



*The Journal of Academic Social Science Studies*

**JASSS**

*International Journal of Social Science*

*Doi number: <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS2442>*

*Number: 27 , p. 349-362, Autumn I 2014*

## **GELİŞEN EKONOMİLERDE KARBONDİOKSİT EMİSYONU, EKONOMİK BÜYÜME VE EĞİTİM ARASINDAKİ İLİŞKİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

*THE NEXUS BETWEEN CARBON DIOXIDE EMISSIONS, ECONOMIC  
GROWTH AND EDUCATION IN EMERGING ECONOMIES: A PANEL DATA  
ANALYSIS*

*Dr. Cengiz AYTUN*

*Çukurova Üniversitesi Kozan Meslek Yüksekokulu Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü*

### **Özet**

Bu çalışmanın amacı karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve eğitim düzeyi arasındaki ilişkinin eşbütünlük ve panel vektör hata düzeltme modeli ile araştırılmasıdır. Bu amaçla gelişmekte olan 10 ülkeye ait veriler 1971-2010 yıllarını kapsayacak şekilde analiz edilmiştir. Önceki çalışmalardan farklı olarak uygulama, farklı eğitim seviyelerinin karbondioksit salınımına olan etkisini araştırmaktadır. Sonuçlar çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Eğitim düzeyine ilişkin sonuçlar da bu hipotezi desteklemektedir. Buna göre ortaöğrenim eğitim düzeyi artarken karbondioksit salınımı da artmaktadır. Yükseköğrenim düzeyinin artmasının ise karbondioksit salınımına azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Son olarak seriler arasında kısa dönemli nedensellik ilişkisi bulunmazken uzun dönemde açıklayıcı değişkenler beraberce karbondioksit salınımına neden olmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Karbondioksit Salınımı, Ekonomik Büyüme, Eğitim, ÇKE, Panel Veri Analizi

### **Abstract**

The aim of this study is to investigate the relationship among the economic growth, energy consumption, education level and carbon dioxide emissions via the panel cointegration analysis and vector error correction model. The 10 emerging countries' data are analyzed for the period from 1971 to 2010. Unlike the preceding studies, this study investigates the effect of different education levels on carbon dioxide emissions. The results have also proved the Environmental Kuznets Curve hypothesis. The results which belong to education level support this hypothesis as well. According to the results, when the secondary education level is high, the carbon dioxide emissions increase. On the other hand, as the tertiary education level increases

carbon dioxide emissions decrease. Eventually, there isn't causality relationship in the short run, but in the long run the explanatory variables altogether cause the increase of carbon dioxide emissions.

**Key Words:** Carbon Dioxide Emission, Growth, Education, EKC, Panel Data Analysis

**JEL Classification Code:** C33, O13, Q43, Q56

## 1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme ile çevre ilişkisi bugüne kadar çok tartışmalı bir alan olmuştur ve muhtemelen bu tartışmalar gelecekte de devam edecektir. Bir kesim ortaya çıkan kirlilik problemini, küresel ısınmaya engel olmadaki başarısızlığı ve üçüncü dünyadaki sürekli artan nüfusu insanoğlunun öngörüsüzlük ve açgözlülüğünün bir ispatı olarak görmektedir. Diğer bir kesim ise gelişmelere olumlu yönden yaklaşarak ortaya çıkan daha temiz şehirlere, büyük şehirlerde hava kirliliğini azaltan gelişmelere işaret etmektedir. İnsanoğlunun yaşam şartlarında meydana gelen bu harika iyileşmelerin teknolojik gelişmeler sayesinde mümkün olduğuna dikkati çekmektedirler (Brock ve Taylor, 2004, s. 1). Bu ihtilaflar nedeni ile literatürde enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve çevre ilişkisi araştırmacılar tarafından yaygın olarak araştırılan bir alan olmuştur. Yapılan ilk çalışmaların öncelikle ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiye odaklandığı görülmektedir. Bu konudaki öncü olarak kabul edilen Stern'in (1993) ABD için gerçekleştirdiği çalışmasında GSYİH, enerji tüketimi, sermaye stoku ve istihdam arasında VAR modeli oluşturulmuştur. Granger tipi nedensellik testi sonuçları ise enerji kullanımından GSYİH'ya doğru nedensellik olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı konuda farklı ülkeler için yapılmış hata düzeltme modeli çalışmaları da (Belloumi, 2009; Yuan, Zhao, Yu ve Hu, 2007) enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini desteklemektedir. Enerji alanındaki çalışmaların, ilerleyen aşamalarda çevresel bozulmaya neden olan faktörleri açıklamaya yönlendiği görülür. Bu alandaki birçok çalışma (Ang, 2007; Apergis ve Payne, 2010; Soytas, Sari ve Ewing, 2007; Zhang ve Cheng, 2009) çevresel bozulma göstergesi olarak karbondioksit salınımını almış ve enerji tüketimi ve ekonomik büyümeyle olan ilişkisini farklı ülke ve ülke grupları için araştırmıştır. Bu çalışmaların ana araştırma konularından birisi de Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin test edilmesidir. ÇKE hipotezi çevresel bozulma ile ilişkili çeşitli göstergelerle kişi başına düşen geliri ilişkilendirmektedir. Ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliği artmakta, ancak kişi başına gelirin yeterince artması ile trend tersine dönmektedir (Stern, 2004, s. 1419). Hipoteze göre ekonomik büyüme çevresel kaliteyi üç kanaldan etkilemektedir. Bunlar sırası ile ölçek, kompozisyon ve teknik etki kanallarıdır. Ölçek etkisi daha çok çıktı elde etmek için daha fazla girdiye ve doğal kaynağa ihtiyaç duyulacağını öne sürmektedir. Bu durumda çıktılara ilave olarak kirli atıklar ve emisyonlar da üretilmektedir. Bu nedenle büyümenin ölçek etkisinin çevreye negatif etkisi bulunmaktadır. Kompozisyon etkisi ise çıktı artışları ile ekonomik yapının daha az kirlilik yaratan sektörlerle yöneleceğini öne sürmektedir. Teknik etki ise ekonomik büyüme ile ortaya çıkan teknolojik ilerleme ile eski ve daha

kirli teknolojilerin yerini çevresel kaliteyi arttıran yeni ve daha temiz teknolojilerin alacağını öne sürmektedir. Ters dönmüş U şekline benzetilen ÇKE hipotezine göre gelişmenin ilk aşamalarında ekonomik büyümenin olumsuz ölçek etkisi ile çevre kirliliği artacaktır. Ancak belirli bir aşamadan sonra çevre kirliliği kompozisyon ve teknik etkiler sayesinde tekrar azalacaktır (Apergis ve Payne, 2010, s. 652).

Genel literatür bu kanallardan gelişirken ÇKE hipotezine etki edecek diğer faktörlerin neler olabileceği de başka araştırmaların önünü açmıştır. Ölçek, kompozisyon ve teknik etki kanallarının dışında doğrudan yabancı sermaye yatırımları, teknoloji yayımları, küreselleşme, kamusal düzenlemeler ve mülkiyet hakları gibi faktörlerin etkileri de araştırılmaya başlanmıştır (Dinda, 2004, s. 435–439). Bazı çalışmalar ise eğitimin ÇKE hipotezi üzerine olası etkilerini ele almıştır. Buna göre artan gelir kamusal düzenlemeleri sıkılaştırmaktadır. Daha yüksek refah düzeyindeki ülkelerin kirliliğe karşı daha sıkı düzenlemeler yapması temelde üç nedene dayanmaktadır. Birincisine göre artan refah ile sağlık ve eğitim gibi temel alanlara daha fazla yatırım yapılması sayesinde çevre kirliliğinin yarattığı sorunlar öncelikli bir konuma taşınmaktadır. Nedenlerden ikincisine göre yüksek gelirli toplumlarda güçlü düzenleyici kurumlar bulunmaktadır. Teknik personel daha bol, izleme ve denetleme faaliyetlerine ayrılan bütçeler daha geniştir. Üçüncü olarak yüksek gelir ve eğitim düzeyi ulusal hükümetin tutumu ne olursa olsun yerel toplulukları daha yüksek çevre standartlarının uygulanmasını gündeme getirme konusunda daha güçlü kılar (Bimonte, 2002, s. 149; Dasgupta, Laplante, Wang, ve Wheeler, 2002, s. 152–153; Wheeler, 2001, s. 233). Özetle artan gelir ve eğitim düzeyinin çevresel Kuznets eğrisinin yukarıya dönmesine neden olacağı görülmektedir. Çevre kirliliği sorunu özellikle gelişen ülkelerde büyük bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle gelişen ülkeler için çevre kirliliği, ekonomik büyüme enerji tüketimi ve eğitim arasındaki ilişkinin ampirik olarak açıklığa kavuşturulması gerekmektedir.

Bir çevresel kalite göstergesi olan karbondioksit salınımı ile enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri araştıran çalışmalar; ele alınan zaman aralığı, ülke ya da ülke gruplarına göre çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmalardan Soytaş vd.'nin (2007) ABD için gerçekleştirdikleri Granger nedensellik analizinde enerji kullanımından karbondioksit salınımına doğru nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Apergis ve Payne (2010) Bağımsız Devletler Topluluğu üyesi 11 ülke için gerçekleştirdikleri çalışmada panel eşbütünleşme ve panel vektör hata düzeltme modeli (VECM) uygulaması yapmışlardır. Sonuçlar karbondioksit emisyonu ile enerji tüketimi arasında karşılıklı uzun dönemli nedensellik olduğunu göstermektedir. Bulgular ayrıca ters U şeklinde ortaya çıkan çevresel Kuznets eğrisinin varlığını onaylamaktadır. Bir diğer çalışmada Wang, Zhou, Zhou ve Wang (2011) aynı panel VECM yaklaşımını Çin'in 28 şehri arasında gerçekleştirmişti. Çalışmada bulgular her üç değişkenin kendi aralarında iki yönde nedensellik ilişkisine sahip olduğunu göstermektedir. Ek olarak çevresel Kuznets eğrisinin varlığı kabul edilememiştir. Mevcut literatür incelendiğinde bu çalışmada ele alınan ülkeler ve zaman periyodu

için bir ampirik çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Ek olarak yapılan çalışma ÇKE hipotezinin varlığının testinde farklı okullaşma düzeylerini modele eklemektedir. Literatüre bu yönden bakıldığında modellere eğitim düzeylerini ilave eden başka bir çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Söz konusu etkileri araştırmak üzere çalışmada öncelikle panel birim kök (Im, Pesaran ve Shin, 2003; Levin, Lin ve Chu, 2002) ve eşbütünleşme (Pedroni, 1999; 2004) metodları uygulanmıştır. Serilerin birinci dereceden durağan ve aralarında eşbütünleşik olduklarının bulunmasından sonra uygulama modeli Panel Fully Modified OLS (Pedroni, 2000) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına ters U şeklindeki çevresel Kuznets eğrisinin varlığına işaret etmektedir. Ayrıca karbondioksit salınımı ile orta öğretim okullaşma oranı arasında pozitif yönde ilişki bulunurken yükseköğretim okullaşma oranı arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Eğitim düzeyine ilişkin bulgular ÇKE hipotezini destekler niteliktedir. Uygulamada ek olarak panel vektör hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. Bulgular seriler arasında kısa dönemli nedensellik ilişkisinin bulunmadığını göstermektedir. Uzun dönemli nedensellik analizi sonuçlarına göre ise ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve okullaşma oranlarından karbondioksit salınımına doğru uzun dönemli bir hata düzeltme ve nedensellik mekanizmasının bulunduğunu göstermektedir.

Çalışmanın ikinci bölümde çalışmaya dahil edilecek ülkelere ait veriler ve kullanılacak yöntem hakkında açıklamalarda bulunulacaktır. Üçüncü bölümde karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve okullaşma oranları arasındaki nedensellik ilişkisi panel veri analiz araçlarıyla test edilecektir. Dördüncü ve son bölümde çalışmada elde edilen bulgular yorumlanacaktır.

## 2. VERİ VE MODEL

Çalışma kapsamındaki gelişmekte olan ülkelere<sup>1</sup> ait veri seti Dünya Bankasının Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından alınmış olup, 1971-2010 dönemine ilişkin yıllık gözlemlerden oluşmaktadır. Analize konu veriler ve kaynakları Tablo 1'de verilmektedir. Serilere için elde edilmiş tanımlayıcı istatistikler ise EK'te sunulmaktadır.

**Tablo 1: Serilere İlişkin Açıklamalar ve Kaynaklar**

KOD	Açıklama	Kaynak
C	Kişi başına CO2 emisyonu (metrik ton)	WDI <sup>a</sup>
Y	Kişi başına Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (2005 yılı sabit fiyatlarıyla - USD)	WDI <sup>a</sup>
E	Kişi başına enerji kullanımı (kg olarak petrole eşdeğer)	WDI <sup>a</sup>
P	Okullaşma oranı, ilköğretim (% brüt)	WDI <sup>a</sup>
S	Okullaşma oranı, ortaöğretim (% brüt)	WDI <sup>a</sup>
T	Okullaşma oranı, yükseköğretim (% brüt)	WDI <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Çin, Endonezya, Hindistan, Macaristan, Meksika, Mısır, Peru, Şili, Tayland ve Türkiye.

<sup>a</sup>The World Bank World Development Indicators: <http://databank.worldbank.org/data/views/variableSelection/selectvariables.aspx?source=world-development-indicators> (Erişim: 20.05.2014)

Bu çalışmada yöntem olarak Apergis ve Payne (2010, s. 651) ve Wang vd. (2011, s. 4872) tarafından izlenen panel veri analizi yaklaşımı kullanılacaktır. Karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi, ve gayrisafi yurtiçi hasıla arasındaki uzun dönemli ilişki Denklem 1’de ifade edilmektedir. İkinci model (Denklem 2), birinci modele okullaşma oranları eklenerek geliştirilmiştir.

$$\text{Model 1: } C_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} Y_{i,t} + \beta_2 Y^2_{i,t} + \beta_3 E_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$\text{Model 2: } C_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} Y_{i,t} + \beta_2 Y^2_{i,t} + \beta_3 E_{i,t} + \beta_4 P_{i,t} + \beta_5 S_{i,t} + \beta_6 T_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Her iki modelde  $i$  ülkeleri,  $t$  ise zaman periyodunu ifade etmektedir.  $C$  metrik ton cinsinden kişi başına karbondioksit emisyonunu,  $Y$  2005 yılı sabit fiyatlarıyla kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılayı (USD),  $E$  kilogram cinsinden petrole eşdeğer kişi başına enerji kullanımı,  $P$ ,  $S$  ve  $T$  ise sırası ile ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim okullaşma oranlarını ifade etmektedir. Modeldeki bütün serilere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Bu nedenle serilere ilişkin tahmin edilecek olan  $\beta_1 \dots \beta_6$  katsayıları açıklayıcı değişkenlerin karbondioksit emisyonuna olan uzun dönemli etkilerini gösteren esneklikleri ortaya koyacaklardır. Çevresel Kuznets Hipotezi (Dinda, 2004, s. 440–441; Kaika ve Zervas, 2013, s. 1394) uyarınca  $\beta_1$  katsayısının pozitif ve  $\beta_2$  katsayısının negatif olması beklenmektedir. Ayrıca enerji tüketimindeki artışın karbondioksit salınımını arttıracığı (Apergis ve Payne, 2010; Wang vd., 2011) düşünülerek  $\beta_3$  katsayısının pozitif olması beklenmektedir. Modele önceki çalışmalardan farklı olarak ilave edilen okullaşma oranlarının da Çevresel Kuznets Hipotezini desteklemesi beklenmektedir. Buna göre eğitim düzeyi ilk ve orta öğretim düzeyinde iken düşük beşeri sermaye ile kullanılacak yüksek karbon salımlı teknolojiler nedeni ile  $\beta_4$  ve  $\beta_5$  katsayılarının pozitif olması beklenmektedir. Yüksek öğrenim okullaşma oranının zaman içerisinde artarak beşeri sermaye ve çevre bilincinin arttırması (Bimonte, 2002, s. 149; Dasgupta vd., 2002, s. 152–153; Dinda, 2004, s. 437–438; Wheeler, 2001, s. 233) nedeni ile kişi başına karbondioksit salınımının azalması beklenmektedir. Bu nedenle yükseköğrenim okullaşma oranına ilişkin  $\beta_6$  katsayısının negatif olması beklenmektedir.

### 3. YÖNTEM VE BULGULAR

Bu çalışmada zaman serisi çalışmalarına nazaran çeşitli avantajlar sunan panel veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Panel veri analizinin avantajlarından birincisi özellikle yatay kesit analizlerde ayrıtı edilemeyen birimler arasındaki heterojenliğin dikkate alınabilmesidir. Panel veri analizi ile zaman serisi ve yatay kesit enformasyonu beraber kullanılması daha az doğrusal bağlantı, daha yüksek serbestlik derecesi ve etkinlik sağlamaktadır. Yatay kesit analizler dinamik uyarlamalar hakkında bilgi

veremezden panel veri uygulamalarında bu dinamikler çok uzun zaman serilerine ihtiyaç duyulmaksızın ortaya konulabilir (Baltagi, 2005, s. 4–6; Kennedy, 2006, s. 331). Panel veri için geliştirilmiş olan birim kök, eşbütünleşme ve nedensellik teknikleri geleneksel zaman serisi tekniklerinde düşük güç nedeni ile ortaya çıkan problemlerin giderilmesine bir çözüm oluşturmaktadır. Birçok çalışma, panel veri tabanlı testlerin bireysel zaman serisi verilerine dayalı testlerde daha yüksek güce sahip olduğunu göstermektedir (Al-Iriani, 2006, s. 3343). Bahsedilen avantajlar nedeni ile bu çalışmada Apergis ve Payne (2010, s. 651) ve Wang vd. (2011, s. 4872) tarafından izlenen panel veri analizi yaklaşımı kullanılacaktır. Öncelikle birim kök testleri ile serilerin durağanlıkları araştırılacaktır. Ardından eşbütünleşme testleri uygulanıp eşbütünleşik seriler için model katsayıları tahmin edilecektir. Son olarak gerçekleştirilecek panel vektör hata düzeltme modeli ile kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkileri araştırılacaktır.

### 3.1. Panel Birim Kök Analizi

Panel veri analizlerinde serilerin durağanlıklarının ilk aşamada araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada LLC (Levin vd., 2002) ve IPS (Im vd., 2003) panel birim kök testleri seçilerek uygulanmıştır. LLC ve IPS testleri Denklem 3'teki gibi ifade edilen birinci dereceden otoregresif bir denkleme temel almaktadırlar.

$$Y_{it} = \rho_i Y_{it-1} + \Gamma_{it} \theta_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$\Gamma_{it}$  modeldeki sabit etkileri ve trend katsayılarını,  $\rho_i$  otoregresif katsayısını,  $\varepsilon_{it}$  hata terimini ifade etmektedir. Bu modelde  $\rho_i$ 'nin 1'e eşit olması  $Y$ 'nin bugünkü değerlerinin tamamen geçmiş değerlerinden etkilendiği anlamına gelmektedir. LLC testinde  $H_0: \rho_i = \rho = 1$  öne sürmektedir. IPS testi ise zaman serisinde kullanılan ADF testinin panel veriye uyarlanmış bir versiyonudur. Birimler arasındaki heterojenlik göz önünde bulundurularak her bir birim için ayrı ayrı birim kök test edilir ( $H_0: \rho_i = 1$ ). Panel için elde edilen test istatistiği bireylere özgü istatistiklerin ortalamasıdır (Baltagi, 2005, s. 240–243). Gerçekleştirilen Monte Carlo simülasyonları IPS testinin LLC testinden daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır (Tatoğlu, 2012, s. 218).

**Tablo 2: Panel LLC ve IPS Birim Kök Test Sonuçları**

LLC Testi	Seviyede		Birinci Farkta	
	Sabit	Sabit + Trend	Sabit	Sabit + Trend
C	-0.45877	-0.91021	-14.9672 ***	-13.6501 ***
Y	1.84394	-0.78700	-10.5781 ***	-10.3266 ***
Y <sup>2</sup>	3.43285	-0.72375	-10.2502 ***	-10.3199 ***
E	1.98268	0.92618	-11.8197 ***	-11.7423 ***
P	-3.33996***	-1.50287*	-10.0740 ***	-8.19465 ***
S	-2.90965***	-0.20779	-7.56887 ***	-7.92419 ***
T	-0.06952	-1.29811	-7.87033 ***	-7.33862 ***
IPS Testi	Seviyede		Birinci Farkta	

Seriler	Sabit	Sabit + Trend	Sabit	Sabit + Trend
C	2.30283	-0.28395	-13.5821***	-12.1066 ***
Y	4.24596	-0.01585	-9.98571***	-9.48445 ***
Y <sup>2</sup>	5.36683	0.13202	-9.62092 ***	-9.47359 ***
E	3.17911	2.03657	-11.9277 ***	-11.6538 ***
P	-3.08400***	-0.62941	-11.9010 ***	-10.3657 ***
S	-0.04123	0.24065	-9.13232 ***	-9.58456 ***
T	3.40587	-0.18619	-9.33138 ***	-8.32320 ***

Not: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$  Optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 2’de gerçekleştirilen birim kök testlerine ilişkin sonuçlar sunulmaktadır. % 5 anlamlılık düzeyinde sabit ve trend barındıran modeller temel alındığında bütün serilerin seviyede birim kök içerdiği kabul edilmektedir. Her iki testte de serilerin farkı alındığında serilerde birim kök olduğuna ilişkin sıfır hipotezi %1 anlamlılık seviyesinde reddedilmektedir. Bu anlamda bütün serilerin birinci dereceden durağan olduğuna karar verilmiştir.

### 3.2. Panel Eşbütünleşme Analizi

Serilerin birinci dereceden durağan olduklarının tespitinden sonra aralarında bir eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı araştırılmalıdır. Bu çalışmada Pedroni (1999; 2004) tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme testi uygulanacaktır. Bu testte birimlere özgü sabit ve trend etkileri ayrı ayrı göz önünde bulundurularak heterojenliğe olanak tanınmaktadır. Pedroni (1999; 2004) birden fazla açıklayıcı değişkenli paneller için geliştirdiği eşbütünleşme testinde iki grupta yedi adet test istatistiği geliştirmiştir. İlk dört test istatistiği gurup-içi (within-dimension) istatistikler olarak adlandırılmaktadır. Bunlar sırasıyla varyans oranı, nonparametrik PP (Philips ve Perron) tipi  $\rho$ , nonparametrik PP tipi  $t$  ve Dickey Fuller (DF) tipi  $t$  istatistikleri olarak adlandırılırlar. Bu dört istatistik hesaplanırken eşbütünleşme modeline ait otoregresif katsayılar ( $\phi$ ) homojen kabul edilerek havuzlanmaktadır. İkinci gruptaki üç test istatistiği ise guruplar-arası (between-dimension) istatistikler olarak adlandırılmaktadır. Üç istatistik de hesaplanırken her bir birim için oluşturulan eşbütünleşme modeline ait otoregresif katsayılar heterojen kabul edilir. Her iki gurup için  $H_0$  hipotezi “panel için eşbütünleşme yoktur” şeklindedir. Alternatif hipotezler ise homojenliği varsayan gurup-içi testlerde “panel için eşbütünleşme vardır” şeklinde iken, heterojenliği varsayan guruplar-arası testlerde “bazı birimler (i) için eşbütünleşme yok iken, diğer birimler için vardır” şeklindedir. Test istatistikleri asimptotik olarak standart normal dağılıma sahiptir.

**Tablo 3: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları**

	Testler	Sabit	Sabit + Trend
Grup-İçi testler	Panel – v	-1.491582	-1.190950
	Panel – ρ	1.118126	1.638830
	Panel – PP	-2.171102**	-5.687716***
	Panel – ADF	-2.560392***	-5.671343***
Gruplar-arası testler	Group – ρ	1.439703	2.076781
	Group – PP	-6.663390***	-11.59340***
	Group – ADF	-3.184567***	-5.513312***

Not: H<sub>0</sub>: Eşbütünleşme yoktur. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1 Gecikme sayısı Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. Spektral tahmin sürecinde bant genişliği Newey-West ile tespit edilmiş ve Bartlett kerneli kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen panel eşbütünleşme testine ilişkin bulgular Tablo 3'te sunulmaktadır. Grup-İçi Panel – PP ve Panel – ADF test istatistikleri için H<sub>0</sub> hipotezi reddedilerek bütün panel için eşbütünleşmenin bulunduğuna yönelik alternatif hipotez kabul edilmektedir. Gruplar-arası istatistikler incelendiğinde ise Group – PP ve Group – ADF istatistikleri için H<sub>0</sub> hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Bulgular ışığında seriler arasında uzun dönemli durağan bir ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır.

Panel veri analizinde eşbütünleşik heterojen serilere ilişkin tahminde Fully Modified OLS (FMOLS) yaygın olarak kullanılmaktadır (Pedroni, 2000). Panel FMOLS tahmincisi her bir zaman serisi için Denklem 1'den elde edilen sonuçlar ( $\beta_{FMI}^*$ ) kullanılarak ( $\hat{\beta}_{GFM}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta_{FMI}^*$ ) elde edilmektedir. Eğitim serilerinin modele eklenmesi sonucunda model parametrelerindeki değişimleri gözlemlemek amacı ile iki ayrı model tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4'te raporlanmaktadır.

**Tablo 4: FMOLS Tahmin Sonuçları**

C	MODEL 1	MODEL 2
( $\beta_1$ ) Y	1.216*** (0.086)	1.289*** (0.064)
( $\beta_2$ ) Y <sup>2</sup>	-0.085*** (0.007)	-0.087*** (0.005)
( $\beta_3$ ) E	1.167*** (0.034)	1.025*** (0.028)
( $\beta_4$ ) P	-	0.008 (0.041)
( $\beta_5$ ) S	-	0.190*** (0.017)
( $\beta_6$ ) T	-	-0.034*** 0.011

Not: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1  
Standart hatalar parantez içindedir.



Tahmin edilen ilk model (Model 1) Çevresel Kuznets Hipotezini test etmek üzere Apergis ve Payne (2010, s. 651) ve Wang vd. (2011, s. 4872) tarafından tahmin edilen modeldir. Elde edilen bulgulara göre gelişmekte olan ülkeler örneklemimiz için kişi başına GSYİH'da (Y) meydana gelen %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu (C) %1.216 arttırmaktadır. Kişi başına GSYİH'nın karesine ait  $\beta_2$  katsayısı işaretinin negatif olması ise ters U şeklindeki ÇKE hipotezini desteklemektedir. Bu anlamda gelişmekte olan ülkeler için gelişme düzeylerinin başlarında ekonomik büyüme çevresel bozulmaya yol açmakta iken ilerleyen aşamalarda bu etki önce ortadan kalkmakta ardından tersine dönmektedir. Bir diğer bulgu ise kişi başına enerji tüketimi ile ilişkilidir. Buna göre  $\beta_3$  katsayısının işareti literatürle uyumlu ve anlamlıdır. Kişi başına enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu %1.167 arttırmaktadır. Bu çalışma ile test edilen ikinci modelde ise birinci modele okullaşma oranları eklenmiştir. Elde edilen bulgular  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  ve  $\beta_3$  için birinci modelle işaret ve büyüklük olarak uyumluluk göstermektedir. Okullaşma oranları ile ilgili katsayılar yorumlanırsa öncelikle ilköğretim okullaşma oranının katsayısının  $\beta_4$  anlamsız olduğu görülmektedir. Orta öğretim okullaşma oranının katsayısına bakıldığında ise pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Orta öğretim okullaşma oranında meydana gelen %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu %0.19 arttırmaktadır. Bu bulgu gelişmenin ilk aşamalarında karbondioksit emisyonunun artacağı yönündeki ÇKE hipotezini desteklemektedir. Yükseköğretim okullaşma oranının katsayısına ( $\beta_6$ ) bakıldığında ise katsayının negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre yükseköğretim okullaşma oranında meydana gelen %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu %-0.034 oranında azaltmaktadır. Elde edilen bu son iki bulgu ÇKE hipotezini destekler niteliktedir. Gelişmenin ilk aşamalarında büyümenin ölçek etkisi çevresel bozulmaya yol açmaktadır. Bu aşamada ekonominin sahip olduğu sektörel kompozisyon ve teknik seviye kirlilik yaratan basit ve düşük beşeri sermaye gerektiren teknolojilerden meydana gelmektedir. Gelişmenin ilerleyen aşamalarında ise hem sektörel kompozisyon hem de üretim tekniğinde meydana gelen ilerlemeler ile kirlilik azalacaktır. Şüphesiz ki böylesi gelişmeler yükseköğrenim görmüş bir nüfus sayesinde gerçekleştirilebilecektir. Bu durum literatürdeki eğitim düzeyinin çevre bilincini arttırarak kirliliğin azalmasına katkı yapacağı yönündeki önermeyi (Bimonte, 2002, s. 149; Dasgupta vd., 2002, s. 152–153; Dinda, 2004, s. 437–438; Wheeler, 2001, s. 233) desteklemektedir. Orta öğretim okullaşma oranının katsayısı 0.19 iken yükseköğretim okullaşma oranının katsayısının -0.034 olması ayrı bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Orta öğretim okullaşma oranının kirlilik arttırıcı etkisi yüksek öğretim okullaşma oranının azaltıcı etkisinden yaklaşık 5.5 kat daha fazladır. Bu durum gelişen ülkeler için sürpriz bir bulgu değildir. Gelişen ülkeler kalkınma sürecinde ilerleme kaydettikçe hem kişi başına düşen gelirleri artacak hem de daha yüksek düzeyde bir beşeri sermayeye sahip olarak çevresel kirliliği daha fazla azaltabileceklerdir.

### 3.3. Panel Nedensellik Analizi

Granger'a (1969) göre bir bağımlı değişkeni en iyi bir şekilde açıklayan kendi gecikmeli değerleridir. Aşağıdaki gibi (Denklem 4) oluşturulan bir modelde  $Y$ 'in gecikmeli değerleri,  $C$ 'nin kendi gecikmeli değerleri ile beraber  $C$ 'nin bugünkü değerini açıklayabiliyorsa  $Y$ 'den  $C$  değişkenine doğru Granger (1969) anlamında nedensellik ilişkisi bulunduğu kabul edilir. Eşbütünleşik serilerde ise kısa dönemli dalgalanmalar ve uzun dönemli denge durumu bir hata düzeltme modeli ile açıklanabilirler. Engle ve Granger (1987) iki aşamalı yöntemini kullanarak Denklem 3 ile tanımlanan uzun dönemli modelin tahmininden elde edilen hata terimlerinin gecikmeli değerleri ile bir hata düzeltme modeli oluşturulmuştur (Denklem 4-10). Bu modelde  $p$  optimal gecikme sayısını  $\varepsilon_{it}$  ise Denklem 2'nin panel FMOLS ile tahmininden elde edilen hata terimlerini ifade etmektedir. Apergis ve Payne (2010, s. 652-653) ve Wang vd.'den (2011, s. 4873-4874) farklı olarak bu modele üç farklı düzeyde okullaşma oranları ilave edilmiştir. Denklem 4 ele alındığında  $\Delta Y$ 'den  $\Delta C$ 'ye doğru kısa dönemli bir nedenselliğin söz konusu olması için modelde  $\Delta C$ 'nin kendi gecikmeli değerleri varken  $\Delta Y$ 'a ait gecikme katsayılarının beraberce sıfıra eşit olduğu hipotezi ( $\Delta Y \nrightarrow \Delta C, \theta_{12ik} = 0$ ) reddedilmelidir. Katsayıların beraberce sıfıra eşit oldukları hipotezi Wald testi ile test edilmektedir. Uzun dönem nedensellik ise hata düzeltme katsayısının ( $\lambda$ )  $t$  istatistiğinin anlamlılığına bakılarak araştırılmaktadır. Eğer hata düzeltme katsayısı negatif ve anlamlı ise dengeden sapmalara yol açan şokların etkilerini ortadan kaldıran bir düzeltme mekanizmasının bulunduğu kabul edilir.

$$\Delta C_{it} = \gamma_{1j} + \sum_{k=1}^p \theta_{11k} \Delta C_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{12k} \Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{13k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{14k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{15k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{16k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{17k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{1i} \varepsilon_{it-1} + u_{1it} \quad (4)$$

$$\Delta L_{it} = \gamma_{2j} + \sum_{k=1}^p \theta_{21k} \Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{22k} \Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{23k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{24k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{25k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{26k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{27k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{2i} \varepsilon_{it-1} + u_{2it} \quad (5)$$

$$\Delta Y^2_{it} = \gamma_{3j} + \sum_{k=1}^p \theta_{31k} \Delta C_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{32k} \Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{33k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{34k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{35k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{36k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{37k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{3i} \varepsilon_{it-1} + u_{3it} \quad (6)$$

$$\Delta E_{it} = \gamma_{4j} + \sum_{k=1}^p \theta_{41k} \Delta C_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{42k} \Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{43k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{44k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{45k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{46k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{47k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{4i} \varepsilon_{it-1} + u_{4it} \quad (7)$$

$$\Delta P_{it} = \gamma_{5j} + \sum_{k=1}^p \theta_{51k} \Delta C_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{52k} \Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{53k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{54k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{55k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{56k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{57k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{5i} \varepsilon_{it-1} + u_{5it} \quad (8)$$

$$\Delta S_{it} = \gamma_{6j} + \sum_{k=1}^p \theta_{61k} \Delta C_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{62k} \Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{63k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{64k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{65k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{66k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{67k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{6i} \varepsilon_{it-1} + u_{6it} \quad (9)$$

$$\Delta T_{it} = \gamma_{7j} + \sum_{k=1}^p \theta_{71k} \Delta C_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{72k} \Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{73k} \Delta Y^2_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{74k} \Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{75k} \Delta P_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{76k} \Delta S_{it-k} + \sum_{k=1}^p \theta_{77k} \Delta T_{it-k} + \lambda_{7i} \varepsilon_{it-1} + u_{7it} \quad (10)$$

Panel vektör hata düzeltme modelinden elde edilen kısa ve uzun dönemli nedensellik test sonuçları Tablo 5'te raporlanmaktadır. Kısa dönemli nedensellik ilişkileri incelendiğinde %5 anlamlılık seviyesinde nedensellik ilişkisi bulunmadığı görülmektedir.  $\Delta Y$  ile  $\Delta Y^2$  arasındaki nedensellik ise ikinci seri birinci serinin karesi olması nedeni ile teorik olarak bir anlam taşımamaktadır. Uzun dönemli nedensellik ilişkilerine bakıldığında ise karbondioksit emisyonunun ve yükseköğretim okullaşma oranının bağımlı değişken olduğu modellerde hata düzeltme teriminin (ECT) negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre Denklem 1'de  $\Delta Y$ ,  $\Delta Y^2$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta P$ ,  $\Delta S$  ve  $\Delta T$ 'den karbondioksit emisyonuna ( $\Delta C$ ) doğru uzun dönemli bir nedensellik bulunmaktadır.

**Tablo 5: Panel Nedensellik Test Sonuçları**

	Kısa Dönem Nedensellik							Uzun Dönem Nedensellik
	$\Delta C$	$\Delta Y$	$\Delta Y^2$	$\Delta E$	$\Delta P$	$\Delta S$	$\Delta T$	ECT
$\Delta C$	-	2.069	1.664	4.543	3.804	0.697	4.882	-0.478***
$\Delta Y$	5.580	-	23.551***	7.588	2.510	6.568	2.455	0.043
$\Delta Y^2$	4.915	11.856**	-	6.736	2.422	5.822	1.745	0.763
$\Delta E$	1.757	2.116	1.780	-	4.076	0.718	1.512	0.021
$\Delta P$	9.039*	4.930	5.297	2.964	-	9.044*	8.145*	0.001
$\Delta S$	5.253	1.829	2.632	4.391	9.028	-	5.939	-0.059
$\Delta T$	8.844*	4.845	3.220	7.975*	7.463	4.237	-	-0.342**

Not: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$  Sol baştaki sütunda bağımlı değişkenler bulunmaktadır.

Bulgular literatürdeki eğitim düzeyinin kirliliğin azalmasına neden olacağı yönündeki önermeyi (Bimonte, 2002, s. 149; Dasgupta vd., 2002, s. 152-153; Dinda,

2004, s. 437–438; Wheeler, 2001, s. 233) onaylamaktadır. Ayrıca Denklem 10’da  $\Delta C$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Y^2$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta P$  ve  $\Delta S'$ ’den yükseköğretim okullaşma oranının ( $\Delta T$ ) doğru uzun dönemli bir nedensellik bulunmaktadır.

#### 4. SONUÇ

Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisi geçmişten bugüne en çok fikir ayrılıklarına yol açan konulardan birisi olmuştur. Çevresel Kuznets eğrisi hipotezine göre gelişmenin ilk aşamalarında ülkeler yüksek kirlilik düzeylerine yol açacak, ilerleyen aşamalarda olumlu şekilde işleyen kompozisyon ve teknik etki kanalları ile kirlilik azalmaya başlayacaktır. Bu çalışmada ÇKE hipotezini test eden birçok çalışmadan farklı olarak eğitimin kirliliğe etkisi araştırılmıştır. Araştırmada gelişen 10 ülkenin 1971-2010 dönemine ilişkin yıllık verileri kullanılmıştır. Uygulamada serilerin birinci dereceden durağan ve aralarında eşbütünleşik olduklarının bulunmasından sonra modeller Panel Fully Modified OLS yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına ters U şeklindeki çevresel Kuznets eğrisinin varlığına işaret etmektedir. Ayrıca karbondioksit salınımı ile ortaöğretim okullaşma oranı arasında pozitif yönde ilişki bulunurken yükseköğretim okullaşma oranı arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Eğitim düzeyine ilişkin bulgular ÇKE hipotezini destekler niteliktedir. Ek olarak panel vektör hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. Bulgular seriler arasında kısa dönemli nedensellik ilişkisinin bulunmadığını göstermektedir. Uzun dönemli nedensellik analizi sonuçlarına göre ise ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve okullaşma oranlarından karbondioksit salınımına doğru uzun dönemli bir hata düzeltme ve nedensellik mekanizmasının bulunduğunu göstermektedir. Özetle bu ülkelerdeki çevre kirliliğini azaltmayı amaçlayan politika yapıcılar için yükseköğretim düzeyinin artırılmasının etkili bir araç olacağı görülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- AL-IRIANI, M. A. (2006). “Energy–GDP Relationship Revisited: An Example from GCC Countries Using Panel Causality”. *Energy Policy*, 34(17), 3342–3350.
- ANG, J. B. (2007). “CO2 Emissions, Energy Consumption and Output in France”. *Energy Policy*, 35(10), 4772–4778.
- APERGIS, N. ve PAYNE, J. E. (2010). “The Emissions, Energy Consumption, and Growth Nexus: Evidence from the Commonwealth of Independent States”. *Energy Policy*, 38(1), 650–655.
- BALTAGI, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd ed.). Chichester: John Wiley ve Sons.
- BELLOUMI, M. (2009). “Energy Consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and Causality Analysis”. *Energy Policy*, 37(7), 2745–2753.
- BIMONTE, S. (2002). “Information Access, Income Distribution, and the Environmental Kuznets Curve”. *Ecological Economics*, 41(1), 145–156.

- BROCK, W. A. ve TAYLOR, M. S. (2004). *Economic Growth and the Environment: A Review of Theory and Empirics* (Working Paper No. 10854). National Bureau of Economic Research.
- DASGUPTA, S., LAPLANTE, B., WANG, H. ve WHEELER, D. (2002). "Confronting the Environmental Kuznets Curve". *The Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147–168.
- DINDA, S. (2004). "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey". *Ecological Economics*, 49(4), 431–455.
- ENGLE, R. F. ve GRANGER, C. W. J. (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing". *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- GRANGER, C. W. J. (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods". *Econometrica*, 37(3), 424–438.
- IM, K. S., PESARAN, M. H. ve SHIN, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels". *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74.
- KAIKA, D. ve ZERVAS, E. (2013). "The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory – Part A: Concept, Causes and the CO2 Emissions Case". *Energy Policy*, 62, 1392–1402.
- KENNEDY, P. (2006). *Ekonometri Kılavuzu*. (Çev. Ş. Açıkgoz, M. Sarımeşeli). Ankara: Gazi Kitabevi.
- LEVIN, A., LIN, C.-F. ve CHU, C.-S. J. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties". *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24.
- 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). Bingley: Emerald.
- 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.
- SOYTAS, U., SARI, R. ve EWING, B. T. (2007). "Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States". *Ecological Economics*, 62(3–4), 482–489.
- STERN, D. I. (1993). "Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach". *Energy Economics*, 15(2), 137–150.
- STERN, D. I. (2004). "The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve". *World Development*, 32(8), 1419–1439.
- TATOĞLU, F. Y. (2012). *İleri Panel Veri Analizi*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- WANG, S. S., ZHOU, D. Q., ZHOU, P. ve WANG, Q. W. (2011). "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis". *Energy Policy*, 39(9), 4870–4875.

- WHEELER, D. (2001). "Racing to the Bottom? Foreign Investment and Air Pollution in Developing Countries". *The Journal of Environment & Development*, 10(3), 225–245.
- YUAN, J., ZHAO, C., YU, S. ve HU, Z. (2007). "Electricity Consumption and Economic Growth in China: Cointegration and co-feature Analysis". *Energy Economics*, 29(6), 1179–1191.
- ZHANG, X.-P. ve CHENG, X.-M. (2009). "Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China". *Ecological Economics*, 68(10), 2706–2712.

### Ek: Tanımlayıcı İstatistikler

Ülke	C		Y		E		P		S		T	
	Ort.	S.H.	Ort.	S.H.	Ort.	S.H.	Ort.	S.H.	Ort.	S.H.	Ort.	S.H.
<b>Çin</b>	2.56	1.36	816.02	751.56	859.46	363.84	116.41	8.80	50.92	13.34	6.42	7.15
<b>Endonezya</b>	0.85	0.37	471.94	210.82	380.18	89.21	93.35	10.91	40.45	11.75	7.55	3.52
<b>Hindistan</b>	1.00	0.44	876.99	356.98	556.15	189.63	108.62	10.52	44.76	17.35	9.84	6.53
<b>Macaristan</b>	6.64	1.10	8199.53	1709.63	2531.79	244.81	99.82	5.88	88.00	8.46	27.12	19.71
<b>Meksika</b>	3.55	0.49	6760.35	949.77	1326.47	206.68	108.42	4.95	55.95	17.93	15.60	5.66
<b>Mısır</b>	1.52	0.60	898.32	316.16	549.48	220.86	87.70	16.81	63.45	18.48	20.98	8.27
<b>Peru</b>	1.23	0.23	2635.77	405.04	540.28	92.96	115.74	4.24	67.90	15.54	25.49	8.69
<b>Şili</b>	2.86	0.82	4938.70	1985.07	1189.15	397.99	107.88	8.54	75.57	12.91	26.99	15.39
<b>Tayland</b>	2.06	1.33	1669.99	822.08	867.56	452.02	94.20	5.78	43.55	20.49	22.47	15.19
<b>Türkiye</b>	2.65	0.81	5146.51	1369.91	970.24	253.23	103.56	2.76	55.73	21.11	18.02	12.87
<b>Toplam</b>	2.49	1.82	3241.41	2866.82	977.07	653.60	103.57	12.67	58.63	21.58	18.05	13.57

Not: Ort. : Aritmetik ortalama, S.H.: Standart hata.