



KIRILGAN BEŞLİ ÜLKELERİNDE CO₂ EMİSYONU VE GSYİH İLİŐKİŐİ: PANEL BOOTSTRAP NEDENSELLİK ANALİZİ

Doç. Dr. Mustafa ÖZÇAĞ * 

ÖZET

Küresel ısınma ve iklim değişikliği son yıllarda üzerinde çok tartışılan çevresel problemlerin başında gelmektedir. Bu önemli çevresel sorununun temel nedeni insan kaynaklı seragazı emisyonlarıdır. Seragazları içinde en büyük payı ise karbondioksit emisyonu almaktadır. Bu çerçevede çalışmanın amacı, Kırılğan Beşli ülkelerinde (Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Türkiye) karbondioksit emisyonu ile gayrisafi yurtiçi hasıla değişkenleri arasındaki ilişkileri incelemektir. Çalışmanın dönemi 1970-2016 yıllarını kapsamaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Brezilya ve Endonezya'da kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıladan kişi başına karbondioksit emisyonuna doğru, Güney Afrika ve Türkiye'de ise kişi başına karbondioksit emisyonundan kişi başına gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri bulunmaktadır. Hindistan'da ise değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırılğan Beşli, CO₂, GSYİH, Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi.

JEL Kodları: : C23, Q43, Q53.

THE RELATIONSHIP BETWEEN CO₂ EMISSIONS AND GDP IN FRAGILE FIVE COUNTRIES: PANEL BOOTSTRAP CAUSALITY ANALYSIS

ABSTRACT

Global warming and climate change in recent years is one of the much-discussed environmental problems. The main reason of this important environmental problem is anthropogenic greenhouse gases emissions from human activities. Within greenhouse gas emissions, CO₂ emissions takes big share. In this context, aim of the study is to examine the relationships between carbon dioxide emissions and gross domestic product variables in the fragile five (Brazil, Indonesia, South Africa, India, Turkey). The study covers the years 1970-2016. Bootstrap Panel Granger Causality Test were used to examine the relationships between variables. The causality test results show that there is a unidirectional causality relationship from gdp per capita to CO₂ per capita in Brazil and Indonesia. At the same time there is a unidirectional causality relationship from CO₂ per capita to gdpp per capita in South Africa and Turkey.

* Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, e-mail: mozcag@adu.edu.tr

Makale Geçmiői/Article History

Başvuru Tarihi / Date of Application : 30 Mayıs / May 2019

Düzeltilme Tarihi / Revision Date : 29 Ağustos / August 2019

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 30 Eylül / September 2019

Finally, there is a bidirectional causality relationship between gdp per capita and CO2 emissions per capita in India.

Keywords: *Fragile Five, CO2, GDP, Bootstrap Panel Granger Causality Test.*

Jel Classification: *C23, Q43, Q53.*

1. GİRİŞ

Sanayileşme, fosil kaynaklı enerji kullanımı, nüfus artışı, tarım ve hayvancılık faaliyetleri, ormansızlaşma gibi çeşitli insan kaynaklı faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan küresel ısınma, günümüzde çokça tartışılan bir çevresel problem haline gelmiştir. Yeryüzü ile atmosfer arasındaki sıcaklığın giderek yükselmesi şeklinde ifade edilen küresel ısınmanın yarattığı temel sorun ise iklim değişikliğidir. İklim sistemlerinin ve birçok doğal dengenin değişimine yol açan bu önemli çevresel olay, geri dönülemez birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Yağış rejimlerinde görülen değişiklikler, ani gelişen yıkıcı hava olayları, okyanus sıcaklıklarındaki yükselmeler, deniz ve kara buzullarında artış gösteren erimeler ekosistem üzerinde birçok olumsuz etki yaratırken, yaşanan tüm bu gelişmeler insan ve canlı yaşamı üzerinde de negatif sonuçlar doğurmaktadır.

Atmosferin yapısında bulunan sera gazlarının yoğunluklarının artması, küresel ısınmanın temel sebebinin oluşturmaktadır. Sera gazları miktarlarındaki artışlar, yeryüzünden atmosfere yansıyan ışınların uzay boşluğuna geçişini engellemekte ve yeryüzü ile atmosfer arasında giderek daha fazla ısının tutulmasına neden olmaktadır. Sera gazlarının yoğunluklarının artmasında insan kaynaklı birçok faaliyet doğrudan etkili olmaktadır. Özellikle kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı yakıt kullanımı sonucu açığa çıkan karbondioksit emisyonu, küresel ısınmaya katkı yapan en önemli faktördür. Bununla birlikte zirai gübre kullanımı, büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, geleneksel çöp depolama faaliyetleri, ormanlık alanların azaltılması, sanayide kirletici gazların kullanımı gibi faaliyetler de sera gazı emisyonlarının yükselmesine yol açmaktadır.

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ya da ekonomik yapıları ne olursa olsun, iktisadi, mali ve sosyal faaliyetlerin temelinde öncelikli olarak ait oldukları toplumların ihtiyaçlarının karşılanması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi vardır. Buna göre, ekonomik kalkınmanın sağlanmasında artan üretim ve kişi başına gelir öncelikli bir hedef haline gelmektedir. Özellikle 18. ve 19. yüzyıllarda sanayi devriminden sonra üretimin hız kazanması, kaynakların aşırı ve bilinçsiz kullanılması nedeniyle çevresel bozulmaları beraberinde getirmiştir (Aydın ve Esen, 2017). Ayrıca, ekonomik büyümenin en önemli girdilerinden biri olan enerjinin ekseriyetle fosil kaynaklardan sağlanması, çevre kalitesi ve büyüme arasında sorun yaratmıştır. Fosil kaynakların doğrudan kullanımı ya da ikincil enerjiye dönüştürülmesi sürecinde oluşan karbondioksit (CO₂) emisyonu, küresel ısınma için en büyük tehdit konumundadır. Bu açıdan enerji kullanımı, çevresel bozulma ve büyüme arasındaki ilişkilerin araştırılması, birçok akademik çalışmaya konu olmaktadır.

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel kirlilik ilişkilerini ele alan çevre ekonomisi çalışmalarını üç farklı grupta değerlendirmek mümkündür. Birinci grup; Grossman ve Krueger (1991) tarafından geliştirilen ve Çevresel Kuznets Hipotezi temelinde şekillenen, çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme çalışmalarıdır. Holtz-Eakin ve Selden (1995), Friedl ve Getzner (2003), Dinda (2004), Stern (2004), Dinda ve Coondoo (2006), He ve Richard (2010) bu grupta yer alan çalışmalardan bazılarıdır.

İkinci grup; Kraft ve Kraft'ı (1978) referans alan ve enerji tüketimi-büyüme ilişkisini ele alan çalışmalardır. Bu çerçevede yapılan çalışmalar, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin doğrudan bağlantılı olduğunu ileri sürmektedir. Enerji tüketimindeki artışların verimlilik artışları yaratarak ekonomik büyümeye yol açması nedeniyle kalkınma enerji tüketimiyle yakından ilişkili bir olgudur (Ang, 2007). Bununla birlikte, enerjiyi daha verimli kullanmak, yüksek düzeyde bir ekonomik gelişmişlik gerektirmektedir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ekseninde yapılan erken dönem çalışmaları iki değişkenli analizler olarak gerçekleştirilmiştir. Akarca ve Long (1980), Yu ve Hwang (1984), Bentzen ve Engsted (1993) iki değişkenli enerji tüketimi - büyüme temelli çalışmalara örnek verilebilir. İlerleyen dönemlerde, Soytaş ve Sarı (2003), Altınay ve Karagöl (2004), Narayan ve Smith (2008), Apergis ve Payne (2009), Gurgul ve Lach (2012), Özcan (2013) gibi çok değişkenli modellere sahip çalışmalar da yayımlanmıştır.

Son grup ise; ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel kirlilik arasındaki ilişkileri konu edinen çalışmalardan oluşturmaktadır. Bu alan, aslında çevresel kuznets hipotezi ile enerji tüketimi-büyüme ilişkisini içeren iki alanın birleşimi formundadır. Richmond ve Kaufman (2006), Ang (2007), Soytaş ve diğerleri (2007) gibi birçok çalışma, söz konusu üç değişken arasındaki dinamik ilişkileri birlikte incelemektedir (Acaravcı ve Öztürk: 2010: 5412-5413).

Bu çerçevede çalışmanın amacı; Kırılgan Beşli ülkelerinde, CO₂ emisyonları ile gayri safi yurtiçi hasıla düzeyleri arasındaki nedensellik ilişkilerini ortaya koymaktır. “*Kırılgan Beşli*” kavramı önemli bir yatırım bankası olan Morgan Stanley'in 2013 yılında hazırladığı raporla gündeme gelmiştir. Yüksek cari açık, döviz kuru ve enflasyon oranları, kötüleşen bütçe dengeleri, artan dış borç yükleri, yabancı sermayeye olan yüksek bağımlılık oranları ve yavaşlayan büyüme performansları nedeniyle Brezilya, Hindistan, Endonezya, Güney Afrika ve Türkiye bu ülke grubuna dahil edilmiştir (Hayaloğlu, 2015:133). Ülke grubu olarak Kırılgan Beşli'nin seçilmesinin sebebi, bu ülkelerin ekonomik şoklara karşı daha kırılgan olmaları, milli gelir düzeylerinde önemli dalgalanmaların yaşanması ve bu durumdan enerji kullanım düzeylerinin, dolayısıyla CO₂ emisyonlarının da etkilenmesidir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yapılan literatür taramasında, Kırılgan Beşli ülkeleri üzerine CO₂ emisyonu ve milli gelir arasındaki ilişkileri inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamakla birlikte, zaman serileri ve panel data analizleri kullanılarak çeşitli ülke ve ülke grupları üzerine hazırlanmış farklı çalışmaların olduğu görülmüştür. Özellikle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkilerini ele alan çok fazla sayıda çalışma

bulunmaktadır. Enerjinin büyüme üzerindeki olumlu etkisi kabul edilmekle birlikte, farklı ampirik sonuçların elde edilmesi, çeşitli tartışmaları da ortaya çıkarmaktadır. Çelişkilerin ortadan kaldırılabilmesi için ilerleyen süreçte yapılan çalışmalara sabit sermaye birikimi, işgücü, nüfus, döviz kurları, faiz oranları ve CO₂ emisyonları gibi yeni değişkenler ilave edilmiş ve farklı ekonometrik analizlerle çalışmaların derinlikleri arttırılmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar arasında, gelir ve emisyon arasında ilişkileri ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır. Çalışmalardan bazıları ekonomik büyümenin emisyonları pozitif etkilediğini ileri sürmektedir. Souza ve diğerlerinin (2018), MERCOSUR ülkeleri için 1990-2014 dönemini kapsayan ve panel veri analizi kullandıkları çalışmada, ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarını pozitif yönde etkilediği ifade edilmektedir. Farhani, Shahbaz ve Arouri (2013), MENA ülkeleri üzerine hazırladıkları çalışma, yüksek gayri safi yurtiçi hasıla düzeylerinin karbondioksit emisyonları üzerinde de arttırıcı etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır. Jayanthakumaran ve diğerleri (2012), ARDL analizi kullanarak CO₂ emisyonu, büyüme, enerji kullanımı ve ticari açıklık değişkenleri arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmada, Çin'de karbondioksit emisyonunun temel olarak gayri safi yurtiçi hasıladan etkilendiğini belirtmiştir. Saboori ve diğerleri (2012), 1980-2009 dönemi için Malezya'da ekonomik büyüme ve karbondioksit değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, uzun dönemde gelirden CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Hossain'ın (2011), 1971-2007 döneminde yeni sanayileşen ekonomiler için yaptığı çalışmada, kısa dönemde gayri safi yurtiçi hasıladan CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu sonucuna varılmaktadır. Wang ve diğerleri (2011), 1995-2007 dönemi için Çin'de uzun dönemde enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarına neden olduğu ve bu nedenle de Çin ekonomisinde uzun dönemde karbon emisyonlarının azalmayacağını ortaya koymuştur. Tiwari (2011), Hindistan üzerine yaptığı zaman serisi çalışmada, 1960-2009 yılları arasında gayri safi yurtiçi hasıla üzerine gelen pozitif bir şokun CO₂ emisyonları üzerinde büyük bir pozitif etki yarattığını ortaya koymuştur. Halıcıoğlu (2009), 1960-2005 dönemi için Türkiye üzerine hazırlamış olduğu çalışmadaki granger nedensellik test sonuçları, gayri safi yurtiçi hasılanın CO₂ emisyonlarını açıklamada en önemli değişken olduğunu göstermektedir. Jalil ve Mahmud (2009), Çin üzerine 1975-2005 yıllarını inceledikleri çalışmalarında, karbondioksit emisyonlarının temel olarak gayri safi yurtiçi hasıla ve enerji tüketimi tarafından belirlendiği ileri sürülmektedir.

Literatür çalışmalarının bazıları ise, CO₂ emisyonlarının ekonomik büyümeye neden olduğunu ileri sürmektedir. Dritsaki ve Dritsaki (2014), Yunanistan, İspanya ve Portekiz'i kapsayan çalışmalarında enerji tüketimi, büyüme ve CO₂ emisyonları arasındaki nedensellik ilişkilerini analiz etmektedirler. Panel eşbütünlük testleri sonucu elde edilen bulgular, CO₂ emisyonlarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkilerinin varlığına işaret etmektedir. Pao ve Tsai (2010),

¹ Bu alandaki akademik çalışmaların gelişimi hakkında daha detaylı bilgi için bkz. Öztürk (2010).
Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi / Journal of Management and Economics Research

1971-2005 dönemi için BRIC ülkeleri üzerinde CO₂ emisyonları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Elde edilen panel nedensellik analizi sonuçlarına göre kısa dönemde emisyonlardan büyümeye doğru nedensellik bulunmaktadır.

Literatürde, büyüme-enerji tüketimi-emisyon değişkenlerini ele alan ve söz konusu değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığını ileri süren çalışmalar da bulunmaktadır. Öztürk ve Acaravcı'nın (2010) çalışmasının Granger nedensellik testi sonuçları, Türkiye'de 1968-2005 döneminde, kişi başına karbon emisyonu ve kişi başına düşen enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasılaya neden olmadığını ileri sürmektedir. Soytaş ve Sarı (2009), Toda-Yamamoto Nedensellik Testi kullanılarak Türkiye ekonomisinde 1960-2000 dönemini ele almış ve ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlarda, Türkiye'de ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Zhang ve Cheng'in (2009) çalışması, 1960-2007 dönemi için Çin ekonomisi üzerine enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemiş ve karbon emisyonu ve enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olmadığını ortaya koymuştur.

3. MODEL VE VERİ SETİ

Çalışmada kullanılan ampirik analizinin amacı, Kırılğan Beşli ülkeleri olarak bilinen Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan ve Türkiye'de CO₂ emisyonları ile gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri arasındaki ilişkileri analiz edebilmektir. Bu amaca yönelik olarak, ikinci nesil panel nedensellik testi olarak bilinen ve Kónya (2006) tarafından geliştirilen Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır.

Çalışmanın genel modeli aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$CO2PC_{it} = \delta_{1i} + \delta_{2i}GDPPC + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Denklem 1'de yer alan δ ifadeleri katsayıları ve ε simgesi hata terimini, i değişkenlere ait kesit veri boyutunu, t ise zaman serisi boyutunu ifade etmektedir. Denklemdeki CO2PC; kişi başına karbondioksit emisyonunu, GDPPC; kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla değişkenini temsil etmektedir. Kişi başına düşen CO₂ emisyonu verisi metrik ton birimiyle, kişi başı gayri safi yurtiçi hasıla verisi ise satın alma gücü paritesi cinsinden Amerikan Doları birimiyle kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm veriler Dünya Bankası'ndan (World Development Indicators) elde edilmiştir. Çalışmanın dönemi, kullanılan verilerin elde edilebildiği dönem olan 1970-2016 yıllarını kapsamaktadır.

4. YÖNTEM

Denklem 1'de yer alan model, Kónya (2006) tarafından geliştirilen Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Görünüşte ilişkisiz regresyon temeline ve Wald istatistiğine dayanan bu test, paneldeki nedensellik ilişkisinin belirlenebilmesi için her ülkeye özgü

bootstrap kritik değerleri içermektedir. Test, heterojeniteye izin vermesi ve her ülke için ayrı sonuçlar ortaya koyarak karşılaştırma yapılmasına izin vermesi nedeniyle tercih edilmiştir. Testin en önemli avantajları, tüm panel üyeleri için ortak bir hipotez gerektirmemesi, bununla birlikte birim kök ve eşbütünlük gibi testlere de ihtiyaç duymamasıdır (Bölükbaş, 2018:53).

Konya (2006) tarafından geliştirilen Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi, yatay kesit bağımlılığının bulunması ve heterojenitenin varlığı gibi iki temel varsayım içermektedir. Yatay kesit bağımlılığı, incelenen birimlerin birbirleriyle ilişkili olup olmadıkları hakkında bilgi vermektedir. Kullanılan seriler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunması durumunda yapılacak analizlerde elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilecektir (Breusch-Pagan, 1980; Pesaran, 2004). Yatay kesit bağımlılığını test etmenin amacı ise, bir ülkede meydana gelen bir şokun başka ülkeleri etkileyip etkilemeyeceğinin anlaşılmasıdır.

Breusch ve Pagan (1980) tarafından önerilen LM_1 (Lagrange Multiplier) testi, yatay kesit bağımlılığı için kullanılan testlerden bir tanesidir.

$$LM_1 = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \quad (2)$$

LM_1 testinin boş hipotezi, “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklinde iken, alternatif hipotez “yatay kesit bağımlılığı vardır” şeklinde kurulur (Ayhan ve Bursa, 2019:474). Söz konusu hipotezler aşağıdaki gösterilmektedir:

$$H_0 = cov(uit, ujt) = 0 \quad (i \neq t)$$

$$H_1 = cov(uit, ujt) \neq 0 \quad (i \neq t) \quad (3)$$

Denklemin 2’deki \hat{p}_{ij}^2 ; her bir birim için en küçük kareler yöntemiyle yapılmış olan tahminlerden elde edilen kalıntılar arasındaki korelasyon katsayılarını göstermektedir.

Panelin zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ($T > N$) Breusch-Pagan (1980) $CDLM_1$ Testi, zaman boyutu ile yatay kesit boyutunun eşit olması ($T = N$) durumunda Pesaran (2004) $CDLM_2$ Testi, zaman boyutu yatay kesit boyutundan küçük olduğunda ise ($T < N$) Pesaran (2004) $CDLM$ Testi kullanılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığının olmadığı şeklindeki H_0 hipotezinin reddi konusunda yeterli olmadığı görülen bu testlerden sonra Pesaran vd. (2008) sapması düzeltilmiş LM_{adj} testini önermiştir.

Bootstrap panel Granger nedensellik testinin ikinci varsayımı ise, eğim katsayılarının heterojen olmasıdır. Eğim katsayılarının heterojen olup olmadığının belirlenebilmesi için ise Swamy (1970) tarafından önerilen eğim homojenliği istatistiği kullanılmaktadır. Kurulan modelin zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olması durumunda etkin bir test olan bu testin farklı bir versiyonu, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiştir. $\tilde{\Delta}$ olarak adlandırılan bu testin ilk aşamasında yapılması gereken Swamy istatistiğinin yeniden düzenlenmiş versiyonu aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir:

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE})' \frac{x_i' M_t x_i}{\tilde{\sigma}_i^2} (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE}) \quad (4)$$

4 no'lu denklemde yer alan $\hat{\beta}_i$; havuzlanmış en küçük kareler tahmincisini, $\hat{\beta}_{WFE}$; ağırlıklandırılmış sabit etkili havuzlanmış tahmincisini, M_t ; birim matrisini, $\tilde{\sigma}_i^2$ ise $\hat{\sigma}_i^2$ tahmincisini göstermektedir. Bu işlemin ardından, Swamy istatistiğinin standardize edilmiş formu denklem 5'teki gibi geliştirilir.

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (5)$$

Denklem 5'teki eşitliğe ek olarak Pesaran ve diğerleri (2008), daha küçük örneklem için geçerli olabilecek ve hata terimlerinin normal dağılım gösterdiği sapsması düzeltilmiş $\tilde{\Delta}_{adj}$ testini de önermiştir (Bölükbaş, 2018).

Konya (2006) Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testindeki sonraki aşama her bir yatay kesit için Wald istatistikleri ve Bootstrap kritik değerlerinin hesaplanmasıdır. Modelde kullanılan serilerin durağanlıklarının test edilmesine gerek kalmayan bu aşamada, eşitliklerin hata terimlerinin birbirleriyle ilişkili olduğu varsayılmakta ve nedensellik ilişkisini araştırmak için Wald testi kullanılmaktadır.

$$\begin{aligned} Y_{1t} &= \alpha_{1,1} + \sum_{j=1}^{ly_1} \beta_{1,1,j} Y_{1,t-j} + \sum_{j=1}^{lx_1} \gamma_{1,1,j} X_{1,t-j} + \varepsilon_{1,1,t} \\ Y_{2t} &= \alpha_{1,2} + \sum_{j=1}^{ly_2} \beta_{1,2,j} Y_{2,t-j} + \sum_{j=1}^{lx_2} \gamma_{1,2,j} X_{2,t-j} + \varepsilon_{1,2,t} \\ &\vdots \\ Y_{Nt} &= \alpha_{1,N} + \sum_{j=1}^{ly_N} \beta_{1,N,j} Y_{N,t-j} + \sum_{j=1}^{lx_N} \gamma_{1,N,j} X_{N,t-j} + \varepsilon_{1,N,t} \end{aligned} \quad (6)$$

6 numaralı eşitlikte yer alan Y; bu çalışmada CO₂ emisyonunu, X; kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla düzeyini, N; ülke sayısını, t; zaman boyutunu ifade etmektedir. Çalışmanın maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiştir. Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde ise Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır.

Konya (2006) Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi çerçevesinde çalışma için oluşturulan model aşağıda gösterilmektedir:

$$CO2_{1t} = \alpha_{1,1} + \sum_{j=1}^{ly_1} \beta_{1,1,j} CO2_{1,t-j} + \sum_{j=1}^{lx_1} \gamma_{1,1,j} GDPPC_{1,t-j} + \varepsilon_{1,1,t} \quad (7)$$

5. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmanın zaman boyutu (47), yatay kesit boyutundan (5) büyük olduğu için ($T > N$), yatay kesit bağımlılığının ölçülmesinde Breusch-Pagan (1980) LM_1 Testi baz alınmıştır.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

| | CO ₂ PC | | GDPPC | |
|------------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
| LM_1 | 29.260* | 0.001 | 45.884* | 0.000 |
| LM_2 | 4.307 | 0.000 | 8.024 | 0.000 |
| CD LM | 4.905 | 0.000 | 4.257 | 0.000 |
| LM_{adj} | 11.892 | 0.000 | 8.059 | 0.000 |

Not: *, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Yatay kesit bağımlılığı testinin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Test sonucu elde edilen olasılık değerlerinin 0.01'ten küçük olması durumunda H_0 hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmekte ve paneli meydana getiren birimler arasında yatay kesit bağımlılığı bulunduğu karar verilmektedir. Seri düzeyinde yapılan yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre; kişi başına karbondioksit emisyonu (CO₂PC) ve kişi başı gayri safi yurtiçi hasıla (GDPPC) serilerine ilişkin olasılık değerleri %1'den küçük olduğu için, H_0 hipotezi oldukça güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Test sonuçları, seriler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, ülkelerden herhangi birine gelen bir şokun diğer ülkeleri de etkilediğini söylemek mümkündür.

Homojenlik; modellerdeki eğim katsayılarının anlamlılıklarının ve işaretlerinin birimden birime değişmemesini ifade etmektedir (İltaş ve Bulut, 2017: 50). Homojenlik test sonuçlarında $\tilde{\Delta}$; büyük örneklem içeren modeller için, Δ_{adj} ise küçük örneklem içeren modeller için kullanılan test değerleridir.

Tablo 3. Homojenlik Testi Sonuçları

| Testler | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|------------------|-------------------|-----------------|
| $\tilde{\Delta}$ | 6.792* | 0.000 |
| Δ_{adj} | 7.015* | 0.000 |

Not: *, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Homojenlik testinin hipotezleri ise aşağıdaki gibidir:

H_0 : Eğim parametreleri homojendir.

H_1 : Eğim parametreleri homojen değildir.

Tablo 3'te gösterilen homojenlik testi sonuçlarına göre, "Eğim parametreleri homojendir" şeklindeki H_0 hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Sonuç olarak kurulan modelin eğim

katsayılarının heterojendir. Elde edilen bu sonuç, kırılğan beşli ülkelerinde, CO₂ emisyonu ve kişi başına gelir arasındaki nedenselliklerin yönünün ülkeden ülkeye farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik testlerinin yapılmasının ardından, çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerini araştırabilmek amacıyla Konya (2006) tarafından geliştirilmiş olan Panel Bootstrap Granger Nedensellik Analizi uygulanmıştır. Bu test, bir grup denklemin görünüşte ilişkisiz regresyon (SUR) tahminlerine dayanmakta ve panelde yer alan her bir yatay kesit birimi için Wald istatistiğini ve Bootstrap kritik değerlerini vermektedir. Bu açıdan Panel Bootstrap Nedensellik Analizi, bir taraftan yatay kesit bağımlılığını ve heterojenliği dikkate alırken, diğer taraftan da modellerdeki değişkenlerin durağanlık seviyelerine bakılmaksızın düzey değerleri ile analize dahil edilmesine imkan vermektedir.

Tablo 4. Bootstrap Panel Granger Nedensellik Test Sonuçları

| Ülkeler | CO ₂ , Kişi Başına Gelirin Nedeni Değildir | | | | Kişi Başına Gelir, CO ₂ 'nin Nedeni Değildir | | | | |
|---------------|---|----------------------------|--------|--------|---|----------------------------|--------|-------|--------|
| | Wald İst. | Bootstrap Kritik Değerleri | | | Wald İst. | Bootstrap Kritik Değerleri | | | |
| | | %1 | %5 | %10 | | %1 | %5 | %10 | |
| Brezilya | 2.481 | 7.532 | 4.174 | 2.973 | 6.335* | 6.104 | 3.460 | 2.371 | |
| Hindistan | 5.176** | 9.212 | 3.627 | 2.509 | 7.458** | 9.008 | 5.185 | 3.738 | |
| Endonezya | 2.805 | 9.605 | 4.739 | 2.933 | 2.496*** | 7.034 | 3.629 | 2.444 | |
| Güney Afrika | 13.318** | 17.577 | 12.050 | 9.825 | 6.006 | 15.783 | 10.334 | 8.135 | |
| Türkiye | 3.470*** | 6.355 | 3.529 | 2.678 | 2.467 | 6.997 | 4.337 | 3.135 | |
| Panel Fischer | İstatistik Değeri | | | 28.590 | Panel Fischer | İstatistik Değeri | | | 29.223 |
| | Olasılık Değeri | | | 0.001 | | Olasılık Değeri | | | 0.001 |

Not: *, ** ve *** sırasıyla, %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 4'te Kırılğan Beşli ülkelerinde, kişi başına CO₂ emisyonları ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri arasındaki panel nedensellik testi sonuçları görülmektedir. Teste ilişkin Bootstrap kritik değerleri 10.000 döngü ile edilmiştir.

Bootstrap nedensellik test sonuçlarına göre; “CO₂, kişi başına gelirin nedeni değildir” şeklindeki H₀ hipotezi, Hindistan ve Güney Afrika için %5, Türkiye için ise %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Elde edilen test sonuçları, bu üç ülkede “karbondioksit emisyonu gayrisafi yurtiçi hasılanın nedenidir” şeklinde ifade edilebilir. Panel Fischer olasılık değeri ise, panelin tamamı için %1 anlamlılık seviyesinde, CO₂ emisyonunun gayrisafi yurtiçi hasılanın nedeni olduğunu göstermektedir. Bu durumla birlikte, “Kişi başına gelir, CO₂'nin nedeni değildir” şeklindeki H₀ hipotezinin Brezilya'da %1, Hindistan'da %5 ve Endonezya'da %10 anlamlılık seviyesinde reddedildiği görülmektedir. Bu üç ülke için, kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın kişi başına karbondioksit emisyonunun nedeni olduğu söylenebilir. Panel Fischer olasılık değerinden, panelin tamamı için %1 anlamlılık seviyesinde kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılanın kişi başına karbondioksit emisyonunun nedeni olduğu da görülmektedir.

Tablo 5. Kırılgan Beşli Ülkelerde Toplaştırılmış Nedensellik Test Sonuçları

| Ülkeler | Nedenselliğin Yönü | Nedenselliğin Boyutu |
|--------------|----------------------------------|----------------------|
| Hindistan | GDP ile CO ₂ arasında | Çift Yönlü |
| Brezilya | GDP'den CO ₂ 'ye | Tek Yönlü |
| Endonezya | | |
| Güney Afrika | CO ₂ 'den GDP'ye | Tek Yönlü |
| Türkiye | | |

Panel Bootstrap Granger Nedensellik Test'inden elde edilen sonuçlar Tablo 5'te birleştirilmiştir. Nedensellik ilişkisi, Brezilya ve Endonezya'da kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıladan kişi başına CO₂ emisyonuna doğru, Güney Afrika ve Türkiye'de ise kişi başına karbondioksit emisyonundan kişi başına gayri safi yurtiçi hasılaya doğru tek yönlüdür. Hindistan'da ise söz konusu değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.

6. SONUÇ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminin temel kaynağı, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı enerji kullanımınıdır. Günümüzde birçok ekonominin bu üç enerji kaynağına olan yüksek bağımlılık oranları iklim değişikliği sorununun ortadan kaldırılmasındaki en önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekonomik büyümenin vazgeçilmezi olan enerji kullanımının fosil kaynaklardan sağlanıyor olması ise enerji-çevre-büyüme üçgeninde bir çıkmaz yaratmakta, bu çıkmazdan kurtulmanın yolu ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve enerji verimliliğini arttırmaktır.

Yüksek cari açık, enflasyon, döviz kuru ve dışa bağımlılık oranları nedeniyle kırılgan beşli adı altında sınıflandırılan Brezilya, Hindistan, Endonezya, Güney Afrika ve Türkiye aynı zamanda Dünya Bankası sınıflandırmasına göre orta gelir tuzağında yer almaktadır. Bu tuzaktan çıkışın yolu ise kişi başına düşen milli gelir düzeylerini yükseltmektir. Daha yüksek mal ve hizmet üretim düzeylerine ulaşmanın yolu enerji tüketiminden geçmekte, bu süreç ise enerjiye olan talebi de yükseltmektedir. Artan enerji talebinin büyük oranda fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanması, CO₂ emisyonlarının da artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, büyüme ve CO₂ emisyonları arasında teorik olarak bir ilişkinin varlığı beklenmektedir.

Çalışmada kullanılan Panel Bootstrap Granger Nedensellik Analizi'nin sonuçları, modele dahil edilen her ülkede kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ile kişi başına CO₂ emisyonu arasında nedensellik ilişkilerinin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Nedenselliklerin yönü; Brezilya ve Endonezya'da kişi başına gelirden CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü, Güney Afrika ve Türkiye'de CO₂ emisyonlarından kişi başına gelire doğru tek yönlü, Hindistan'da ise kişi başına gelir ve CO₂ emisyonları arasında iki yönlüdür. Ayrıca, panel bootstrap granger nedensellik testlerinde kurulan modellerin her ikisinde, Panel Fischer değerlerine göre, kişi başına gelir ile CO₂ emisyonları arasında iki yönlü nedensellik ilişkileri de tespit edilmiştir.

Brezilya ve Endonezya'daki kişi başına gelirden emisyonlara doğru olan tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı, bu ülkelerde ortaya çıkacak ekonomik büyümenin fosil kaynaklı enerji talebini

arttıracağını ve CO₂ emisyonlarının da yükselmesine neden olacağını göstermektedir. Bu durum büyüme süreciyle birlikte enerjiye olan talebin de artacağını ifade etmektedir. Güney Afrika ve Türkiye için CO₂ emisyonlarından kişi başına doğru olan nedensellik ilişkisi, bu iki ülkenin ekonomik büyümeleri için enerji kullanımının, kullanılan enerjinin büyük bölümünün fosil kaynaklı olduğu göz önünde bulundurulduğunda ise CO₂ emisyonu yaratmanın zorunlu olduğunun göstergesi durumundadır. Hindistan için elde edilen çift yönlü nedensellik ilişkisi ise; bu ülkede kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ve CO₂ emisyonu yaratmanın karşılıklı olarak birbirlerini etkiledikleri ile açıklanabilir.

Çalışmada elde edilen tüm nedensellik sonuçları, çevresel bozulma ve büyüme literatüründe yer alan ve Çevresel Kuznets Hipotezi temelli çalışmalarının temsilcisi olarak gösterilen Grossman ve Krueger'in (1991)'in sonuçlarıyla kısmen uyum göstermektedir. Çalışmada, düşük milli gelir seviyesine sahip ülkelerde kirletici emisyonların artacağı ancak yüksek gelir seviyelerinde bu emisyonların azalacağı ileri sürülmüştür. Tamamının orta gelir tuzağı içinde yer aldığı kırılmalı beşli ülkelerinin halen uzun bir büyüme sürecine ihtiyaç duymaları göz önünde bulundurulduğunda, ekonomik büyüme ile birlikte özellikle kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklı enerjiye olan taleplerinin artacağı, dolayısıyla CO₂ emisyonlarının da yükseleceğini söylemek yanlış olmayacaktır.

İklim değişikliği ile mücadelenin küresel boyutu dikkate alındığında; seragazi emisyonlarının özellikle de CO₂ seviyelerinin düşürülmesi gerektiği bilinmektedir. Dünya genelindeki nihai enerji tüketiminin çok büyük bölümünün halen fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanıyor olması, iklim değişikliği ile mücadeledeki en önemli sorundur. Nitekim fosil kaynaklı enerji tüketimini azaltmak, ekonomik büyümeden vazgeçmek anlamına gelmektedir. Bu nedenle, enerji kaynaklı seragazi emisyonlarının azaltılabilmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimi içindeki payının mutlaka yükseltilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması gerekmektedir. Düşük gelir düzeyine sahip ekonomilerde böyle bir dönüşüm yaratabilmek ise oldukça yüksek maliyetler yaratmaktadır. Bu nedenle, fosil kaynaklı enerjiye bağımlılığı yüksek ve düşük gelir düzeyine sahip ülkelerin bu dezavantajlı durumlarının, iklim değişikliği ile uluslararası mücadelede mutlaka göz önünde bulundurulması, teknoloji transferi, finansal destek gibi çeşitli mekanizmaların etkin olarak işletilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Acaravcı, A. ve Öztürk, İ. (2010) "On the Relationship Between Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth in Europe", *Energy*, 35(12): 5412-5420.

Akarca, A.T. ve Long, T.V. (1980) "On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination", *Journal of Energy Development*, 5: 326-331.

Altınay, G. ve Karagöl, E. (2004) "Structural Break, Unit Root and Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey", *Energy Economics*, 26: 985-994.

- Ang, J. (2007) “CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France”, *Energy Policy*, 35(10): 4772-4778.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. (2009) “Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From the Commonwealth of Independent States”, *Energy Economics*, 31: 641–647.
- Aydın, C. ve Esen, Ö. (2017) “The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for CO2 Emissions in Turkey: New Evidence from Smooth Transition Regression Approach”, *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 14(39): 101-116.
- Ayhan, F. ve Bursa, N. (2019) “Unemployment and Crime Nexus in European Union Countries: A Panel Data Analysis”, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 34(17): 465-484.
- Bentzen, J. ve Engsted, T. (1993) Short and Long Run Elasticities in Energy Demand: A Cointegration Approach”, *Energy Economics*, 15: 9-16.
- Bölükbaş, M. (2018) “Para ve Maliye Politikalarının Enflasyon Üzerindeki Etkisi: BRIC Ülkeleri ve Türkiye İçin Bir Bootstrap Panel Granger Nedensellik Analizi”, *Bankacılar Dergisi*, 105: 47-62.
- Breusch, T.S. ve Pagan, A.R. (1980) “The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Modelspecification Tests in Econometrics”, *Review of Economic Studies*, 47(1): 239-253.
- Dinda, S. ve Coondoo, D. (2006) “Income and Emission: A Panel Data Based Cointegration Analysis”, *Ecological Economics*, 57: 167–181.
- Dinda, S. (2004) “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, *Ecological Economics*, 49: 431–455.
- Dritsaki, C. ve Dritsaki, M. (2014) “Causal Relationship Between Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions: A Dynamic Panel Data Analysis”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(2): 125-136.
- Farhani, S., Shahbaz, M. ve Aroui, M. (2013) “Panel Analysis of CO2 Emissions, GDP, Energy Consumption, Trade Openness and Urbanizaation in MENA Countries”, *MPRA Working Paper*, No:49258.
- Friedl, B. ve Getzner, M. (2003) “Determinants of CO2 Emissions in a Small Open Economy”, *Ecological Economics*, 45(1): 133–148.
- Gurgul, H. ve Lach, Ł. (2012) “The Electricity Consumption Versus Economic Growth of the Polish Economy”, *Energy Economics*, 34(2): 500–510.
- Grossman, G. ve Krueger, A. (1991) “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, *National Bureau of Economics Research Working Paper*, Vol. 3194.

- Halıcıoğlu, F. (2009) “An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey”, *Energy Policy*, 37(3): 1156-1164.
- Hayaloğlu, P. (2015) “Kırılgan Beşli Ülkelerinde Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Dinamik Panel Veri Analizi”, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(1): 131-144.
- He, J. ve Richard, P. (2010) “Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada”, *Ecological Economics*, 69: 1083–1093.
- Holtz-Eakin, D. ve Selden, T. (1995). “Stroking The Fires: CO2 Emissions and Economic Growth”, *Journal of Public Economics*, 57(1): 85–101.
- Hossain, S. (2011) “Panel Estimation for CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries”, *Energy Policy*, 39(11): 6991-6999.
- İltaş, Y. ve Bulut, Ü. (2017) “Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları İle Net Satış Hasılatı Arasındaki İlişki: Bootstrap Panel Nedensellik Testinden Kanıtlar”, *Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi*, Ocak-Haziran 2017, 49: 45-58.
- Özcan, B. (2013) “The Nexus Between Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Middle East Countries: A panel Data Analysis”, *Energy Policy*, 62: 1138-1147.
- Jalil, A., Mahmud, S.F. (2009) “Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China”, *Energy Policy*, 37(12): 5167-5172.
- Jayanthakumaran, K., Verma, R., Liu, Y. (2012) “CO2 Emissions, Energy Consumption, Trade and Income: A comparative Analysis of China and India”, *Energy Policy*, 42: 450-460.
- Kónya, L. (2006) “Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with a Panel Data Approach”, *Economic Modelling*, 23(6): 978-992.
- Kraft J. ve Kraft A. (1978) “On the Relationship Between Energy and GNP”, *Journal of Energy and Development*, 3(2): 401-403.
- Narayan, P. ve Narayan, S. (2010) “Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence From Developing Countries”, *Energy Policy*, 38(1): 661:666
- Narayan, P.K. ve Smith, R. (2008) “Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Co-Integration With Structural Breaks”, *Energy Economics*, 30(5): 2331–2341.
- Öztürk, İ. (2010) “A Literature Survey on Energy-Growth Nexus”, *Energy Policy*, 38(1): 340-349.
- Öztürk, İ. ve Acaravcı, A. (2010) “CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9): 3220-3225.

- Pao, H. ve Tsai, C. (2010) “CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in BRIC Countries”, *Energy Policy*, 38(12): 7850-7860.
- Pesaran, M.H. ve Yamagata, T. (2008) “Testing Slope Homogeneity in Large Panels”, *Journal of Econometrics*, 142(1): 50-93.
- Pesaran, M. ve diğerleri (2008) “A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence”, *The Econometrics Journal*, 11(1): 105-127.
- Pesaran, M. H. (2004) “General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels”, *University of Cambridge Working Papers in Economics No: 0435*.
- Richmond A. ve Kaufman R. (2006) “Is there a Turning Point in the Relationship Between Income and Energy Use and/or Carbon Emissions?”, *Ecological Economics*, 56(2): 176-189.
- Saboori ve diğerleri, (2012) “Economic Growth and CO2 Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Cuznets Curve”, *Energy Policy*, 51: 184-191.
- Souza ve diğerleri (2018) “Determinants of CO2 Emissions in the MERCOSUR: The Role of Economic Growth and Renewable and Non-Renewable Energy”, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1): 20769-20781.
- Soytaş, U. ve Sarı, R. (2009) “Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Countries”, *Ecological Economics*, 68: 1667-1675.
- Swamy, P. A. (1970) “Efficient Inference in a Random Coefficient Regression Model”, *Econometrica*, 38(2): 311-323.
- Soytaş, U. ve diğerleri (2007) “Energy Consumption, Income and Carbon Emissions in the United States”, *Ecological Economics*, 62(3-4): 482-489.
- Soytas, U. ve Sarı, R. (2003) “Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets”, *EnergyEconomics*, 25(1): 33–37.
- Stern, D.I. (2004) “The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve”, *World Development*, 32: 1419–1439.
- Swamy, P. (1970) “Efficient Inference in a Random Coefficient Regression Model”, *Econometrica*, 38(2): 311-323.
- Tiwari, A. (2011) “A Structural VAR Analysis of Renewable Energy Consumption, Real GDP and CO2 Emissions: Evidence From India”, *Economics Bulletin*, 31(2): 1793-1806.
- Wang ve diğerleri (2011) “CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis”, *Energy Policy*, 39(9): 4870-4875.

Yu, E. S. ve Hwang, B.K. (1984) “The Relationship Between Energy and GNP: Further Results”, *Energy Economics*, 6: 186–190.

Zhang, X. ve Cheng, X. (2009) “Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in China”, *Ecological Economics*, 68(10): 2706-2712