök test sonuçları yer almaktadır. LLC testinde serilerin ortak bir otoregresif parametreye sahip olduğu hipotezi ($H_0: \delta_i = \delta = 1$) test edilmiştir. IPS testinde ise ülkelere özgü farklılıklar dikkate alınarak teker teker H_0 hipotezi ($H_0: \delta_i = 1$) test edilmiştir. LLC ve IPS test sonuçlarına göre CO₂, GDP ve ENR serilerinin seviyede durağan olmadıkları görülmektedir. Serilerin farkları alındığı takdirde her iki testte de sıfır hipotezi %1 anlamlılık seviyesinde reddedilmektedir. Elde edilen bulgulara dayanarak serilerin birinci dereceden durağan olduklarına karar verilmiştir.

Serilerin birinci dereceden durağan olduklarına karar verilmesinden sonra Pedroni (1999; 2004) panel eşbütünleşme testi gerçekleştirilmiştir. Tablo 5’te sunulan Pedroni (1999; 2004) eşbütünleşme test bulgularına göre Grup içi Panel- ρ , Panel-PP ve Panel-ADF testlerinde H_0 hipotezi reddedilmiştir. Gruplar-arası test istatistiklerine bakıldığında ise Group - PP ve Group - ADF testlerinde H_0 hipotezi reddedilmektedir. Genel bir bakış ile gerçekleştirilen testler seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğuna yönelik güçlü kanıt oluşturmaktadır. Sonuç olarak gelişen 10 ülke için bir araya getirilen serilerin eşbütünleşik olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 4. LLC ve IPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Seriler	LLC	IPS
	(Levin, vd, 2002) ($H_0: \delta_i = \delta = 1$)	IPS (Im, vd, 2003) ($H_0: \delta_i = 1$).
CO2	0.14033	3.82541 ^a
GDP	5.36783	4.78446
GDP ²	8.45227	6.10510
ENR	3.57874	1.12923
Δ CO2	-9.75965***	-11.5037***
Δ GDP	-7.78767***	-7.24903***
Δ GDP ²	-4.11700***	-5.36945***
Δ ENR	-5.43338***	-8.69625***

Notlar: ***, **, * H_0 hipotezinin sırası ile 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık seviyesinde reddedildiği anlamına gelmektedir. Uygun gecikme sayısı Schwarz enformasyon kıstası kullanılarak seçilmiştir. Test istatistiğinin yanında a indisinin olması sabitli modeli, olmaması sabit ve trendli modeli ifade etmektedir. Spektral tahminde bant genişliği Newey-West aracılığı ile belirlenmiş ve Bartlett çekirdeği kullanılmıştır.

Tablo 5. Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	İstatistik Pedroni (1999; 2004)
Panel-v	0.650023
Panel- ρ	-2.194270**
Panel-PP	-5.902733***
Panel-ADF	-8.279394***
Group- ρ	-0.504899
Group-PP	-5.605131***
Group-ADF	-6.481470***

Notlar: H_0 : Eşbütünleşme ilişkisi bulunmamaktadır. ***, **, * H_0 hipotezinin sırası ile 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık seviyesinde reddedildiği anlamına gelmektedir. Test istatistikleri sabit ve trend içeren modele aittir. Uygun gecikme sayısı Schwarz enformasyon kıstası kullanılarak seçilmiştir. Spektral tahminde bant genişliği Newey-West aracılığı ile belirlenmiş ve Bartlett çekirdeği kullanılmıştır.

Çevresel Kuznets Eğrisinin varlığına yönelik oluşturulan model (Denklem 2) Fully Modified-OLS (FM-OLS) tahmincisi (Pedroni, 2000) kullanılarak tahmin edilmiştir. Tablo 6'da raporlanan sonuçlara göre β_1 katsayısının pozitif ve anlamlı iken β_2 katsayısının negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Özetle, karbondioksit emisyonu (CO2) ile gelir düzeyine (GDP) ilişkin bulguların Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini desteklediği görülmektedir. Bulgular söz konusu 10 gelişen ülke için gelişmenin ilk aşamalarında gelir artışının çevresel bozulmayı arttırdığını ancak belirli bir aşamadan sonra bu etkinin ortadan kalkarak tersine döndüğünü göstermektedir. ÇKE hipotezi çevre kirliliğine karşı hiçbir şey yapmanın en iyi politika olduğunu ima etmektedir. Bu anlamda gelir

artışı ile otomatik olarak çevre kirliliğinin azalacağını öne süren ÇKE hipotezi gelişen 10 ülke örneklemini için desteklenmektedir.

Uygulamada ek olarak elde ettiğimiz bir bulgu ise enerji tüketimi ile karbondioksit salınımına ilişkindir. Enerji tüketimine ilişkin β_3 katsayısının literatürle uyumlu bir şekilde pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre gelişen 10 ülkede kişi başına bir kilogram petrole eşdeğer tüketim yapılmasının karbondioksit emisyonunu 0.002455 metrik ton arttırdığı görülmektedir.

Tablo 6. FM-OLS Tahmin Sonuçları

CO2	FM-OLS
(β_1) GDP	0.000426***
(β_2) GDP ²	-1.36E-08*
(β_3) ENR	0.002455***
Sonuç	$\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ ÇKE hipotezi geçerli
<i>Notlar:</i> ***, **, * H ₀ hipotezinin sırası ile 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık seviyesinde reddedildiği anlamına gelmektedir.	

SONUÇ

Kuznets 1955 yılındaki temel eserinde ülkelerin kalkınma sürecinde yaşadıkları gelir dağılımı değişimlerine dikkat çekmiştir. Kuznets'e göre ülkelerde gelişme sürecinin ilk aşamalarında gelir dağılımı bozulmakta, ancak belirli bir aşama sonrası gelir dağılımı düzelmeye başlamaktadır. Kuznets'in çalışması ile kalkınmanın bir boyutu olarak gelir dağılımı adaletine dikkat çekilmiştir. Bu durum araştırmacılara benzer süreçlerin kalkınmanın çevre boyutunda da geçerli olup olmadığını araştırma konusunda ilham vermiştir. Standart Kuznets Eğrisi bu bakış açısı ile Çevresel Kuznets Eğrisine dönüşmüştür. Gelişen ülkelerde sanayileşmenin getirdiği çevresel sorunlar bu sorunlara müdahale edip etmeme konusunda kararsızlığa yol açmaktadır. Kuznets'in hipotezinin çevre kirliliği boyutunda geçerli olması, aktif politikaları gereksiz kılmaktadır. Bu anlamda ülkeler milli gelirlerini adım adım yükselttikçe çevresel bozulma önce artacak bir aşamadan sonra azalmaya başlayacaktır. Günümüzde özellikle gelişen ülkelerin ciddi çevre sorunlarıyla karşı karşıya olduğu düşünülürse ÇKE hipotezinin bu ülkelerin uygulayacakları çevre politikaları açısından önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Araştırmada bu nedenle gelişen 10 ülkenin 1980-2010 dönemi istatistiki verilerinden yararlanılmıştır. Model değişkenlerinin birinci dereceden durağan olduklarının tespit edilmesinin ardından serilerin eşbütünleşik olduğu görülmüştür. Eşbütünleşik serilere ilişkin model Panel Fully Modified OLS tahmincisi ile tahmin edilmiştir. Bulgular gelişmekte olan ülkeler örneklemini için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Böylesi bir bulgu gelir düzeyinin artması ile çevresel bozulmanın giderek azalacağı görüşünü desteklemektedir. Gelişen ülkelerde uzun dönemde fosil kaynak kullanımı azaltılarak çevresel kirliliği ve fosil kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması olasıdır. Çevresel kirliliği azaltacak sürdürülebilir bir büyüme performansı için yenilenebilir enerji politikaları oluşturularak, bu ülkelerin gelişmiş ülkelerin kirlilik sığınakları haline gelmemesi konusunda hassasiyet gösterilmesi gerekmektedir. Çalışmamızda ek olarak çevresel bozulmaya etkisi olabilecek kurumsal ve sosyo-ekonomik faktörlerin de araştırılması gelecek çalışmalara öneri olarak sunulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akın, C. S. (2014). Kurumsal Kalitenin Çevre Üzerine Olan Etkileri: BRICS Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(2), 1-8.
- Ang, J. B. (2007). CO2 emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: Evidence from the commonwealth of independent states. *Energy Policy*, 38(1), 650-655.
- Asteriou, D. & Hall, S. G. (2007). *Applied econometrics : A modern approach using eviws and microfit*. New York: Palgrave Macmillan.
- Aytun, C. (2014a). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Panel veri Analizi. *Akademik Bakış*, (44), p. 1-14.
- Aytun, C. (2014b). Gelişen Ekonomilerde Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme ve Eğitim Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (27), 349-362.
- Baltagi, B. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data (3rd ed.)*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Brock W. A. & Taylor, M. S. (2004). Economic Growth and the Environment: A Review of Theory and Empirics. *NBER Working Paper Series*, Working Paper no: 10854.
- Chew, G. L. (2009). Foreign Direct Investment, Pollution and Economic Growth: Evidence form Malaysia. *Applied Economics*, 41, 1709-1716
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Erataş, F. & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımının BRICT Ülkeleri kapsamında Değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.
- Fields, G. S. & Jakobson, G. H. (1994). *New Evidence on the Kuznets Curve*. Ithaca NY: Cornell University.
- Grossman M. G. & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. (Working Paper No. 3914). *National Bureau of Economic Research*.
- Galeotti, M. & Lanza, A. (2005). Desperately seeking environmental Kuznets. *Environmental Modelling & Software*, 20(11), 1379-1388.
- Holtz-Eakin, D. & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85-101.
- IEA, (2013). *CO2 Emissions From Fuel Combustion Highlights*. Paris: IEA Publications.
- Im, K. S., Pesaran, M. & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Jalil, A. & Mahmud, F. S. (2009). Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172.
- Kennedy, P. (2006). *Ekonometri Kılavuzu*. Çeviren: Ş. Açıkgöz & M. Sarımeşeli. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kumbaroglu, G., Karali, N. & Arikan, Y. (2008). CO2, GDP and RET: An Aggregate Economic Equilibrium Analysis for Turkey. *Energy Policy*, 36, 2694-2708.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.

- Lean, H. H. & Smyth, R. (2010). CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858–1864.
- Lee, K. & Kim, B. Y. (2009). Both institutions and policies matter but differently for different income groups of countries: determinants of long-run economic growth revisited. *World Development*, 37(3), 533-49.
- Levin, A., Lin, C.-F. & Chu, C.-S. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24.
- Li, X., Yan, X., An, Q., Chen, K. & Shen, Z. (2016). The coordination between China's economic growth and environmental emission from the Environmental Kuznets Curve viewpoint. *Natural Hazards*, 1–20. <http://doi.org/10.1007/s11069-016-2314-0>
- Ma, C. & Stern, D. I. (2007). China's Carbon Emissions 1971-2003. *Rensselaer Working Papers in Economics*, Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Economics Number 0706.
- Morrisson, C. (2000). Historical Perspectives on Income Distribution: The Case of Europe. in Atkinson and Bourguignon, eds., *Handbook of Income Distribution*. Amsterdam: Elsevier.
- Narayan, P. K. & Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*, 38(1), 661–666.
- Omri, A. (2013). CO2 emissions, energy consumption and economic growth nexus in MENA countries: Evidence from simultaneous equations models. *Energy Economics*, 40, 657–664.
- Ozcan, 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.
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 653–670.
- Pedroni, P. (2000). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. B. H. Baltagi (Ed.), *Advances in Econometrics* (Vol. 15, s. 93–130). Emerald: Bingley.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests With an Application to the PPP Hypothesis, *Econometric Theory*, 20(03), 597–625.
- Richmond, A. K. & Kaufmann, R. K. (2006). Is there a turning point in the relationship between income and energy use and/or carbon emissions?. *Ecological Economics*, 56(2), 176–189.
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the relationship between economic growth, CO2emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980–2025). *Renewable and Sustainable EnergyReviews*, 41, 602-614.
- Schultz, T. P. (1998). Inequality in the Distribution of Personal Income in the World: How it is Changing and Why. *Journal of Population Economics*, 11(3), 307-44.
- Tatoğlu, F. Y. (2012). *İleri Panel Veri Analizi*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- O. Uçan, Arıcıoğlu. E. & Yücel, F. (2014). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 411-419.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P. & Wang, Q. W. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy Policy*, 39(9), 4870–4875.
- Williamson, J. G. (1997). Globalization and inequality, past and present. *The World Bank Research Observer*, 12(2), 117-135.
- World Bank, (2016). World Development Indicators, <http://databank.worldbank.org/data/> (Erişim: 20.03.2016)