

YÜKSELEN PİYASALARDA ELEKTRİK TÜKETİMİ-BÜYÜME İLİŞKİSİ: NEDENSELLİK ANALİZİ

Prof. Dr. Yusuf BAYRAKTUTAN*
Kocaeli Üniversitesi
Öğr. Gör. Dr. Sefer UÇAK**
Balıkesir Üniversitesi
İ. Murat BİCİL***
Balıkesir Üniversitesi

ÖZET

Enerji, modern yaşamın önemli bir girdisi; ekonomik büyümenin temel bir belirleyicisidir. Bir yandan, enerji kullanımının katkılarıyla üretilen mal ve hizmet miktarının artması; diğer yandan gelir düzeyi arttıkça, daha fazla enerji tüketimine yol açacak mal ve hizmetlerin kullanılması beklenmektedir. Bu çalışma, anılan beklentiden yola çıkarak enerji tüketimi-iktisadi büyüme ilişkisini, yükselen piyasa ekonomileri olarak nitelenen ülkeler bakımından araştırmayı amaçlamaktadır. Örneklemede yer alan 12 ülkenin 1980-2008 verileri kullanılarak yapılan analiz, enerji tüketimi ile büyüme arasında, 5 ülkede iki yönlü; 3 ülkede enerji tüketiminden büyümeye; 3 ülkede de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü ilişkinin varlığını; sadece bir ülkede bu iki değişken arasında bir ilişkinin gözlenmediğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Elektrik tüketimi, İktisadi büyüme, Eş-Bütünleşme, Nedensellik.

ABSTRACT

Energy, a basic input of modern life, is an essential determinant of economic growth. It is expected that production of goods and services would increase with the contributions of energy usage, on one hand, and there would be an increase in the usage of goods and services which would lead to even greater amount of energy, on the other. This study, driven by the above mentioned expectation, proposes to investigate the relationship between energy consumption and economic growth for the so-called emerging market economies. The analysis, using the data of 12 sample countries for the period of 1980-2008 indicates that the relationship between these two variables is bidirectional for five countries, and one directional for six of them, for 3 of which from energy consumption to growth, and opposite direction for the remaining 3, while none for just one country.

Keywords: Electricity consumption, Economic growth, Cointegration, Causality.

* Kocaeli Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü Umuttepe/Kocaeli eposta: ybayraktutan@kocaeli.edu.

** Balıkesir Üniversitesi. Sındırgı MYO Balıkesir seferucak@yahoo.com

*** Balıkesir Üniversitesi. Sındırgı MYO Balıkesir

GİRİŞ

Refah seviyesinin bir belirleyicisi ve göstergesi de enerji kullanım miktarıdır. Zira yaşam kalitesini şekillendiren araçlar yaygın olarak enerji ile tamamlayıcılık ilişkisi içinde bulunmaktadır. Ayrıca üretim sürecinin tarımdan sanayi ve hizmet sektörlerine doğru yapısal dönüşümü, daha fazla enerji kullanımını beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla, bir yandan, enerji kullanımının katkılarıyla üretilen mal ve hizmet miktarının artması; diğer yandan gelir düzeyi arttıkça, daha fazla enerji tüketimine yol açacak mal ve hizmetlerin kullanılması beklenmektedir.

Bu çalışma, anılan beklentiden yola çıkarak enerji tüketimi-iktisadi büyüme ilişkisini, yükselen piyasa ekonomileri olarak nitelenen ülkeler bakımından araştırmayı amaçlamaktadır. Kısa bir kavramsal girişi takiben ilgili literatür özetlenmekte; model ve veri seti takdim edildikten sonra analiz ve sonuçları tartışılmaktadır.

I. ENERJİ VE ARTAN ENERJİ TÜKETİMİ

Enerji farklı formlarda üretime ve tüketime konu olmakta; bunlar arasında da geçişgenlik bulunmaktadır. Elektrik enerjisi, doğadaki birincil enerji olan fosil yakıtların ve/veya yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile elde edilebilmektedir. Elektrik enerjisi, sosyal ve ekonomik kalkınmanın en temel girdilerinin başında yer almaktadır. Çok geniş bir alanda kullanıldığı, yüksek verimliliği ve kolay kullanılabilirliği nedeni ile dünya elektrik enerjisi talebi hızla artmaktadır. Elektrik enerjisi talebinin yıllar itibari ile toplam enerji tüketimi içindeki payı da artmaktadır. Elektrik enerjisinin birtakım avantajlarına karşılık üretildiği anda tüketilmesi zorunluluğu, yani depolama olanaklarının sınırlı ve pahalı olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik temini, çevre ve maliyetler açısından daha yararlı olacaktır.

1960'lerden itibaren dünya enerji talebinin ve buna paralel olarak enerji fiyatlarının arttığı görülmektedir. 1980-2007 yılları arasında dünya enerji talebi yıllık bazda, yaklaşık % 2.3 düzeyinde artış göstermiştir.¹ 2008 yılında dünya birincil enerji tüketim artışı % 1.4 olurken, Çin'de % 7.2, Hindistan'da % 5.6 artış yaşanmıştır.² Dünya birincil enerji talebinin 2006-2030 döneminde, yıllık ortalama % 1.6 artış göstererek toplamda % 45 artacağı tahmin edilmektedir. Yüksek enerji fiyatları ve düşük ekonomik büyüme nedeniyle enerji talebi artışı, özellikle OECD ülkelerinde daha yavaş seyredecektir. Çin ve Hindistan gibi yüksek büyüme performansı gösteren ülkelerde enerji talep artışı 2006-2030 yıllarında yaklaşık % 87 oranında olacaktır.³

II. LİTERATÜR

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, uzun zamandır iktisatçılar tarafından incelenen bir konudur. Çalışmalar göstermiştir ki, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir ilişki vardır. Ayrıca elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü ve çift yönlü bir nedenselliğin olduğu birçok çalışmada ortaya çıkarılmıştır.

Nedenselliğin yönü ülkelerin enerji politikaları için yol gösterici olmaktadır. Farklı ülkelerde farklı nedensellik ilişkisinin çıkmasının nedenleri, veri setlerine esas

¹ IEA, **World Energy Outlook 2008**, Paris: IEA P., p. 78.

² BP, **Statistical Review of World Energy**, June 2009, p. 40.

³ IEA, **World Energy Outlook 2008**, Paris: IEA P., p. 4.

yıllarının farklılığı, ülkelere özgü enerji politikalarının çeşitliliği, ülkelerin enerjide dışa bağımlılıkları, yerli enerji kaynaklarından yararlanılma oranları ve farklı siyasal ve kurumsal düzenlemeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Elektrik enerjisi tüketimi-iktisadi büyüme ilişkilerini konu alan çalışmalardan bazıları Tablo-1’de yansıtılmıştır.

Yang, 1954-1997 yıllarında Tayvan için yaptığı çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik saptamıştır. Bu durumda, hem enerji tüketimi ekonomik büyümeyi hem de ekonomik büyüme enerji tüketimini etkilemektedir.⁴

Yoo ve Kwak, 1975-2006 yıllarını içeren ve Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Ekvator, Peru ve Venezuela için yaptıkları çalışmada, Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Ekvator için kısa dönemde elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulmuşlardır. Venezuela için çift yönlü bir nedensellik bulunurken, Peru için bir nedenselliğe rastlanmamıştır.⁵

⁴ Hao-Yen Yang, “A Note on The Casual Relationship Between Energy and GDP in Taiwan”, **Energy Economics**, Vol: 22, 2000, pp. 309-317.

⁵ Seung-Hoon Yoo and Soo-Yoon Kwak, “Electricity Consumption and Economic Growth in Seven South American Countries”, **Energy Policy**, Vol:38-1, 2010, pp. 181-188.

Tablo-1: Seçilmiş Ülkelerde Enerji Tüketimi-Büyüme İlişkisi İçin Nedensellik Analizi Literatürü

Yazar	Yöntem	Dönem	Ülkeler	Nedensellik Yönü
Akinlo (2008)	ARDL-Granger nedensellik	1980–2003	Gambiya, Gana, Senegal, Sudan, Zimbabve, Kamerun, Nijerya, Kenya, Togo, Fildişi Sahili	ELK↔EB EB→ELK Nedensellik yok
Ouédraogo (2010)	Granger nedensellik	1968–2003	Burkina Faso	ELK↔EB
Cheng (1997)	Granger nedensellik	1963–1993	Brezilya, Meksika, Venezuela	ELK →EB Nedensellik yok
Soytas ve Sari (2003)	Granger nedensellik ve ECM	1950–1992	Arjantin, İtalya, G.Kore, Türkiye, Fransa, Almanya, Japonya	ELK↔EB EB→ELK ELK →EB
Asafu-Adjaye (2000)	Granger nedensellik ve ECM	1973–1995	Hindistan, Endonezya, Tayland, Filipinler	ELK →EB ELK↔EB
Paul ve Bhattacharya (2004)	Engle-Granger nedensellik	1950–1996	Hindistan	ELK↔EB
Apergis ve Payne (2009)	Panel eş-bütünleşme ve ECM	1980–2004	Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nikaragua, Panama	ELK →EB
Oh ve Lee (2004)	Granger nedensellik ve ECM	1970–1999	Kore	ELK↔EB
Jumbe (2004)	Granger nedensellik ve ECM	1970–1999	Malawi	ELK↔EB
Chen, Kuo, Chen (2007)	Panel eş-bütünleşme ve Nedensellik	1971–2001	Çin, Endonezya, Kore, Hindistan, Malezya, Filipinler, Singapur, Tayvan, Tayland, Hong Kong	Kısa dönemde EB→ELK Uzun dönemde ELK↔EB

Not: ELK, enerji tüketimini; EB, ekonomik büyümeyi ve oklar, nedenselliğin yönünü göstermektedir.

Sadorsky, 2009 yılındaki çalışmasında, gelişmekte olan 18 ülkenin 1994-2003 yıllarının kapsayan yenilenebilir enerji tüketimi ve gelir düzeyi arasındaki ilişkiyi panel eş-bütünleşme analizi ile incelemiştir. Seriler arasında eşbütünleşme tespit edilmiş ve uzun dönemde reel gelirdeki % 1 artışın yenilenebilir enerji tüketimini % 3.5 arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.⁶

Mishra, Smyth ve Sharma, 2009 yılında yayınlanan ve panel veri yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarında, 1980-2005 yılları için 9 ülkeden oluşan pasifik ada ülkeleri için enerji tüketimi, GSYİH ve şehirleşme arasında çift yönlü nedensellik ve uzun dönemli ilişki tespit etmişlerdir.⁷

Apergis ve Payne, 2009 yılında yayınlanan ve panel veri yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarında; 1985-2005 yılları için 20 OECD ülkesinde reel GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, reel sabit sermaye yatırımı ve emek gücü arasında uzun dönemli ilişki tespit etmiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun dönemli çift yönlü bir nedensellik bulmuşlardır.⁸

Altınay ve Karagöl, 1950-2000 dönemi verileriyle Türkiye için yaptıkları çalışmada elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulmuşlardır. Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik, elektrik kullanımındaki kısıtlamaların ekonomik büyümeyi olumsuz olarak etkileyeceğini; elektrik tüketim artışının ekonomik büyümeye uzun dönemde katkı yapacağını göstermektedir.⁹

III. YÖNTEM

3.1. Eşbütünleşme Testi: Engle-Granger Yöntemi

Engle ve Granger (1987)¹⁰, birinci dereceden entegre olan [I(1)], değişkenler arasında eş-bütünleşme olup olmadığı hipotez testini konu alan çalışmalarında, birinci dereceden entegre bir grup değişken arasındaki ilişkinin katsayılarını en küçük kareler (EKK) metoduyla tahmin etmişlerdir. Bu tahminlere ilişkin hata terimlerine birim kök testi uyguladıklarında, hata terimlerinin durağan olduğu durumda değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmada, seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisi olup olmadığı Engle-Granger yöntemiyle test edilmiştir. Bu yöntemde, ilk olarak serilerin aynı dereceden

⁶ Perry Sadorsky, "Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies", **Energy Policy**, Vol: 37, 2009, pp. 4021-4028.

⁷ Vinod Mishra, Russell Smyth, Susan Sharma, "The Energy-GDP Nexus: Evidence From A Panel of Pacific Island Countries", **Resource And Energy Economics**, Vol: 31, 2009, pp. 210-220.

⁸ Nicholas Apergis and James E. Payne, "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Panel of OECD Countries", **Energy Policy**, Vol: 38-1, 2009, pp. 656-660.

⁹ Galip Altınay, and Erdal Karagöl, "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey", **Energy Economics**, Vol: 27, 2005, pp. 849-856.

¹⁰ R. F., Engle, and C. W. J. Granger, "Cointegration and error correction: Representation, estimation, and testing". **Econometrica**, 55 1987, 251-276.

entegre olup olmadığının tespiti için kullanılan serilere birim kök testi uygulanır. Eğer seriler birinci dereceden entegre ise (1) no'lu eş-bütünleşme denklemi EKK ile tahmin edilir. Tahminden elde edilen hata terimlerinin (kalıntılar) düzeyde durağan olup olmadığını kontrol etmek için birim kök testi gerçekleştirilir. Birim kök testi sonuçlarına göre kalıntıların durağan olması seriler arasında uzun dönemli ilişki (eş-bütünleşme) olduğu anlamına gelmektedir.

$$Y_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 Z_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Engle-Granger yöntemine göre durağan olmayan iki değişkenin, birinci farkları alındığında durağanlaşması ve aralarında eş-bütünleşme ilişkisinin var olması durumunda, aşağıda yer alan (2) ve (3) no'lu denklemler, hata düzeltme modeline (ECM) dayalı Granger nedensellik testi için kullanılabilir.

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_y \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1} \alpha_{11}(i) \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{12}(i) \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (2)$$

$$\Delta Z_t = \alpha_2 + \alpha_z \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1} \alpha_{21}(i) \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{22}(i) \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_{zt} \quad (3)$$

(2) no'lu denklemde; bağımlı değişken Y_t , hız ayarlama parametresi α_y ; (3) no'lu denklemde, Z_t bağımlı değişken, α_z hız ayarlama parametresidir. Eğer $\alpha_y = 0$ ve $\alpha_{12}(i) = 0$ ise, ΔZ_t , ΔY_t 'nin Granger nedeni değildir.¹¹ Bu bağlamda tahmin edilen hata düzeltme modelinde hata düzeltme teriminin katsayısı ve bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerinin katsayılarına Wald testi uygulanarak katsayıların sifıra eşit olup olmadıkları test edilir. Test sonuçlarına göre katsayılar sıfırdan farklı ise, " Z_t değişkeni Y_t 'nin Granger nedeni değildir" boş hipotezi reddedilir.

Yukarıdaki eşitliklerde Y_t , Gayri Safi Yurt içi Hasıla serisini ve Z_t , elektrik tüketimi serisini temsil etmektedir. Bu çalışmada eş-bütünleşme ilişkisi 12 ülke için araştırılmıştır. Bu ülkeler; Arjantin, Brezilya, Çin, Filipinler, Güney Afrika Cumhuriyeti, Güney Kore, Hindistan, Macaristan, Meksika, Portekiz, Şili ve Türkiye'dir. Yapılan testler sonucu eş-bütünleşme ilişkisi tespit edilen ülkeler için Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger nedensellik testi uygulanırken eş-bütünleşme ilişkisi tespit edilemeyen ülkeler için standart Granger nedensellik testi yapılmıştır.

¹¹ Walter Enders, Applied Econometric Time Series, Second Edition, USA: John Wiley&Sons, 2004, p.374-377.

3.2. Analizde Kullanılan Değişkenler ve Veri Seti

Bu çalışmanın amacı, elektrik enerjisi tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin test edilmesidir. Elektrik enerjisi tüketimi milyar kilowatt saat olarak kullanılmaktadır. Ekonomik büyüme verisi için 2005 yılı sabit fiyatlarla Gayri Safi Yurtiçi Hasıla serisi (ABD doları) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler EIA (Energy Information Administration) ve Dünya Bankası veri tabanlarından elde edilmiştir.

Tablo-2: ADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Düzye (ADF-t İstatistiği)			Birinci Fark (ADF-t İstatistiği)			Önem Düzeyi	Mac. Kinnon Kritik Değ.		
	Sabitsiz	Sabitli	Sabit ve Trend	Sabitsiz	Sabitli	Sabit ve Trend		Sabitsiz	Sabitli	Sabit ve Trend
ELK_ARG	4.2276(0)*	1.2725(0)	-2.2151(1)	-2.6265(0)	-3.9521(0)	-4.0670(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_ARG	1.4515(1)	-0.1562(1)	-2.5424(1)	-3.2408(0)	-3.5935(0)	-3.7112(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_BRA	7.6065(0)	-1.9330(0)	-1.9614(0)	-1.1147(1)	-4.1641(0)	-4.6829(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_BRA	4.0825(0)	1.1490(0)	-4.2507(2)	-1.2940(1)	-4.2423(1)	-4.2007(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_CHİ	6.1849(0)	0.2280(0)	-2.4719(0)	-2.2837(0)	-4.1508(0)	-4.0240(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_CHİ	2.4134(1)	0.1814(0)	-1.9430(0)	-0.6633(2)	-3.3180(2)	-3.2693(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_CHN	2.5860(1)	0.1186(1)	-3.6589(3)	0.5552(0)	-2.7420(0)	-2.4034(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_CHN	3.7986(4)	-0.4816(6)	-4.7080(3)	-0.3996(2)	-3.9214(3)	-3.7587(3)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_HUN	0.7872(1)	-2.2341(1)	-2.6604(1)	-2.1792(0)	-2.3217(0)	-2.2769(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_HUN	0.9092(1)	-0.6451(1)	-1.6696(1)	-2.3178(0)	-2.4803(0)	-2.6228(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_IND	4.2276(0)	1.2725(0)	-2.2151(1)	-2.6265(0)	-3.9521(0)	-4.0670(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_IND	7.6065(0)	-1.9330(0)	-1.9614(0)	-1.1147(1)	-4.1641(0)	-4.6829(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_KOR	2.4919(1)	-1.9402(0)	-0.1628(0)	-1.7646(0)	-3.8603(0)	-4.3850(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_KOR	9.3449(0)	-2.8824(0)	-0.6136(0)	-1.7227(0)	-4.0432(0)	-5.3195(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_MEX	6.0218(0)	-2.2530(0)	-3.3109(0)	-2.8366(0)	-4.3941(0)	-4.5162(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_MEX	4.0469(0)	0.3641(0)	-2.1403(0)	-3.9803(0)	-5.4525(0)	-5.8161(0)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_PHI	3.1358(0)	0,3369(0)	-2,3138(1)	-3,3549(0)	-4,3921(1)	-4,3832(1)	%1	-2,65	-3,68	-4,3
Y_PHI	4.4783(0)	3.7794(5)	-0.4972(5)	-2.0971(0)	-2.8712(0)	-4.6300(5)	%5 %10	-1,95 -1,6	-2,97 -2,62	-3,6 -3,2
ELK_POR	8.4101(0)	-1.2665(0)	-0.8435(0)	-1.1163(1)	-5.3832(0)	-5.8404(0)	%1	-2,65	-3,68	-4,3

Y_POR	1.4988(1)	-3.1964(4)	-2.5323(1)	-1.5768(0)	-2.2104(0)	-5.3694(3)	%5	-1,95	-2.97	-3.6
							%10	-1,6	-2.62	-3.2
ELK_SAF	4.4039(0)	-3.5398(0)	-4.1986(0)	-2.3406(1)	-5.6539(0)	-6.1732(0)	%1	-2,65	-3.68	-4.3
Y_SAF	2.3193(2)	2.6146(2)	0.2491(2)	-2.3878(0)	-3.5267(0)	-4.1325(1)	%5	-1,95	-2.97	-3.6
							%10	-1,6	-2.62	-3.2
ELK_TUR	7.9985(0)	-1.0375(1)	-2.3179(0)	-0.5050(2)	-7.4038(0)	-7.4119(0)	%1	-2,65	-3.68	-4.3
Y_TUR	5.6447(0)	-0.6131(0)	-2.5542(0)	-1.6584(1)	-5.9714(0)	-5.8606(0)	%5	-1,95	-2.97	-3.6
							%10	-1,6	-2.62	-3.2

*Parantez içerisindeki rakamlar birim kök testi için Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenen uygun gecikme değerlerini göstermektedir. (ELK: elektrik tüketimi, Y: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla)

Veri seti 1980-2008 yıllarını kapsayan 29 yıllık zaman aralığında 12 gelişen ülkeyi kapsamaktadır. Ülkeler için kullanılan semboller şöyledir: Arjantin (ARG), Brezilya (BRA), Çin (CHN), Filipinler (PHI), Güney Afrika Cumhuriyeti (SAF), Güney Kore (KOR), Hindistan (IND), Macaristan (HUN), Meksika (MEX), Portekiz (POR), Şili (CHI) ve Türkiye (TUR). Analizde, değişkenlerin doğal logaritmik hali kullanılmıştır.

Bu çalışmada elektrik enerjisi tüketimi (ELK) ile GSYİH (Y) arasında bir eş bütünleşme ilişkisi olup olmadığı Engle- Granger yöntemi ile Arjantin, Brezilya, Güney Afrika Cumhuriyeti, Güney Kore, Hindistan, Meksika, Portekiz ve Türkiye için test edilmiştir. Çalışmada elektrik enerjisi tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla arasındaki uzun dönem ilişki araştırılmış ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için vektör hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik analizi yapılmıştır. Ekonometrik analizde E-views 5.0 paket programı kullanılmıştır.

3.3. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler arasında koentegrasyon ilişkisi olup olmadığına ilişkin testten önce değişkenlere Augmented Dickey Fuller birim kök testi uygulanmış ve değişkenlerin aynı dereceden entegre olup olmadıkları tespit edilmiştir. Birim kök testi sonuçları Tablo-2'de verilmiştir. Tablo-2'de, serilerin düzeylerine ve birinci farklarına ilişkin ADF t-istatistiği değerleri ve Mc-Kinnon kritik değerleri % 1, % 5 ve % 10 anlam düzeyinde rapor edilmiştir. Birim kök testi sonuçlarına göre, Arjantin, Brezilya, Güney Afrika Cumhuriyeti, Güney Kore, Hindistan, Meksika, Portekiz, Şili ve Türkiye için elektrik tüketimi ve GSYİH serilerinin birinci dereceden entegre oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Çin ve Macaristan için ELK ve Y serilerinin aynı dereceden durağan olmadıkları Tablo-2'deki birim kök testi sonuçlarından görülmektedir. Bu nedenle, bu ülkeler için eş-bütünleşme testi yapılmamıştır.

Tablo-3: Kalıntılara ilişkin birim kök testi sonuçları

Değişken*	Düzy (ADF-t İstatistiği)		Mac-Kinnon Kritik Değer		
	Sabitsiz		% 1	% 5	% 10
U1_ARG	-2,4704		-2,6534	-1,9539	-1,6096
U2_ARG	-2,3740		-2,6534	-1,9539	-1,6096
U1_BRA	-2,3779		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U2_BRA	-3,0227		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U1_CHI	-1,5339		-2,6501	-1,9533	-1,6097
U2_CHI	-1,5342		-2,6501	-1,9533	-1,6097
U1_IND	-0,5055		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U2_IND	-0,9756		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U1_KOR	-2,8961		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U2_KOR	-2,8239		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U1_MEX	-1,9947		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U2_MEX	-2,5767		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U1_PHI	-1,6482		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U2_PHI	-1,8303		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U1_POR	-2,9369		-2,6534	-1,9539	-1,6096
U2_POR	-2,9540		-2,6534	-1,9539	-1,6096
U1_TUR	-2,5421		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U2_TUR	-2,5002		-2,6501	-1,9534	-1,6098
U1_SAF	0,0948		-2,6534	-1,9539	-1,6096
U2_SAF	-2,7772		-2,6501	-1,9534	-1,6098

Not: * İlgili ülkeler için eş-bütünleşme denkleminin hata terimleri.

Tablo-3'te uzun dönem ilişkisini gösteren denklemlerin hata terimlerine (kalıntılar) ait birim kök testi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle Şili, Güney Afrika ve Hindistan için uzun dönem ilişkisini gösteren denklemlerin hata terimlerine ait ADF-t değeri % 1, % 5, % 10 anlam düzeyinde Mc-Kinnon kritik değerlerinin altında olduğundan, bu ülkeler için elektrik tüketimi ile GSYİH arasında eş-bütünleşme ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. **%1 anlamlılık düzeylerine göre, hata terimleri Tablo kritik değerlerini geçemediğinden ilgili değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunamamıştır. Ayrıca Engle-Yoo tablo kritik değerleri de Mac Kinnon (1993: 722) tablo değerleri ile uyumlu sonuçları vermektedir.**

Arjantin, Güney Kore, Portekiz için ADF-t istatistiği % 1, Brezilya, Meksika, Türkiye için % 5 ve Filipinler için % 10 anlam düzeyinde Mc-Kinnon kritik değerlerinin üzerinde olduğundan bu ülkeler için kalıntılar durağandır. Bu nedenle, bu ülkelerde elektrik tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönemli ilişki mevcuttur. Uzun dönemli ilişkinin varlığına ait kanıt elde edilen Arjantin, Brezilya, Güney Kore, Meksika, Filipinler, Portekiz ve Türkiye için hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. Ardından ECM denklemlerinin katsayılarına uygulanan Wald testi ile hata düzeltme

modelini oluşturan değişkenler arasındaki Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. ECM'ye dayalı Granger nedensellik test sonuçları Tablo-4'te verilmiştir.

Tablo-4: Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Test Sonuçları

Bağımlı D.	Bağımsız D.	ECM _{t-1} (t-değeri)	F-ist. (Olas. D.)	Nedensellik	Akaike B.K. (Gecikme uz.)
Y_ARG	ELK_ARG	-0,3510 (-2,3702)	8,7451 (0,0005)	ELK→Y***	-4,88 (1)
ELK_ARG	Y_ARG	-0,0843 (-1,3523)	9,6322 (0,0003)	Y→ELK***	-5,52 (1)
Y_BRA	ELK_BRA	0,1983 (0,7426)	0,9326 (0,5037)	YOK	-5,91 (4)
ELK_BRA	Y_BRA	-0,1756 (-2,0998)	2,7927 (0,0643)	Y→ELK*	-5,92 (1)
Y_KOR	ELK_KOR	-0,2480 (-1,1603)	3,9961 (0,0206)	ELK→Y**	-5,63 (1)
ELK_KOR	Y_KOR	-0,4097 (-2,6175)	11,3958 (0,0001)	Y→ELK***	-5,25 (1)
Y_MEX	ELK_MEX	-0,2684 (-2,5114)	3,0545 (0,0497)	ELK→Y**	-5,75 (1)
ELK_MEX	Y_MEX	0,1234 (0,8583)	0,8504 (0,4812)	YOK	-5,38 (1)
Y_PHI	ELK_PHI	-0,3095 (-2,6709)	2,7322 (0,0682)	ELK→Y**	-5,72(1)
ELK_PHI	Y_PHI	-0,2986 (-1,8844)	1,8678 (0,1645)	YOK	-4,31(1)
Y_POR	ELK_POR	-0,2561(-1,7516)	3,0072 (0,0454)	ELK→Y**	-7,19 (4)
ELK_POR	Y_POR	-0,2036 (-2,5462)	5,2210 (0,0071)	Y→ELK***	-6,52 (1)
Y_TUR	ELK_TUR	-0,3529 (-1,6876)	4,8599 (0,0096)	ELK→Y***	-5,42 (1)
ELK_TUR	Y_TUR	-0,2564 (-2,3156)	5,7461 (0,0046)	Y→ELK***	-5,47 (1)

Not: *** % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı, * % 10 düzeyinde anlamlı.

Tablo-4'te yer alan hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, Arjantin, Güney Kore, Portekiz ve Türkiye için elektrik tüketimi ile GSYİH arasında çift yönlü nedensellik; Meksika ve Filipinler'de elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü ve Brezilya'da GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Tablo-5: Granger Nedensellik Testi Sonuçları

	Boş Hipotez	Gecikme	F-testi	Prob D.	Nedensellik
Çin	Y, ELK'ya neden olmaz	6	3,0146	0,0758	Y→ELK*
	ELK, Y'ye neden olmaz	6	2,3291	0,1332	YOK
G. Afrika Cum.	Y, ELK'ya neden olmaz	6	6,3786	0,0073	Y→ELK***
	ELK, Y'ye neden olmaz	6	7,3177	0,0045	ELK→Y***
Hindistan	Y, ELK'ya neden olmaz	6	3,3450	0,0511	Y→ELK*
	ELK, Y'ye neden olmaz	6	0,8997	0,5342	YOK
Macaristan	Y, ELK'ya neden olmaz	2	0,1179	0,8893	YOK
	ELK, Y'ye neden olmaz	2	1,9298	0,1712	YOK
Şili	Y, ELK'ya neden olmaz	4	0,6529	0,6337	YOK
	ELK, Y'ye neden olmaz	4	3,0963	0,0480	ELK→Y**

Not: *** % 1 düzeyinde anlamlı, ** % 5 düzeyinde anlamlı, * % 10 düzeyinde anlamlı.

Çin, Macaristan, Şili, Güney Afrika ve Hindistan için nedenselliğin yönü standart Granger nedensellik testi ile belirlenmiştir. Test sonuçları Tablo-5'te verilmiştir. Eğer olasılık değerleri % 10'dan küçük olursa boş hipotez reddedilecek, veriler arasındaki nedensellik kabul edilecektir. Ulaşılan sonuçlara göre, Macaristan'da elektrik tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı, Güney Afrika'da çift yönlü, Çin ve Hindistan'da GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ve Şili'de elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

SONUÇ

Elektrik enerjisi, yaygın bir enerji kaynağı olarak üretim üzerinden büyümeyi etkilemektedir. Büyüme, gelir artışı yoluyla tüketim kabiliyetini geliştirerek, kullanımı enerji gerektiren mal ve hizmetler üzerinden enerji tüketiminde artışa yol açmalıdır. Bu a priori saptamaların yükselen piyasa ekonomileri bakımından analizinden birtakım politika sonuçları türetilir.

Bu çalışmada, serilerin durağanlığına ilişkin analizden yola çıkılarak gerçekleştirilen, hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi sonucunda, Arjantin, Güney Kore, Portekiz ve Türkiye için elektrik tüketimi ile GSYİH arasında çift yönlü nedensellik; Meksika ve Filipinler'de elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü ve Brezilya'da GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Standart Granger nedensellik testine tabi tutulan Macaristan'da elektrik tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı, Güney Afrika'da çift yönlü, Çin ve Hindistan'da GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü ve Şili'de elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Sonuçlardaki farklılık, ülkelerin göreceli farklılıkları ve yapısal özellikleri ile açıklanabilir. **Bununla birlikte; dünya ekonomisinin geleceği açısından taşıdıkları potansiyelle önem arz eden ve bir kısmı “yükselen piyasa ekonomileri” olarak anılan örneklerdeki ülkelerde gözlemlenen enerji tüketimi-iktisadi büyüme ilişkisinden yola çıkarak, büyüme için arz güvenliği ve fiyat istikrarı sağlanan alternatif enerji**

kaynaklarına sahip olmanın ve aynı zamanda büyümeye paralel gelir artışına dayalı enerji talebinin öngörülerek karşılanmasına stratejik öncelikleri içinde yer verecek politika tasarımının önemi, bu çalışmanın politika önerisi olarak tekrar vurgulanmalıdır.

Türkiye’yi de içine alan 5 ülkede gözlenen 2 yönlü ilişki ve 3 ülkede gözlenen enerjiden büyümeye tek yönlü ilişki, enerji kaynakları geliştirildiğinde, maliyet ve dışa bağımlılık azaltılarak enerji kullanım imkanları arttırıldığında, ülkenin daha yüksek büyüme performansına erişebileceği fikrini beslemektedir.

KAYNAKÇA

Akinlo, A. E., “Energy consumption and economic growth: Evidence from 11 Sub-Saharan African countries”, **Energy Economics**, Vol: 30, 2008, pp: 2391–2400.

Altınay, Galip, and E. Karagöl, “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey”, **Energy Economics**, Vol: 27, 2005, pp. 849-856.

Apergis Nicholas, and James E. Payne, “Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model”, **Energy Economics**, Vol: 31, 2009, pp: 211–216.

Apergis, Nicholas, and James E. Payne, “Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Panel of OECD Countries”, **Energy Policy**, Vol: 38-1, 2009, pp. 656-660.

Asafu-Adjaye, John, “The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries”, **Energy Economics**, Vol: 22, 2000, pp: 615-625.

BP, **Statistical Review of World Energy**, (June) 2009.

Chen, Sheng-Tung, Hsiao-I Kuo, and Chi-Chung Chen, “The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries”, **Energy Policy**, Vol: 35, 2007, pp: 2611–2621.

Cheng, B. S., “Energy consumption and economic growth in Brazil, Mexico and Venezuela: a time series analysis”, **Applied Economics Letters**, Vol: 4, 1997, pp: 671–674.

Enders, Walter, **Applied Econometric Time Series**, Second Edition. USA: John Wiley& Sons, 2000.

Engle, R. F., and C. W. J. Granger, “Cointegration and error correction: Representation, estimation, and testing”, **Econometrica**, Vol: 55, 1987, pp: 251–276.

Engle, R. F., and B. S. Yoo, "Forecasting and testing in co-integrated systems", **Journal of Econometrics**, Vol: 35, 1987, pp: 143-159.

IEA, **World Energy Outlook 2008**, Paris: IEA Press.

Jumbe, Charles B. L., "Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: empirical evidence from Malawi", **Energy Economics**, Vol: 26, 2004, pp: 61–68.

MacKinnon, J. G., and R. Davidson, **Estimation and Inference in Econometrics**. London: Oxford University Press, 1953.

Mishra, Vinod Russell Smyth, and Susan Sharma, "The Energy-GDP Nexus: Evidence From A Panel of Pacific Island Countries", **Resource And Energy Economics**, Vol: 31, 2009, pp: 210–220.

Oh, Wankeun Kihoon Lee, "Causal relationship between energy consumption and GDP revisited: the case of Korea 1970–1999", **Energy Economics**, Vol: 26, 2004, pp: 51–59.

Ouédraogo, Idrissa M., "Electricity consumption and economic growth in Burkina Faso: A cointegration analysis", **Energy Economics**, Vol: 32, 2010, pp: 524–531.

Paul, Shyamal, and Rabindra N. Bhattacharya, "Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results", **Energy Economics**, Vol: 26, 2000, pp: 977-983.

Sadorsky, Perry, "Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies", **Energy Policy**, Vol: 37, 2009, pp. 4021-4028.

Soytaş, U., and R. Sari, "Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets", **Energy Economics**, Vol: 25, 2003, pp: 33–37.

Yang, Hao-Yen, "A Note on The Casual Relationship Between Energy and GDP in Taiwan", **Energy Economics**, Vol: 22, 2000, pp. 309-317.

Yoo, Seung-Hoon, and Soo-Yoon Kwak, "Electricity Consumption and Economic Growth in Seven South American Countries", **Energy Policy**, Vol: 38-1, 2010, pp. 181-188.

