

Ekonomik Büyümenin Çevreye Etkilerinin Farklı Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkeler İçin İncelenmesi¹

The Effects of Economic Growth on Environment for Different Income Group Countries

İlyas OKUMUŞ*

Cuma BOZKURT**

Öz

Bu çalışmada, farklı gelişmişlik düzeyindeki ülke grupları için 1980-2013 yıllarını kapsayan dönemde enerji tüketimi, kişi başı reel gayri safi yurt içi hâsıla (GSYH), kişi başı reel GSYH'nin karesi, kentleşme, ticari serbestleşme ve CO₂ emisyonu ilişkisi analiz edilerek, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi bağlamında farklı gelişmişlik düzeyindeki ülke gruplarında ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto protokolünün CO₂ emisyonu üzerindeki etkisinin incelenmesi için, 2005 yılı için enerji tüketiminde kukla değişken kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yüksek orta gelirli ve düşük orta gelirli ülke gruplarında ÇKE hipotezi geçerliliği doğrulanırken, gelişmiş ve az gelişmiş ülke gruplarında ÇKE hipotezinin geçerliliği doğrulanamamıştır. Tüm ülke gruplarında enerji tüketiminin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Ticari serbestleşmedeki bir artış az gelişmiş ve düşük orta gelirli ülke gruplarında karbon dioksit emisyonunu artırırken, yüksek orta gelirli ülke grubunda karbon dioksit emisyonunu azaltmaktadır. Gelişmiş ve az gelişmiş ülke gruplarında kentleşmedeki bir artış CO₂ emisyonunu azaltırken, yüksek orta gelir ve düşük orta gelir grubunda ise CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Gelişmiş ülke grubunda Kyoto kukla değişkeninin katsayısı negatif işaretli, düşük orta gelir ülke grubunda pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir kalkınma, Ekonomik büyüme, Çevresel Kuznets Eğrisi, Panel veri analizi

Abstract

This study, which aims at investigating economic growth and environmental pollution nexus for groups of countries with different development levels in the context of Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, is to analyze the relationship between energy consumption, real gross domestic product (GDP) per capita, the square of real GDP per capita, urbanization, trade liberalization and CO₂ emissions for the period of 1980-2013 for groups of countries with different development levels. In addition, in order to examine the impact of the Kyoto Protocol which came into force in 2005 on carbon emissions, a dummy variable was used for energy consumption in 2005. According to the findings, the existence of EKC hypothesis is validated for lower middle income and upper middle income country groups, while the existence of the hypothesis is not validated for low income and high income country groups. In all country groups, the coefficient of energy consumption is positive and statistically significant. An increase in trade liberalization increases carbon dioxide emission levels in lower middle income and low income country groups, whereas an increase in trade liberalization in upper middle income country group reduces the emission level. An increase in urbanization in developed and underdeveloped countries reduces CO₂ emissions while increasing CO₂ emissions in the upper middle income and lower middle income groups. In the high income country group, the coefficient of the Kyoto dummy variable is negative and statistically significant; it has positive sign in lower middle income country group and statistically significant.

Keywords: Sustainable development, Economic growth, Environmental Kuznets Curve, Panel data analysis

Giriş

İnsanlar tarih boyunca farklı bölgelerde savaş, kıtlık, hızlı nüfus artışı ve kentleşme gibi çok çeşitli ekonomik ve sosyal sıkıntılarla karşı karşıya kalmışlardır. Fakat 1970'li yıllarda ortaya çıkan çevre sorunları, özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunları, gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun tüm dünya ülkelerini etkileyen bir sorundur. Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi önemli çevresel sorunların ortaya çıkma sebebi, son yıllarda

¹ Bu çalışma, ilk yazar tarafından Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'ne sunulan "Ekonomik Büyümenin Çevreye Etkilerinin Farklı Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkeler İçin İncelenmesi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

* Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, İİBF, Maliye Bölümü, ilyasokumus@mku.edu.tr

** Doç. Dr., Gaziantep Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, cbozkurt@gantep.edu.tr

sera gazı miktarının çok artmasıdır. Atmosferin yapısında doğal bir dengeye sahip olan ve güneşten gelen ve yeryüzünden yansıyan ışınların ne kadarının atmosfer içerisinden geçeceğini belirleyen sera gazlarının miktarı ve bileşimi Sanayi Devrimi ile birlikte değişmeye başlamıştır. Sanayi devrimiyle birlikte başlayan kitlesel üretim, nüfusu ciddi bir şekilde artırmış ve nüfusun hızlı artışı kentleşmenin, tüketimin, üretimin temel girdisi olan enerji talebinin ve uluslararası ticaretin hızlı bir şekilde artmasını beraberinde getirmiştir. Bu gelişmeler sonucu ortaya çıkan enerji ihtiyacı kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanmıştır. Fosil yakıtların tüketilmesi sonucu önemli miktarda CO₂ emisyonu atmosfere karışmaktadır. Bu durum sera gazlarının içinde en önemli paya sahip olan CO₂ gazının payının giderek artmasına sebep olmakta ve doğal dengeye sahip olan sera gazı bileşiminin bozulmasına neden olmaktadır (Bilgili vd., 2016, s. 19043). Bu dengenin bozulması atmosferin geçirgenliğini kısıtlamakta ve küresel ısınmayı olumsuz etkilemektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununun en önemli sebebi CO₂ emisyonundaki artış olmasına rağmen CO₂ emisyonu bu sorunların tek sebebi değildir. Hızlı sanayileşme ile birlikte hızlı kentleşme süreci doğal kaynaklarda bozulmaya ve çevresel kalitenin düşmesine neden olmuştur. İnsanların kırsaldan kentlere göç etmesiyle birlikte kentler, doğal sınırlarının dışına çıkarak, ormanlar, tarım arazileri ve sulak alanlar gibi doğal kaynakların tahrip olmasına neden olmaktadır. Bu kentleşme süreci birçok hayati doğal alanların yok olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bu alanlarda ortaya çıkan gıda, enerji ve su gibi ihtiyaçlar çevreye ekstra bir yük getirmektedir. Bunlara ek olarak kentlerde ortaya çıkan atıklar ve bunların bilinçsizce doğaya atılması ekosistemde geri döndürülemez bir tahribat yaratmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar küresel ısınma sorununu artırmaktadır.

Son yıllarda dünya ticaretinde yaşanan serbestleşme dalgası da ekosistem üzerindeki baskıları artıran önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Neoliberal iktisadi görüşe göre, serbest ticaret ülkelerin refahını artırması ve kalkınmanın sağlanması için çok önemlidir. Ticari serbestleşmeyle birlikte ülkeler ticaret hacimlerini artırmak için aşırı üretim yapmaktadırlar. Aşırı üretim, aşırı doğal kaynak ve enerji kullanımına sebep olmaktadır. Bununla birlikte doğal kaynaklarda bozulma artmakta ve çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Son dönemde yaşanan bu gelişmelere karşı insanlar tepkisiz kalmamıştır. Ciddi çevresel sorunlar birçok platformda tartışılmaya başlanmış ve birçok disiplinde teorik ve politik olarak yeni perspektifler oluşmasını sağlamıştır. Bu teorik ve politik gelişmelere paralel olarak atılmaya çalışılan adımlar ve bu amaçla kurulan birçok uluslararası kurum bulunmaktadır. Birçok disiplinler arası alanda geniş bir yer bulan ve geleneksel kalkınma modellerini yetersiz bulan bu tepkisel modelin adı sürdürülebilir kalkınmadır. Geleneksel kalkınma modelleri çevresel kalitenin ve doğal kaynakların bozulmasını göz ardı eden modellerdir. Bu modellerde toplumlar belirli bir gelişme düzeyine ulaştıktan sonra, zorunlu ihtiyaçlarını karşılayıp artan alım güçlerini aşırı tüketim yapmak için kullanmaktadırlar. Geleneksel kalkınma modellerinin sunduğu tüketim ve doğal kaynakların sadece insan yararını dikkate alan bir anlayışla kullanılması gerektiğini savunan mekanist dünya görüşüne karşı çıkan ekolojik dünya görüşü, sadece çevre açısından değil aynı zamanda sosyal değerleri de kapsayan daha eşitlikçi bir modeli savunmaktadır (Dağdemir, 2003, ss. 57-60).

Bu çalışmanın temel amacı, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisinin farklı gelir seviyesindeki ülke grupları için tahmin edilmesidir. Diğer önemli bir amacı ise, küresel çevresel problemlerin önlenmesi için önemli bir sözleşme olan Kyoto Protokolünün etkisinin belirlenmesi için kullanılan kukla değişkeninin etkisinin farklı gelir seviyesindeki ülke grupları için analiz edilmesidir. Ayrıca, küresel çevresel sorunların önlenmesi için uygun politikaların oluşturulması ve bu konuda toplumsal bir çevre bilincinin oluşturulması da amaçlanmaktadır.

Milli gelir ve çevre kirliliği ilişkisini ampirik olarak inceleyen çok sayıda çalışma olmasına rağmen milli gelirin çevreye etkilerini farklı gelir grubu ülkeler (yüksek, orta ve düşük gelirlili) için inceleyen kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın diğer bir katkısı da ekonomik büyümenin yanı sıra enerji tüketimi, ticari açıklık oranı, kentleşme oranı ve Kyoto kukla değişkenlerinin modelde bağımsız değişken olarak kullanılmasıdır. Uygulamada katkıları ise, panel veri analizini kullanan ekonomik büyüme ve çevre ilişkisini inceleyen çalışmaların çoğunda verilerin homojen ve kesitler arası bağımsız olduğu varsayımı yapılmaktadır. Mevcut literatürden farklı olarak, katsayı homojenliği ve yatay kesit bağımlılığı testleri kullanılmaktadır.

Literatür taraması

Ekonomik büyüme ve çevre ilişkisi önceki birçok araştırmanın konusu olmuş ve son yirmi yıl boyunca araştırmacıların ilgi odağı konulardan biri olmuştur. Bu ilişki genellikle ÇKE hipotezi kapsamında incelenmiştir. Bu hipotez, milli gelir ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu öne sürmektedir. Yani çevreye verilen zarar çıktı miktarı belli bir eşiğe ulaşıncaya kadar artmakta ve sonra azalmaya başlamaktadır. İlk olarak bu eğri, Kuznets (1955)'in bahsettiği gelir ve eşitsizlik arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Daha sonra bu modelden, uzun dönem ekonomik büyüme ve çevre ilişkisini tanımlamak için esinlenilmiştir. İlk olarak, Grossman ve Krueger (1991), Stern (2004) ve Dinda (2004) bu varsayımı önermişler ve doğrulamışlardır.

Tablo 1: Milli gelir ve çevre kirliliği ilişkisi üzerine literatür taraması

Yazar(lar)	Ülke ve Periyot	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Metot	ÇKE Hipotezi
Jalil ve Mahmud (2009)	Çin 1975-2005	CO ₂	ENC, GDP, TR	ARDL, Pair wise Granger causality	Ters-U ilişkisi
Nasir ve Rehman (2011)	Pakistan 1972-2008	CO ₂	ENC, GDP, TR	Johansen eşbütünleşme, VECM Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Muhammad vd. (2011)	Pakistan 1971-2009	CO ₂	ENC, GDP, TR	ARDL, Gregory-Hansen eşbütünleşme, Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Saboori vd. (2012b)	Endonezya 1971-2007	CO ₂	ENC, GDP, TR	ARDL	U şeklinde bir ilişki
Shahbaz vd. (2012)	Pakistan 1971-2009	CO ₂	ENC, GDP, TR	ARDL, Gregory-Hansen eşbütünleşme, Granger Nedensellik	Ters-U ilişkisi
Shahbaz vd. (2013b)	Türkiye 1970-2010	CO ₂	ENC, GDP, GDP ² , G	ARDL, Gregory-Hansen eşbütünleşme, VECM	Ters-U ilişkisi
Tiwari vd. (2013)	Hindistan 1966-2011	CO ₂	GDP, TR, CC	ARDL, VECM Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Shahbaz vd. (2014a)	Tunus 1971-2010	CO ₂	ENC, GDP, TR	ARDL, VECM Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Farhani vd. (2014a)	10 MENA ülkesi 1990-2010	CO ₂	GDP, ENC, TR, MAN, HDI	Pedroni eşbütünleşme, FMOLS, DOLS, VECM Granger	Ters-U ilişkisi

				nedensellik	
Farhani vd. (2014b)	Tunus 1971-2008	CO ₂	GDP, GDP ² , ENC, TR	ARDL, VECM Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Al-Mulali vd. (2015)	Vietnam 1981-2011	CO ₂	GDP, GDP ² , NENC, RENC, K, L, X, M	ARDL	ARD
Jebli ve Youssef (2015)	Tunus 1980-2009	CO ₂	GDP, GDP ² , RENC, NENC, X, M	ARDL, VECM Granger nedensellik	U şeklinde bir ilişki
Destek ve Ozsoy (2015)	Türkiye 1970-2010	CO ₂	GDP, GDP ² , ENC, URB,EG	ARDL, Asimetrik nedensellik testi	Ters-U ilişkisi
Javid ve Sharif (2016)	Pakistan 1972-2013	CO ₂	GDP, GDP ² , ENC, TR, FD	ARDL, VECM Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Gozgor ve Can (2016)	Türkiye 1971-2010	CO ₂	GDP, GDP ² , ENC, X	Maki eşbütünleşme, DOLS, Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Ozturk ve Acaravci (2013)	Türkiye 1960-2007	CO ₂	GDP, GDP ² , ENC, TR, FD	ARDL, VECM Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Rafindadi (2016)	Japonya 1961-2012	CO ₂	GDP, GDP ² , EC, X, M	ARDL	Ters-U ilişkisi
İnglesi-Lotz ve Dogan (2018)	Sahra altı Afrika ülkeleri 1980-2011	CO ₂	GDP, GDP ² , RENC, NENC, TR	DOLS, Granger nedensellik	Ters-U ilişkisi
Danish ve Wang (2019)	BRICS ülkeleri 1992-2013	CO ₂	GDP, GDP ² , GDP ³ , BIO, TR, URB, FD, Kyoto	GMM	N ilişkisi

ARD: Artan doğrusal bir ilişki, AZD: Azalan doğrusal bir ilişki, BIO: Biyo kütle enerjisi, CC: Kömür tüketimi, CO₂: Karbondioksit emisyonu, ÇO: Çözünmüş oksijen, D: Nüfus yoğunluğu, DU: Duman, ENC: Enerji tüketimi, FD: Finansal kalkınma, FK: Fekal koliform, G: Küreselleşme, GDP: Gayri safi yurtiçi hasıla, GLS: Generalized least squares (Genelleştirilmiş en küçük kareler), GSE: Güvenli su eksikliği, GOÜ: Gelişmekte olan ülkeler, GO: Gelişmiş ülkeler, HDI: İnsani kalkınma endeksi, K: Sermaye, KA: Kentsel atıklar, KSE: Kentsel sağlık eksikliği, L: İşgücü, M: İthalat, MAN: Üretim katma değeri, NENC: Yenilenemeyen enerji tüketimi, NO₂: Azot dioksit, OLS: Ordinary least squares (Sıradan en küçük kareler), OO: Ormansızlaşma oranı, RENC: Yenilenebilir enerji tüketimi, SO₂: Kükürt dioksit emisyonu, SPM: Havadaki bazı parçacıklar, TSP: Toplam asılı parçacıklar, YO: Yıllık ormansızlaşma, X: İhracat, TO: Toplam ormansızlaşma, TR: Ticari serbestleşme, URB: Kentleşme oranı

Literatüre bakıldığında ÇKE hipotezini test eden çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan çoğunda hipotezin geçerli olduğu saptansa da, azımsanmayacak sayıda çalışmada hipotezin geçersiz olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, milli gelir ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklindeki bir ilişkinin varlığı konusunda bir fikir birliğinin olmadığı görülmektedir.

Model

Mevcut literatürdeki milli gelirin çevre kirliliği üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar dikkate alınarak oluşturulan model aşağıdaki gibidir;

$$\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \ln ENC_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it} + \beta_3 \ln GDPK_{it} + \beta_4 \ln TR_{it} + \beta_5 \ln URB_{it} + \beta_6 \text{dummy} * \ln ENC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(1) nolu modelde CO₂ değişkeni; kişi başı metrik ton cinsinden karbon dioksit emisyonunu, ENC değişkeni; kişi başı petrol eşdeğeri kg cinsinden enerji tüketimini, GDP

değişkeni; 2005 yılı sabit fiyatlarıyla US\$ cinsinden kişi başı reel gayri safi yurt içi hâsılayı (GSYH), *GDPK* değişkeni; 2005 yılı sabit fiyatlarıyla US\$ cinsinden kişi başı reel GSYH'yi, *TR* değişkeni; ihracat ve ithalatın GSYH içindeki payı olarak hesaplanan dışa açıklık endeksini, *URB* değişkeni; kent nüfusunun toplam nüfus içindeki payı olarak hesaplanan kentleşmeyi ve son olarak *dummy * lnENC* değişkeni ise enerji tüketiminin kukla değişkenini temsil etmektedir.

(1) nolu modelde bulunan β_0 katsayısı sabit terimi temsil etmektedir ve milli gelir ve diğer açıklayıcı değişkenlerden bağımsız olarak oluşan CO₂ emisyonu miktarını göstermektedir. β_1 katsayısı, enerji tüketimindeki % 1'lik değişimin karbon dioksit emisyonuna etkisini göstermektedir. β_2 katsayısı kişi başı reel GSYH'nin CO₂ emisyonu üzerinde oluşturduğu yüzdelik etkiyi gösterirken, β_3 katsayısı kişi başı reel GSYH'nin karesinin karbon dioksit emisyonu üzerinde oluşturduğu yüzdelik etkiyi temsil etmektedir. β_4 katsayısı dışa açıklık endeksindeki % 1'lik değişimin CO₂ emisyonuna etkisini göstermektedir. β_5 katsayısı ise kentleşme oranındaki % 1'lik değişimin karbon dioksit emisyonu üzerindeki etkisini göstermektedir. Son olarak, β_6 katsayısı enerji tüketimindeki Kyoto kukla değişkeni etkisinin karbon dioksit emisyonu üzerinde oluşturduğu etkiyi ifade etmektedir.

Veri

Çalışmada kullanılan veriler 1980-2013 yıllarını kapsamakta ve bu veriler yıllık olarak ele alınmıştır. Serilerin 1980-2013 yılları arasında olmasının sebebi CO₂ emisyonu verilerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. CO₂ emisyonu verileri U. S. Energy Information Administration veri tabanından alınmıştır. Bu veri tabanında yayınlanan veriler 1980-2013 yıllarını kapsadığı için çalışmada bu zaman aralığı kullanılmıştır.

Çalışmada örneklem olarak alınan ülke grupları, World Bank Atlas Metoduna bağlı olarak, Dünya Bankasının kişi başına düşen milli gelir verilerine göre oluşturduğu düşük gelirli ekonomiler, alt orta gelirli ekonomiler, üst orta gelirli ekonomiler ve yüksek gelirli ekonomiler olarak gruplandırılmıştır. Düşük gelirli ülke grubunda 6 ülkenin, alt orta gelirli ülke grubunda 20 ülkenin, üst orta gelirli ülke grubunda 23 ülkenin ve yüksek gelirli ülke grubunda 33 ülkenin verilerine ulaşılabilmektedir. Analize dâhil edilen tüm ülkeler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Analize dâhil edilen ülkeler

Gelişmiş Ülkeler	Yüksek Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Orta Gelirli Ülkeler	Az Gelişmiş Ülkeler
Avustralya	Arnavutluk	Bangladeş	Benin
Avusturya	Cezayir	Bolivya	D. Kongo Cum.
Bahreyn	Arjantin	Kamerun	Mozambik
Belçika	Brezilya	Kongo Cum.	Nepal
Kanada	Bulgaristan	Fildişi Sahili	Togo
Şili	Çin	Mısır	Zimbabve
Güney Kıbrıs	Kolombiya	El Salvador	
Danimarka	Kosta Rika	Gana	
Finlandiya	Küba	Guatemala	
Fransa	Dominik Cum.	Honduras	
Almanya	Ekvator	Hindistan	
Yunanistan	Gabon	Endonezya	
Hong Kong	İran	Kenya	
İzlanda	Irak	Fas	
İrlanda	Ürdün	Nikaragua	
İsrail	Malezya	Nijerya	
İtalya	Mauritius	Pakistan	
Japonya	Meksika	Filipinler	

Güney Kore	Peru	Senegal
Lüksemburg	Güney Afrika	Sudan
Hollanda	Tayland	
Yeni Zelanda	Tunus	
Norveç	Türkiye	
Portekiz		
S.Arabistan		
İspanya		
İsveç		
İsviçre		
Trinidad		
İngiltere		
A.B.D		
Uruguay		
Venezüella		

Yöntem

Panel veri analizi, panel veri setini oluşturan gruplar arasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alıp-almadığına göre ikiye ayrılmaktadır. Birinci nesil panel veri analizi testleri olarak adlandırılan testler yatay kesit bağımlılığını dikkate almaz iken ikinci nesil testlerinin ayırt edici özelliği test istatistiklerinin yatay kesit bağımlılığını dikkate alarak geliştirilmesidir. Panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığının olup-olmadığına dikkat etmek önemlidir. Bu yüzden bu çalışmada öncelikle serilerin yatay kesit bağımlılığı test edilmektedir. Daha sonra serilerin katsayı homojenliği incelenerek, sonuçlara uygun ikinci nesil panel birim kök ve panel eşbütünlük testleri kullanılmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılan ÇKE modeli için (model 1) ikinci nesil eşbütünlük tahmincisi testleri kullanmak uygun değildir. Çünkü açıklayıcı değişkenler olan GSYH, GSYH'nin karesi, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve kentleşme ile hata terimleri arasında içsellik problemi vardır. Oysaki ikinci nesil katsayı tahmincilerinin (CCE-MG ve AMG) temel varsayımlarından biri açıklayıcı değişkenlerin dışsal olduğudur (Pesaran, 2006, s. 969, Nazlıoğlu, 2010, s. 132). Yatay kesit bağımlılığını ortadan kaldırmak için değişkenler zaman ortalamalarından arındırılarak, içsellik problemini dikkate alan panel FMOLS yöntemi kullanılmaktadır. Modellerde kullanılan tüm değişkenler logaritmik hale getirilmiş, böylece log-log şeklinde çift logaritmik olarak analiz edilmiştir. Analiz kısmında kullanılan Panel Veri Yöntemi hakkında genel bilgiler verildikten sonra serilerin yatay kesit bağımlılığını ve katsayı homojenliğini test eden yöntemler tanıtılmaktadır. Daha sonra serilerin durağanlığının sınanması amacıyla geliştirilen ikinci nesil Panel Birim Kök Testleri tanıtılmıştır. Birim Kök Testleri sonucunda serilerin aynı seviyeden durağan olmaları durumunda uygulanacak olan Westerlund (2007) Eşbütünlük Testi detaylarıyla verilmiştir. Daha sonra panel FMOLS katsayı tahmincisi testi anlatılmaktadır.

Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri

Genellikle, panel veri modellerinde hata terimlerinin kesitsel olarak birbirinden bağımsız olduğu kabul edilir. Bu durum, büyük kesit sayısına sahip paneller için geçerli olmasına rağmen, daha küçük kesit sayısının varlığı ve zaman boyutunun göreceli olarak büyük olması durumunda kesitler arası yatay kesit bağımlılık durumu ortaya çıkabilmektedir (Pesaran, 2004, s. 1). Yatay kesit bağımlılığı, mekansal etkiler, göz ardı edilen ortak etkiler ve sosyo-ekonomik ağ etkileşimleri gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir (Chudik ve Pesaran, 2013, s. 2). Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada, her ülke grubu için modelde yer alan tüm değişkenler için Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD testi kullanılmıştır.

$$CD = \sqrt{\left(\frac{2T}{N(N-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\hat{\rho}_{ij} - 1)} N(0,1) \quad (2)$$

Pesaran (2004) CD testi, $N > T$ iken veya hem N hem de T sonsuza giderken kesitler arası korelasyonun varlığını inceleyen bir yatay kesit bağımlılık testidir.

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testleri, doğrusal panel veri analizlerinde eğim katsayılarının homojenliğini test etmektedir. Delta testleri, Swamy'nin dağılım istatistiğindeki değişiklikler üzerine kurulmuştur. Serilerin homojenliğini test etmek için iki farklı test istatistiği hesaplanmaktadır:

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (3)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - E(\tilde{z}_{it})}{\sqrt{var(\tilde{z}_{it})}} \right) \quad (4)$$

burada N ; yatay kesit sayısını, S ; Swamy test istatistiğini ve k ; açıklayıcı değişken sayısını ifade etmektedir.

İkinci Nesil Panel Birim Kök Testleri

Bu çalışmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen kesit açısından genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF) ve kesit açısından genişletilmiş IPS (CIPS) testleri kullanılmaktadır. CADF panel birim kök testi aşağıdaki model yardımıyla tahmin edilmektedir:

$$\Delta y_{it} = \mu_{it} + \rho_i y_{it-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + c_i \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\bar{y}_{t-1} = 1/N \sum_{i=1}^N y_{it-1}; \Delta \bar{y}_t = 1/N \sum_{i=1}^N \Delta y_{it} \quad (6)$$

\bar{y}_{t-1} ve $\Delta \bar{y}_t$ 'nin modele dahil edilmesiyle birlikte tek bir faktör yapısına dayalı olarak yatay kesit bağımlılığı dikkate alınmaktadır (Baltagi 2005, s. 249). Testin yokluk ve alternatif hipotezleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$H_0: \rho_i = 0 \text{ bütün yatay kesitler için}$$

$$H_1: \rho_i < 0 (i = 1, 2, \dots, N_1), \rho_i = 0 (i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N)$$

CADF istatistiği ρ_i katsayılarına ait t-istatistikleridir ve paneli oluşturan her bir yatay kesite ait serinin durağan olup-olmadığı Pesaran (2007)'deki kritik değerler ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. Bu testin sınamasının hem $N > T$ hem de $T > N$ durumunda iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Pesaran, 2007, s. 269).

CIPS test istatistiği, CADF t istatistiklerinin aritmetik ortalaması alınarak şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$CIPS(N, T) = \overline{CADF} = \frac{\sum_{i=1}^N CADF_i}{N} \quad (7)$$

Panel Eşbütünleşme Testi

Serilerin birim kök sınaması yapıldıktan sonraki aşama, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi tespit etmeye yarayan eşbütünleşme testidir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmek için Westerlund (2007) testinden faydalanılmıştır. Bu testte, uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek için hata düzeltme modeline dayalı dört panel eşbütünleşme istatistiği hesaplanmaktadır. Bu istatistiklerden ikisi grup ortalama istatistikleri, diğer ikisi ise panel istatistikleri olarak adlandırılmaktadır. Grup ortalama istatistiklerinin hesaplanmasında ilk olarak aşağıdaki hata düzeltme modeli her bir yatay kesit için EKK ile tahmin edilmektedir.

$$\Delta y_{it} = \delta_i d_t + \alpha_i y_{it-1} + \vartheta_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{ij} \Delta x_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Burada d_t her bir yatay kesit için sabit ekiler ve/veya trend ve p_i optimal gecikme uzunluğudur. Optimal gecikme uzunluğunu üç şekilde belirlemek mümkündür: (i) Campbell ve Perron (1991) yaklaşımı esas alınarak gecikmeli değişkenlere ait katsayıların anlamlılıklarına bakmak, (ii) Akaike veya Schwarz gibi bir bilgi kriteri kullanmak veya (iii) zaman boyutunun sabit bir değerini almaktır. İkinci aşamada her bir yatay kesit için hata düzeltme katsayıları aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\alpha_i(1) = 1 - \sum_{i=1}^{p_i} \alpha_{ij} \quad (9)$$

Üçüncü aşamada panel veri setinde eşbütünleşme ilişkisi varlığını analiz etmek için aşağıdaki grup ortalama istatistikleri hesaplanmaktadır:

$$G_\tau = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\alpha_i}{se(\alpha_i)} \sim N(0,1) \quad (10)$$

$$G_\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T\alpha_i}{\alpha_i(1)} \sim N(0,1) \quad (11)$$

Grup ortalama istatistikleri için sıfır ve alternatif hipotezler şu şekilde tanımlanmıştır:

$H_0: \alpha_i = 0$; bütün yatay kesitler için eşbütünleşme yoktur.

$H_1: \alpha_i < 0$; bazı yatay kesitler için eşbütünleşme vardır.

Sıfır hipotezinin reddedilmesi yatay kesitlerden en az biri için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Westerlund (2007) yaklaşımında diğer iki test olan panel istatistiklerin hesaplanmasında ilk olarak aşağıdaki model EKK ile tahmin edilmektedir.

$$\Delta y_{it} = \delta_i d_t + \alpha_i y_{it-1} + \vartheta_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{ij} \Delta x_{it-j} + e_t \quad (12)$$

$$y_{it-1} = \delta_i d_t + \alpha_i y_{it-1} + \vartheta_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{ij} \Delta x_{it-j} + \varepsilon_t \quad (13)$$

İkinci aşamada panelin tamamı için hata düzeltme katsayısı ve bunun standart hatası hesaplanmaktadır.

$$\alpha_i = (\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \tilde{y}_{it-1}^2)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\alpha_i(1)} \tilde{y}_{it-1} \Delta \tilde{y}_{it} \quad (14)$$

$$SE(\alpha_i) = \left((\hat{S}_N^2) \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \tilde{y}_{it-1}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

burada;

$$\hat{S}_N^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{S}_i^2 \quad (16)$$

$$\Delta \tilde{y}_{it} = \Delta y_{it} - \delta_i d_t - \alpha_i y_{it-1} - \vartheta_i x_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} - \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{ij} \Delta x_{it-j} \quad (17)$$

$$\tilde{y}_{it-1} = y_{it-1} - \delta_i d_t - \alpha_i y_{it-1} - \vartheta_i x_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} - \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{ij} \Delta x_{it-j} \quad (18)$$

Üçüncü aşamada panel eşbütünleşme istatistikleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$P_\tau = \frac{\alpha}{se(\alpha)} \sim N(0,1) \quad (19)$$

$$P_\alpha = T\alpha \sim N(0,1) \quad (20)$$

Yukarıdaki panel istatistikleri için sıfır ve alternatif hipotezler şu şekilde tanımlanmıştır:

$H_0: \alpha_i = 0$; bütün yatay kesitler için eşbütünleşme yoktur.

$H_1: \alpha_i = \alpha < 0$; bütün yatay kesitler için eşbütünleşme vardır.

Yokluk hipotezinin reddedilmesi panelin tamamı için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Panel Eşbütünleşme Tahmincisi

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edildikten sonraki adım uzun dönem parametrelerin hesaplanmasıdır. ÇKE modelindeki bağımsız değişkenler arasında içsellik sorunu olduğu için bu çalışmada ikinci nesil katsayı tahmincisi kullanılmamaktadır. Yatay kesit bağımlılığı sorununu kısmen çözmek için seriler zaman ortalamalarından arındırılarak, içsellik sorununu dikkate alan panel FMOLS katsayı tahmincisinden faydalanılmaktadır. Pedroni (2000), panel eşbütünleşme tahmincilerinin hangisinin, hangi durumlarda kullanılması gerektiğini incelerken Panel FMOLS tahmincisinin görece daha küçük örneklerde daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Pedroni, panel eşbütünleşmenin genel denklemi olan;

$$y_{i,t} = a_i + \beta x_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (21)$$

$$x_{i,t} = x_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (22)$$

Bu durumda değişkenler paneldeki her yatay kesit için β vektörü ile eşbütünleşiktir. β ise aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır;

$$\beta_{NT}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T (x_{it} - x_i)^2)^{-1} (\sum_{t=1}^T (x_{it} - x_i) Y_{it}^* - T \tau_i) \quad (23)$$

Denklemden bulunan

$$Y_{it}^* = (Y_{it} - Y_i) - \frac{L_{21i}}{L_{22i}} \Delta x_{it}, \quad (24)$$

$$\tau_i = \Gamma_{21i} + \Omega_{21i}^0 - \frac{L_{21i}}{L_{22i}} (\Gamma_{22i} + \Omega_{22i}^0) \quad (25)$$

ifadeleri ile hesaplanmaktadır. (Basher ve Mohsin, 2004:164).

Analiz Sonuçları

Milli gelir, çevre kirliliği, enerji tüketimi, kentleşme ve ticari serbestleşme ilişkisinin incelendiği çalışmada öncelikle serilerin yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik analizleri yapılmış ve bu testler sonucunda uygun birim kök testleri uygulanmıştır. Daha sonra uzun dönemli ilişkinin varlığını araştırmak için eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Son olarak da uzun dönem katsayı tahmincisi olarak panel FMOLS testi kullanılmış ve sonuçları yorumlanmıştır.

Yatay Kesit Bağımlılığı ve Katsayı Homojenliği Testi Sonuçları

Panel veri analizlerinde hata terimleri arasında yatay kesit bağımlılığının dikkate alınmaması sapmalı ve hatalı tahminler yapılmasına neden olabilmektedir (Pesaran, 2004). Bu nedenle çalışmada her ülke grubu için, modelde yer alan tüm değişkenler için Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD testi ayrı ayrı uygulanmaktadır.

Tablo 3: Yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları

	Yüksek Gelirli	Üst orta gelirli	Alt orta gelirli	Düşük gelirli
lnCO	29.25 [0.000]	14.90 [0.000]	29.58 [0.000]	-3.56 [0.000]
lnGDP	108.25 [0.000]	60.09 [0.000]	39.19 [0.000]	-2.48 [0.013]
lnGDPK	108.37 [0.000]	60.84 [0.000]	39.61 [0.000]	-2.44 [0.015]
lnENC	63.37 [0.000]	24.85 [0.000]	21.45 [0.000]	-1.81 [0.070]

lnTR	59.59 [0.000]	30.00 [0.000]	23.82 [0.000]	4.97 [0.000]
lnURB	106.84 [0.000]	73.29 [0.000]	60.70 [0.000]	21.46 [0.000]

Not: Köşeli parantez içerisindeki değerler, olasılık değerleridir.

Tablo 3'te yüksek, üst orta, alt orta ve düşük gelirli ülke grupları için modelde yer alan tüm değişkenlerin CD test sonuçları yer almaktadır. Analiz sonucuna göre, tüm ülke gruplarında lnCO, lnGDP, lnGDPK, lnENC, lnTR ve lnURB serilerinin yatay kesit bağımlılığı içerdiği görülmektedir. Bu durumda paneli oluşturan ülkeler arasında, yatay kesit bağımlılığı vardır. Yani, bu ülke gruplarındaki ülkelerden herhangi birine gelen şoklar, gruptaki diğer ülkeleri de etkilemektedir diyebiliriz.

Tablo 4: Katsayı homojenliği testi sonuçları

	Yüksek Gelirli	Üst orta gelirli	Alt orta gelirli	Düşük gelirli
$\bar{\Delta}$	30.09 [0.000]	27.80 [0.000]	23.92 [0.000]	14.49 [0.000]
$\bar{\Delta}_{adj}$	33.64 [0.000]	31.09 [0.000]	26.74 [0.000]	16.20 [0.000]

Not: Köşeli parantez içerisindeki değerler, olasılık değerleridir.

Panel veri analizlerinde, yatay kesit bağımlılığının yanında, serilerin homojen olup olmadıklarının belirlenmesi sonraki aşamalarda uygulanacak birim kök ve eşbütünleşme testlerine karar vermede önem arz etmektedir. Bu nedenle çalışmada Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testleri kullanılmıştır.

Yüksek, üst orta, alt orta ve düşük gelirli ülkeler için delta testi sonuçları Tablo 4'te verilmektedir. Bu sonuçlara göre, tüm ülke gruplarında hesaplanacak eğim katsayılarının homojen olduğu sıfır hipotezi reddedilmiş, ülkeye özgü heterojenlik desteklenmektedir.

Panel Birim Kök Testleri

Paneli oluşturan farklı gelir düzeyindeki ülkeler için yatay kesit bağımlılığını ve heterojenliği dikkate alan CIPS ve CADF birim kök testleri kullanılmıştır. Tüm ülke grupları için panel birim kök testleri sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Panel CADF birim kök testi sonuçları

	Yüksek Gelirli Ülkeler	Üst Orta Gelirli Ülkeler	Alt Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Gelirli Ülkeler
lnCO	-1.875	-1.904	-2.074	-1.332
lnGDP	-1.514	-1.707	-1.971	-0.410
lnENC	-1.613	-2.489	-1.501	-1.764
lnTR	-1.636	-1.961	-1.733	-1.718
lnURB	-1.557	-2.062	-0.790	-2.034
Δ lnCO	-2.912***	-4.182***	-3.641***	-3.353***
Δ lnGDP	-2.742***	-3.704***	-3.830***	-4.593***
Δ lnENC	-2.493***	-4.177***	-3.512***	-3.412***
Δ lnTR	-2.630***	-3.930***	-3.898***	-3.803***
Δ lnURB	-2.482***	-2.445***	-2.682***	-2.561***

Not: Kritik değerler %1:-2.440 %5:-2.250 %10:-2.140

Yüksek gelirli ülkeler için yapılan CADF ve CIPS birim kök testleri sonuçlarına göre CO₂ emisyonunun düzeyde durağan olmadığı ancak fark durağan olduğunu göstermektedir. GDP serisinin birim kök testleri sonuçları incelendiğinde her iki teste göre düzeyde birim köke sahip iken, birinci farkı alındığında her iki testte de durağan hale geldiği görülmektedir. Yüksek gelirli ülkeler için ENC serisinin birim kök testi sonuçları incelendiğinde, düzeyde durağan olmadığı ama birinci farkta durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CADF ve CIPS birim kök testi sonuçlarına göre, yüksek gelirli ülkelerde TR serisi düzeyde birim köke sahip

olup, fark işlemi sonucunda %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu gözlemlenmektedir. Yine aynı şekilde yüksek gelirli ülke grubunda URB serisinin her iki test sonucuna göre düzeyde birim köke sahip olduğu, birinci farkı alındığında ise durağan olduğu görülmektedir.

Üst orta gelirli ülke grubu için yapılan CADF ve CIPS birim kök testi sonuçlarına göre CO₂ emisyonu serisinin düzeyde birim köke sahip olduğu, birinci farkı alındığında %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu görülmektedir. GDP serisinin birim kök testi sonuçları incelendiğinde düzeyde durağan olmadığı, fark işlemi sonucunda durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üst orta gelirli ülkeler için CADF ve CIPS birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, düzeyde durağan olmadığı ancak %1 anlamlılık düzeyinde fark durağan olduğu gözlemlenmektedir. TR serisinin birim kök testi sonuçları incelendiğinde, CADF testine göre düzeyde birim köke sahip iken CIPS testi sonucuna göre %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu görülmektedir. Birinci fark alma sonucunda her iki test sonucuna göre %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu sonucuna varılmıştır. Kentleşme (URB) serisinin her iki birim kök testi sonucuna göre düzeyde durağan olmadığı, fark alma işlemi sonucunda durağan olduğu görülmektedir.

Tablo 6: Panel CIPS birim kök testi sonuçları

	Yüksek Gelirli Ülkeler	Üst Orta Gelirli Ülkeler	Alt Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Gelirli Ülkeler
lnCO	-2.095	-2.465	-2.477	-2.490
lnGDP	-1.779	-2.451	-2.036	-2.612
lnENC	-2.146	-2.392	-2.347	-1.800
lnTR	-2.352	-2.668**	-2.465	-2.236
lnURB	-2.268	-2.344	-2.502	-2.220
ΔlnCO	-5.589***	-5.600***	-5.575***	-5.586***
ΔlnGDP	-4.126***	-4.499***	-4.452***	-4.622***
ΔlnENC	-5.700***	-5.488***	-5.203***	-4.523***
ΔlnTR	-4.684***	-5.078***	-5.491***	-5.203***
ΔlnURB	-3.077***	-2.612**	-4.369***	-3.596***

Not: Kritik değerler, %1:-2.55 %5:-2.60 %10:-2.72

Alt orta gelirli ülkeler için analiz sonuçlarına göre, CO serisinin düzeyde birim köke sahip olduğu ancak birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. GDP serisinin birim kök testi sonuçları incelendiğinde, her iki teste göre düzeyde birim köke sahip olduğu ama birinci farkı alındığında durağan hale geldiği gözlemlenmektedir. Aynı şekilde ENC serisinin her iki birim kök testi sonucuna göre düzeyde durağan olmadığı ancak fark durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alt orta gelirli ülkelerde TR serisinin birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, düzeyde birim köke sahip iken, birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. Son olarak URB serisinin CADF ve CIPS birim kök testi sonuçları incelendiğinde düzeyde birim köke sahip olduğu ancak fark durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Düşük gelirli ülke grubu için yapılan birim kök testi sonuçlarına göre, CO₂ emisyonu serisinin her iki birim kök testi sonucuna göre düzeyde durağan olmadığı ama birinci farkı alındığında %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu görülmektedir. Düşük gelirli ülke grubunda CADF ve CIPS birim kök testi sonuçları incelendiğinde, GDP, TR ve URB serilerinin düzeyde durağan olmadıkları ancak fark durağan oldukları gözlemlenmektedir.

Panel birim kök testleri, tüm ülke gruplarında modelde kullanılan tüm değişkenlerin birinci farklarının durağan olduğunu ortaya koymaktadır.

Panel Eşbütünlüşme Testi Sonuçları

Çalışmada Westerlund (2007) tarafından geliştirilen ikinci nesil panel eşbütünlüşme testinden, dört farklı gelir grubundaki ülkeler için modeldeki tüm değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkinin varlığını test etmek için faydalanılmaktadır.

Tüm ülke grupları için Westerlund (2007) tarafından geliştirilen panel eşbütünlüşme testi sonuçları Tablo 7’de verilmektedir. Yatay kesit bağımlılığını dikkate alan bu test sonuçlarına göre, Ga ve Pa istatistiklerine göre eşbütünlüşme yoktur sıfır hipotezi reddedilememesine rağmen, Gt ve Pt istatistiklerine göre tüm ülke grupları için eşbütünlüşme yoktur sıfır hipotezi reddedilmekte; böylece, tüm ülke grupları için eşbütünlüşme olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 7: Panel eşbütünlüşme testi sonuçları

	Yüksek Gelirli Ülkeler	Üst Orta Gelirli Ülkeler	Alt Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Gelirli Ülkeler
Gt	-2.278 [0.000]	-2.486 [0.000]	-3.110 [0.000]	-2.275 [0.070]
Ga	-3.376 [0.910]	-3.298 [0.920]	-2.324 [0.996]	-3.642 [0.640]
Pt	-10.595 [0.060]	-10.420 [0.000]	-11.261 [0.000]	-10.781 [0.040]
Pa	-2.652 [0.510]	-3.437 [0.380]	-2.622 [0.994]	-3.040 [0.360]

Not: Gecikme sayıları 3 olarak alınmıştır. Köşeli parantez içerisindeki değerler, olasılık değerlerini göstermektedir. Olasılık değerleri 1000 tekrarlı bootstrap dağılımdan elde edilmiştir.

Panel FMOLS Testi Sonuçları

Seriler arasında uzun dönemli ilişkisinin varlığı tespit edildikten sonra serilerin uzun dönem katsayılarını tespit etmek için Panel FMOLS yöntemi kullanılmaktadır. FMOLS testi sonuçları dört farklı ülke grubu için ayrı ayrı elde edilmiş ve Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Yüksek gelirli ülkeler için panel FMOLS testi sonuçları

Değişkenler	Yüksek Gelirli Ülkeler	Üst Orta Gelirli Ülkeler	Alt Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Gelirli Ülkeler
lnENC	0.75*** [38.20]	0.74*** [30.90]	0.35*** [13.33]	1.47*** [30.53]
lnGDP	-0.38*** [-21.67]	1.07*** [52.02]	0.52*** [25.16]	0.42*** [10.20]
lnGDPK	0.06*** [4.87]	-0.08*** [-5.86]	-0.04** [-2.48]	-0.03 [-0.91]
lnTR	0.02 [0.97]	-0.06** [-2.30]	0.14*** [5.15]	0.24*** [5.25]
lnURB	-0.20*** [-19.04]	0.60*** [47.11]	0.35*** [301.01]	-0.63*** [-27.75]
dummy*lnENC	-0.06** [-2.26]	0.01 [0.41]	0.02*** [5.31]	-0.01 [-0.31]

*** %1, ** %5 ve * %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler t istatistiğidir.

Panel FMOLS sonuçlarına bakıldığında, yüksek gelirli ülkeler için kişi başı milli gelir serisinin katsayısının negatif işaretli, kişi başı milli gelirin karesinin ise pozitif işaretli olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre milli gelirin artmasıyla karbon emisyonunun ilk başlarda azaldığı, belirli bir dönüm noktasından sonra ise milli gelirin artmasıyla karbon emisyonunun artmaya başladığı şeklinde olan U şeklinde bir ilişki olduğu görülmektedir. % 1 anlamlılık düzeyinde kişi başı enerji tüketiminin istatistiksel olarak anlamlı ve katsayısının pozitif olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre, yüksek gelirli ülke grubunda enerji tüketimindeki % 1’lik bir artış, karbon emisyonunu yaklaşık olarak % 0.75 artırmaktadır.

Panel FMOLS sonuçlarına göre, dışa açıklık oranı parametresinin analizde kullanılan 33 yüksek gelirli ülke grubu için istatistiksel olarak anlamsız olduğu gözlemlenmektedir. Diğer yandan, yüksek gelirli ülke grubunda kentleşme serisinin uzun dönem katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Analiz sonuçlarına göre yüksek gelirli ülkeler için, kentleşme oranının katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve -0.20'dir. Son olarak Kyoto kukla değişkeni parametresinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve çevre kirliliğini yaklaşık olarak % 0.06 azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Üst orta gelirli ülkeler için ekonomik kalkınmanın karbon dioksit emisyonuna etkisine yönelik Panel FMOLS katsayı tahmincisi testi sonuçları incelendiğinde, GDP değişkeninin pozitif işaretli ve % 1'lik anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. GDPK değişkeninin katsayısı ise negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu iki değişken açısından bakıldığında üst orta gelirli ülke grubunda kişi başı milli gelir ile CO₂ emisyonu arasında ters-U ilişkisinin olduğu ve ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu ülke grubu için enerji tüketimindeki % 1'lik artış karbon dioksit emisyonu düzeyini % 0.74 artırmaktadır. Kentleşme oranını temsilen kullanılan URB serisinin katsayısı ise 0.60 ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, üst orta gelirli ülke grubu için kentleşme çevre kirliliğini artırıcı bir faktördür. Diğer bir yandan, TR serisinin uzun dönem parametresi incelendiğinde negatif işaretli ve % 5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Son olarak, Kyoto sonrası enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılan dummy*lnENC serisinin uzun dönem katsayısı istatistiksel olarak anlamsızdır.

Alt orta gelirli ülkeler için ekonomik kalkınmanın karbon dioksit emisyonuna etkisini araştırmak için uygulanan Panel FMOLS katsayı tahmincisi testi sonuçlarına bakıldığında ENC serisinin uzun dönem parametresinin pozitif işaretli olduğu ve % 1'lik anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliğini tespit etmek için incelenen GDP ve GDPK serilerinin katsayıları, alt orta gelirli ülke grubu için milli gelir ile CO₂ emisyonu arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu ispatlamaktadır. Panel FMOLS testi sonuçlarına göre, dışa açıklık endeksindeki % 1'lik artış karbon dioksit emisyonu seviyesini % 0.14 artırmaktadır. Alt orta gelirli ülkeler için URB serisinin uzun dönem katsayısı % 1'lik anlamlılık düzeyinde anlamlı ve 0.35'tir. Son olarak, dummy*lnENC serisinin katsayısına bakıldığında pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Alt orta gelir grubunda kukla değişkenin katsayısı pozitif olsa da ENC serisinin katsayısı ile kıyaslandığında değer olarak daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durum, Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesiyle enerji tüketiminin karbon dioksiti azaltıcı etkisinin yavaşladığını göstermektedir.

Düşük gelirli ülkeler için CO₂ emisyonu ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi test etmek için kullanılan Panel FMOLS testi sonuçları yer almaktadır. Panel sonuçlarına bakıldığında, kişi başı enerji tüketimindeki % 1'lik bir artış karbon dioksit emisyonunu % 1.47 artırmaktadır. Yine aynı şekilde, analize dâhil edilen altı düşük gelirli ülke grubu için kişi başı milli gelirdeki % 1'lik artış çevre kirliliği göstergesi olarak kullanılan CO₂ emisyonu düzeyini % 0.42 artırmaktadır. GDPK serisinin uzun dönem katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için az gelişmiş ülkelerde ÇKE hipotezi geçerli değildir. TR serisinin parametre sonuçlarına bakıldığında % 1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu ve katsayı değerinin 0.24 olduğu görülmektedir. Düşük gelirli ülkelerde küreselleşmenin çevre kirliliğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Buna karşın, kentleşme oranının katsayısı negatif işaretli ve % 1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Son olarak, düşük gelirli ülkelerde kukla değişkeninin karbon dioksit emisyonu üzerinde bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada farklı gelir düzeyindeki ülke grupları için 1980-2013 yıllarını kapsayan dönem için kişi başı milli gelir, kişi başı milli gelirin karesi, enerji tüketimi, dışa açıklık oranı, kentleşme ve karbon emisyonu ilişkisi analiz edilmiştir. Küresel çevresel sorunları önleyici tedbirlerin etkisinin test edilmesi, bu sorunların çözümü için önem arz etmektedir. 1997 yılında BM himayesinde yapılan ve sera gazı emisyon artışlarına kısıtlama getiren Kyoto Protokolü, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu anlaşma, fosil yakıtlı enerji tüketiminin azaltılması, enerjinin daha etkin kullanılması, daha temiz enerji kaynaklarının kullanılması, çevre dostu enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve bunun ülkeler arası transferinin teşvik edilmesi gibi enerji alanında birçok düzenlemenin yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu yüzden enerji tüketimindeki Kyoto Protokolünün çevresel etkisini incelemek için, protokolün yürürlüğe girdiği yıl olan 2005 yılı için kukla değişken kullanılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, yüksek gelirli ülkelerde milli gelir ile karbon emisyonu arasında U şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir. Yani, bu ülkelerde ÇKE hipotezi geçerli değildir. Johansson ve Krüström (2007), Lorente ve Álvarez-Herránz (2016) ve Lorente vd. (2017) çalışmalarında daha yüksek gelir seviyelerinde ama düşük büyüme oranlarında, teknoloji eskime etkisiyle çevresel bozulmanın arttığı iddia edilmektedir. Teknoloji eskime etkisiyle, çevresel bozulmayı artıran ölçek etkisinin teknoloji ve bileşim etkilerini aştığı ve sonucunda çevre kirliliğinin tekrar artmaya başladığı iddia edilmektedir. Bu açıklamalar, yüksek gelirli ülkelerde milli gelir ile çevre kirliliği arasındaki U şeklindeki ilişkiyi desteklemektedir. Panel FMOLS testi sonuçlarına göre, üst orta gelirli ve alt orta gelirli ülke gruplarında ters-U şeklindeki ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu ülke gruplarında ilk başlarda kişi başı milli gelirin artmasıyla üretim artışı artmakta, ölçek etkisiyle kullanılan girdi ve hammadde artmakta, doğaya bırakılan atık miktarı artmakta ve bu süreçte çevresel bozulmalar artmaktadır. Daha sonra daha yüksek gelir seviyesine ulaşan bu ülke gruplarında daha temiz bir çevreye olan talep artmakta ve yapısal değişimlerle birlikte daha temiz ekonomik faaliyetlere doğru bir kayma söz konusudur. Ayrıca, daha yüksek gelir seviyelerine ulaşıldığında AR-GE harcamaları artmakta ve daha çevre dostu teknolojiler sayesinde çevresel kalite yükselmektedir. Bu sonuçlar Farhani (2013), Farhani (2014a), Arı ve Zeren (2011) ve Apergis ve Oztürk (2015) çalışmalarının sonuçları ile uyumludur. Düşük gelirli ülke grubu sonuçları incelendiğinde, ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı görülmektedir. Düşük gelirli ülkelerde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında doğrusal artan bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, bu ülke grubunda çevresel iyileşmenin başladığı ve dönüm noktası olarak kabul edilen gelir seviyesine ulaşamadığı şeklinde yorumlanabilir.

Analiz sonuçlarına göre, tüm ülke gruplarında enerji tüketiminin karbon emisyonunu artırdığı görülmektedir. Yani enerji tüketimindeki bir artış karbon dioksit emisyonu miktarını artırmaktadır. Ticari serbestleşmenin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi alt orta ve düşük gelirli ülke grubunda pozitif iken, üst orta gelirli ülke grubunda negatiftir. Kentleşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisi incelendiğinde, yüksek ve az düşük gelirli ülke gruplarında kentleşme oranı ile karbon dioksit emisyonu arasında negatif ve azaltıcı bir ilişki var iken, üst orta ve alt orta gelir grubu ülkelerde ise pozitif yönlü ve CO₂ emisyonunu artırıcı bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Kyoto Protokolü kukla değişkeni katsayıları incelendiğinde, panel FMOLS katsayı tahminci testi sonuçlarına göre yüksek gelirli ülkelerde kukla değişkenin katsayısı negatif işaretli istatistiki olarak anlamlıdır. Bu sonuç, Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesiyle karbon emisyonunu azaltma yönünde yapılan düzenlemelerin enerji alanında olumlu olduğunu göstermektedir. Alt orta gelir ülke grubunda kukla değişkenin katsayısı pozitif olmasına rağmen, ENC serisinin katsayısı ile kıyaslandığında değer olarak daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, alt orta gelir grubunda Kyoto sonrasında çevresel bozulma hızında bir yavaşlama olduğunu göstermektedir.

Sonuçlar incelendiğinde, enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu artırdığı görülmektedir. Bu durumda politika yapıcılara enerji üretiminde ve tüketiminde çevre dostu teknolojileri teşvik etmesi ve enerji portföyünde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranını artırması önerilmektedir. Ayrıca çalışanları, firmaları ve tüm toplumu enerji verimliliği konusunda daha fazla bilinçlendirerek enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması mümkün olabilir.

Extended Abstract

The reason for the emergence of important environmental problems such as global warming and climate change is the increase in the amount of greenhouse gases in recent years. The amount and composition of greenhouse gases, which have a natural balance in the structure of the atmosphere and determine how much of the rays coming from the sun and reflected from the earth will pass through the atmosphere, started to change with the Industrial Revolution. Mass production, starting with the Industrial Revolution, has significantly increased the population and the significant increase of the population has brought along a rapid increase in urbanization, consumption, energy demand, which is the main input of production, and international trade. The energy need resulting from these developments was met from fossil fuels such as coal, oil and natural gas. Significant CO₂ emissions are released into the atmosphere as a result of consuming fossil fuels.

The main purpose of this study is to estimate the relationship between economic growth and CO₂ emissions for groups of countries with different income levels. Another important purpose is to analyze the effect of the dummy variable used to determine the impact of the Kyoto Protocol, which is an important contract for the prevention of global environmental problems, for different groups of countries with different income levels. In addition, it is aimed to establish appropriate policies to prevent global environmental problems and to create a social environmental awareness in this regard.

It is important to consider whether there is cross-sectional dependence in panel data analysis. Therefore, it is firstly tested the cross-sectional dependence of the series in this study. After examining the slope heterogeneity of the series, it is used the appropriate second generation panel data methods. In this study, it is used CD test developing Pesaran (2004) to investigate the cross-sectional dependence. Then, it is used the delta tests developing Pesaran and Yamagata (2008) to analyze the slope heterogeneity. Thirdly, it is utilized the second generation unit root tests taking the cross-sectional dependence and slope heterogeneity into account. The cointegration test developing Westerlund (2007) is applied to determine whether the variables are cointegrated. Finally, panel FMOLS estimator is used to determine the coefficients of the series.

According to CD test results of all variables in the model for high, upper middle, lower middle and low income country groups, It is seen all series in all country groups include cross-sectional dependence. In this case, there is a cross-section dependency among the countries. According to the delta test results, the null hypothesis that the slope coefficients to be calculated in all country groups are homogeneous was rejected and country-specific heterogeneity is supported. CIPS and CADF unit root tests results considering the cross-sectional dependence and slope heterogeneity showed that the series are integrated at I (1) level in all country groups. Panel cointegration test results revealed that there is a long-run relationship between the variables for all panel. According to the panel FMOLS test results, the existence of EKC hypothesis is validated for lower middle income and upper middle income country groups, while the existence of the hypothesis is not validated for low income and high income country groups. In all country groups, the coefficient of energy consumption is positive and statistically significant. An increase in trade liberalization increases carbon

dioxide emission levels in lower middle income and low income country groups, whereas an increase in trade liberalization in upper middle income country group reduces the emission level. An increase in urbanization in developed and underdeveloped countries reduces CO₂ emissions while increasing CO₂ emissions in the upper middle income and lower middle income groups. In the high income country group, the coefficient of the Kyoto dummy variable is negative and statistically significant; it has positive sign in lower middle income country group and statistically significant.

This study, which aims at investigating economic growth and environmental pollution nexus for groups of countries with different development levels in the context of Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, is to analyze the relationship between energy consumption, real gross domestic product (GDP) per capita, the square of real GDP per capita, urbanization, trade liberalization and CO₂ emissions for the period of 1980-2013 for groups of countries with different development levels. In addition, in order to examine the impact of the Kyoto Protocol which came into force in 2005 on carbon emissions, a dummy variable was used for energy consumption in 2005. According to the findings, the existence of EKC hypothesis is validated for lower middle income and upper middle income country groups, while the existence of the hypothesis is not validated for low income and high income country groups. In all country groups, the coefficient of energy consumption is positive and statistically significant. An increase in trade liberalization increases carbon dioxide emission levels in lower middle income and low income country groups, whereas an increase in trade liberalization in upper middle income country group reduces the emission level. An increase in urbanization in developed and underdeveloped countries reduces CO₂ emissions while increasing CO₂ emissions in the upper middle income and lower middle income groups. In the high income country group, the coefficient of the Kyoto dummy variable is negative and statistically significant; it has positive sign in lower middle income country group and statistically significant. In this case, policy makers are recommended to promote environmentally friendly technologies in energy production and consumption and to increase the rate of renewable energy sources in the energy portfolio. In addition, it may be possible to reduce the negative effects of energy consumption on the environment by raising awareness of employees, companies and the whole society on energy efficiency.

Kaynakça

- Al-Mulali, U., Saboori, B. & Ozturk, I. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*, 76, 123-131.
- Apergis, N. & Özturk, I. (2015). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 52, 16-22.
- Arı, A. & Zeren, F. (2011). CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme: panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 37-47.
- Baltagi, B.H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Basher, S.A. & Mohsin, M. (2004). PPP tests in cointegrated panels: evidence from Asian developing countries. *Applied Economics Letters* 2004(11), 163-166.
- Bilgili, F., Öztürk, İ., Koçak, E., Bulut, Ü., Pamuk, Y., Muğaloğlu, E. & Bağlıtaş, H. H. (2016). The influence of biomass energy consumption on CO₂ emissions: a wavelet coherence approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(19), 19043-19061.

-
- Campbell, J. Y., & Perron, P. (1991). Pitfalls and opportunities: what macroeconomists should know about unit roots. *NBER Macroeconomics Annual*, 6, 141-201.
- Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2013). Large panel data models with cross-sectional dependence: a survey. *CAFE Research Paper*, (13.15).
- Dağdemir, Ö. (2003). *Çevre sorunlarına ekonomik yaklaşımlar ve optimal politika arayışları*. Baskı yeri: Gazi Kitabevi.
- Danish & Wang, Z. (2019). Does biomass energy consumption help to control environmental pollution? Evidence from BRICS countries. *Science of the Total Environment*, 670, 1075-1083.
- Destek, M. A. & Ozsoy, F. N. (2015). Relationships between economic growth, energy consumption, globalization, urbanization and environmental degradation in Turkey. *International Journal of Energy and Statistics*, 3(04), 1550017.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Farhani, S., Chaibi, A. & Rault, C. (2014b). CO 2 emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38, 426-434.
- Farhani, S., Mrizak, S., Chaibi, A. & Rault, C. (2014a). The environmental Kuznets curve and sustainability: A panel data analysis. *Energy Policy*, 71, 189-198.
- Farhani, S., Shahbaz, M. & Arouri, M. E. H. (2013). Panel analysis of CO2 emissions, GDP, energy consumption, trade openness and urbanization for MENA countries. *MPRA Paper No. 49258*.
- Gozgor, G. & Can, M. (2016). Export product diversification and the environmental Kuznets curve: evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21594-21603.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (No. w3914). National Bureau of Economic Research.
- Inglesi-Lotz, R. & Dogan, E. (2018). The role of renewable versus non-renewable energy to the level of CO2 emissions a panel analysis of sub-Saharan Africa's Big 10 electricity generators. *Renewable Energy*, 123, 36-43.
- Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO2 emissions: a cointegration analysis for China. *Energy policy*, 37(12), 5167-5172.
- Javid, M. & Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.
- Jebli, M. B. & Youssef, S. B. (2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 173-185.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Muhammad, S., Lean, H. H., & Muhammad, S. S. (2011). Environmental Kuznets curve and the role of energy consumption in Pakistan. *MPRA Paper No. 34929*.
- Nasir, M., & Rehman, F. U. (2011). Environmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation. *Energy Policy*, 39(3), 1857-1864.
-

- Nazlıoğlu, Ő. (2010). *Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Ozturk, I. & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262-267.
- Pedroni, P. (2000). Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels. *Advances in Econometrics* 15, 93–130.
- Pesaran, M. H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels*. University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Economics No. 0435.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Rafindadi, A. A. (2016). Revisiting the concept of environmental Kuznets curve in period of energy disaster and deteriorating income: Empirical evidence from Japan. *Energy Policy*, 94, 274-284.
- Saboori, B., Sulaiman, J. B. & Mohd, S. (2012b). An empirical analysis of the environmental Kuznets curve for CO2 emissions in Indonesia: the role of energy consumption and foreign trade. *International Journal of Economics and Finance*, 4(2), 243.
- Shahbaz, M., Khraief, N., Uddin, G. S. & Ozturk, I. (2014a). Environmental Kuznets curve in an open economy: A bounds testing and causality analysis for Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 325-336.
- Shahbaz, M., Lean, H. H. & Shabbir, M. S. (2012). Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: cointegration and Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947-2953.
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T. & Ali, A. (2013b). Revisiting the environmental Kuznets curve in a global economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 494-502.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Tiwari, A. K., Shahbaz, M. & Hye, Q. M. A. (2013). The environmental Kuznets curve and the role of coal consumption in India: cointegration and causality analysis in an open economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 519-527.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748.