

## Enerji ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Açısından Bir Uygulama

Gülcan ÇAĞIL\*  
Sibel Yılmaz TÜRKMEN\*\*  
Özgür ÇAKIR\*\*\*

### ÖZET

*Enerji verileri ile makroekonomik değişkenler arasında ilişki olduğu, uygulanan farklı yöntemler yardımıyla, çok sayıda akademik çalışma ile kanıtlanmış; ancak değişik ülkelerde yapılan çalışmalar ilişkinin derecesi ve yönü açısından farklılık göstermiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin farklılık göstermesinin nedeni, söz konusu ülkelerin gelişmişlik seviyesiyle ilgili olabileceği gibi ekonomideki konjonktürel hareketlerin bir sonucu da olabilmektedir. Çalışmada ilgili değişkenler ile bir Vektör Otoregresyon (VAR) Modeli oluşturulmuş; değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için ise Granger Nedensellik Testi kullanılarak Türkiye açısından enerji tüketimi ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi; %5 anlam seviyesinde Sanayi Sektörü Büyüme Hızı, %10 anlam seviyesinde ise Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve Kapasite Kullanım Oranının Granger nedenidir. Çalışmada iki yönlü Granger nedenselliği sadece Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi ile Sanayi Sektörü Büyüme Hızı arasında ve %90 güvenilirlik seviyesinde tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Tüketimi, Nedensellik, Vektör Otoregresyon (VAR)

**JEL Sınıflandırması:** G10, O13, O40

### *The Relationship Between Energy and Macroeconomic Variables: An Application of Turkey*

#### ABSTRACT

*The relationship between energy datas and macroeconomic variables is proved by the help of various academic studies and the results of these studies differ from country to country in terms of the degree and the aspect of the relation. The reason of the difference could be cyclical movements of the economy or development of countries. In this study a VAR (Vector Autoregression) Model is generated and Granger Casualty Test is used to determine the direction of the relation between energy consumption and macroeconomic variables in Turkey. According to the results of the study electricity consumption granger causes manufacturing sector growth rate at 5 % significance level and gross domestic product and capacity utilization rate at 10 % significance level. There exist a bidirectional casualty between electricity consumption per capita and growth rate of manufacturing sector at 90 % confidence level.*

**Keywords:** Energy Consumption, Causality, Vector Autoregression (VAR)

**Jel Classification:** G10, O13, O40

\* Yrd. Doç. Dr. Gülcan Çağıl, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, gulcancagil@marmara.edu.tr

\*\* Öğr. Gör. Dr. Sibel Yılmaz Türkmen, Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, sibelyilmaz@marmara.edu.tr

\*\*\* Öğr. Gör. Dr. Özgür Çakır, Marmara Üniversitesi, İşletme Fakültesi, ocakir@marmara.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Enerji tüketimi ülkelerin ekonomik gelişme dönemlerinde oldukça önem taşımaktadır. Enerjinin üretim girdisi olarak ekonomide sanayi, tarım gibi sektörlerle olan yakın ilişkisi ve yapısal bağlılığı bunun nedenleri arasında gösterilebilir. Enerjinin bir üretim girdisi olarak önemi Dünya’da 1970’li yıllardaki petrol krizine kadar ihmal edilmiştir. Özellikle 1970’li yıllardan sonra yaşanan petrol krizlerinden sonra enerji bir üretim faktörü olarak üretim fonksiyonuna dahil edilmeye başlanmıştır (Ertuğrul, 2011: 51).

2010 yılı enerji arzında %31.9 ile doğalgaz en büyük payı alırken, bunu %30.7 ile kömür, %26.7 ile petrol izlemiş, geri kalan %10.7’lik bölüm ise başta hidrolik olmak üzere yenilenebilir ve diğer kaynaklardan karşılanmıştır. 2009 yılı ile kıyaslandığında 2010’da doğalgazın, kömürün yerini alarak enerji arzında birinci sıraya yükseldiği görülmektedir (EÜAŞ, 2011: 8).

Elektrik enerjisi bir enerji kaynağı olmayıp, enerji kaynaklarının değişik teknolojiler kullanılarak elde edildiği bir enerji şeklidir. Günümüzde elektrik enerjisi sanayiden meskene kadar çok farklı kullanım alanlarına sahiptir.

Türkiye’de elektrik enerjisi sektöründe yaşanan gelişmeler göz önüne alındığında, sektörün gelişimi; 1984 öncesi dönem ve Türkiye Elektrik Kurumu (TEK)’nin kuruluşu, 1984 sonrası 3096 sayılı Kanun ile elektrik enerjisi sektöründe ilk özelleştirme çalışmalarının yapıldığı dönem ve 2001 sonrası 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun (EPK) yürürlüğe girdiği ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)’nin kurulduğu dönem olarak temelde üç dönem şeklinde sıralanabilmektedir (Ertuğrul, 2011:55). Türkiye’de yıllar itibariyle yatırım ve sanayi sektöründeki gelişmelere paralel olarak elektrik enerjisi kullanımının artışının ekonomik büyümede artışa yol açtığı gözlenmektedir.

Makroekonomik değişkenlerin enerji sektörü arzındaki ani değişimlere olan tepkisini tahmin edebilmek amacıyla, sözkonusu değişkenlerin enerji arzındaki beklenmeyen kesintilere, enerji arzındaki fiyatlara, enerji tasarrufu ve yeni enerji kaynaklarının keşfine karşı hassasiyetinin ortaya konulması oldukça önemlidir (Polat vd., 2011: 350).

Son yıllarda özellikle enerji tüketimi ile gayri safi yurtiçi hasıla, istihdam, enerji fiyatları gibi makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin incelendiği birçok çalışma yapılmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde Granger nedensellik testi, VAR (Vector Autoregression), panel data, eş bütünleşme analizi, sınır testi gibi yöntemlerin sıklıkla kullanıldığı görülmüştür.

Literatürde enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar giderek yaygınlaşmakla birlikte çalışmalarda ilişkinin sonuçları hakkında bir fikir birliğine ulaşılamadığı gözlenmektedir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmaların ilki Kraft ve Kraft (1978: 401,403) tarafından yapılmıştır. Granger nedensellik testi (Granger, 1969) kullanılarak 1947-1974 yılları için gerçekleştirilen çalışmada ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki olduğu sonucuna

ulaşmıştır. Öncü olarak sayılabilecek bu çalışmadan sonra Akarca ve Long (1980:326,331); Yu ve Choi (1985: 249,272); Erol ve Yu (1987: 113,122); Yu ve Jin (1992: 259,266); Hwang ve Gum (1991: 219,226); Masih ve Masih (1996: 165,183); Cheng ve Lai (1997: 435,444); Asafu-Adjaye (2000: 615,625); Akinlo (2009: 681,693); Ouédraogo (2010: 524,531); Tsani (2010: 582,590); Kouakou (2011:3638,3644); Gurgul ve Lach (2012: 500,510) ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisini test etmişlerdir.

Soytaş ve Sarı (2003: 33,37), gelişmekte olan 10 ülke ile G-7 ülkelerini (Çin hariç) 1950-1992 dönemleri için incelemiş; Arjantin için iki yönlü; Fransa, Almanya, Türkiye ve Japonya için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru; İtalya ve Kore için ise ters nedensellik ilişkisi ortaya koymuşlardır. Belke vd. (2010:3), 1981-2007 yılları arasında 25 OECD ülkesi için enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve enerji fiyatları arasında uzun vadeli ilişki olup olmadığını incelemiş; enerji tüketiminin fiyat elastikiyetinin olmadığı ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Lee ve Chang (2008: 50), 16 Asya ülkesi için enerji kullanımının uzun vadede ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Zilio ve Recalde (2011: 7941), Latin Amerika ve Karayip bölgesinde bulunan 21 adet ülke için uyguladıkları modelde, enerji kullanımı ve ekonomik büyüme için uzun vadeli bir nedensellik ilişkisine rastlamamışlardır. Belloumi (2009: 2745), eşbütünleşme analizine dayalı Granger nedensellik testini kullanarak Tunus için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmiş; çalışma sonucunda değişkenler arasında çift yönlü ve uzun dönemli bir ilişki olduğu, enerji tüketiminden GSYİH (Gayri safi yurt içi hasıla) yönünde ise tek yönlü ve kısa dönemli bir ilişki olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Huang vd. (2008: 41), 1972-2002 döneminde 82 ülkede (düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli olmak üzere dört kategoride) Panel VAR yöntemini kullanarak nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Düşük gelirli grupta enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişki olmadığı, orta gelirli gruplarda ekonomik büyümenin enerji tüketimini pozitif etkilediği, yüksek gelirli grupta ise ekonomik büyümenin enerji tüketimini negatif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Sharma (2010:3565), enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi analizini, 1986-2005 yılları arasında dinamik panel veri modellerini kullanarak gerçekleştirmiştir. 66 ülke üzerinde yapılan çalışmada; Avrupa ve Orta Asya'da enerji kullanımının ekonomik büyümeyi büyük ölçüde etkilediği; Doğu/Güney Asya ve Pasifik bölgelerinde elektrik enerjisi ile ilgili değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca elektrik enerjisine kıyasla, elektrik dışı enerji kaynakları ekonomik büyüme üzerinde daha etkili bulunmuştur. Ciarreta ve Zarraga (2010: 3790), 1970-2000 yıllarını kapsayan çalışmalarında 12 Avrupa ülkesinin enerji kullanımı ve elektrik tüketimi ilişkisini dinamik panel veri modelini kullanarak incelemişler ve değişkenler arasında iki yönlü nedensellik ilişkisini saptamışlardır. Güvenek ve Alptekin (2010: 172), 1980-2005 döneminde 25 OECD üyesi ülke için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme

arasındaki nedensellik ilişkisini panel veri analizi kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada ekonomik büyümenin enerji tüketimini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Enerji ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişki ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalarda; Altınay ve Karagöl (2005: 849), Türkiye’de 1950-2000 dönemini içeren çalışmalarında elektrik tüketiminden GSYİH’ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Şengül ve Tuncer (2006: 69), 1960-2000 dönemini inceledikleri çalışmalarında, ticari enerji kullanımı bakımından GSYİH’ye doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi, reel enerji fiyatları endeksi ve GSYİH arasında iki yönlü ve reel enerji fiyatları endeksinden ticari enerji kullanımına doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulgusuna ulaşmışlardır. Kapusuzoğlu ve Karan (2010: 57), 1975-2006 döneminde Türkiye’de elektrik tüketimi ve GSYİH arasında uzun dönemli ilişki ile nedensellik ilişkisini incelemiştir. Ağır ve Kar (2010:149), elektrik tüketimi ile ekonomik gelişmişlik arasındaki ilişkiyi il bazında veriler kullanarak yatay kesit analizi ile ele almışlardır. Yatay kesit verilerinin kullanılması ile elde edilen deneysel sonuçlar il bazında elektrik tüketiminin geliri pozitif olarak etkilediğini göstermektedir. Aydın (2010: 317) tarafından yapılan çalışmada, birim kök testi ve sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılmış ve Türkiye’de enerji tüketiminin ekonomik büyümeye yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Türkiye’de ekonomik büyümeyi en fazla etkileyen birincil enerji kaynaklarının odun, petrol ve linyit olduğu bulgusu elde edilmiştir. Mucuk ve Uysal (2009:105), Türkiye’de 1960-2006 dönemi yıllık reel GSMH ve enerji tüketimi verilerini kullanarak nedensellik ilişkisini Eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini kullanarak incelemiştir; ilişkinin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiğini ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Aktaş (2009: 61), 1970-2006 dönemindeki Granger nedensellik ilişkisini araştırdığı çalışmasında kısa ve uzun dönemde, ekonomik büyümeden ve istihdamdan elektrik tüketimine tek yönlü bir nedensellik tespit ederken, istihdam ve büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik sonucuna ulaşmıştır. Karagöl vd. (2007:72), 1974-2004 dönemi için Sınır Testi Yaklaşımını kullanmışlardır. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiş ve kısa dönemde değişkenler arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkarken, uzun dönemde bu ilişki negatif çıkmıştır. Polat vd. (2011: 349,362), 1950-2006 dönemine ait yıllık verileri kullanarak ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testini kullanmış ve çalışma sonucunda istihdam ve elektrik tüketiminden reel GSMH (Gayri safi milli hasıla)’ye yönelik bir nedenselliğin uzun dönemde mevcut olduğunu, kısa dönemde ise sadece istihdam düzeyinden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğuna ilişkin bulgulara ulaşmışlardır.

## 2. YÖNTEM

Çalışmada Türkiye’de makroekonomik değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bağımlı değişken “yıllık kişi başına elektrik enerjisi tüketimi” olarak belirlenirken, bağımsız değişken olarak ise farklı birçok makroekonomik değişken dikkate alınmıştır. Ancak ilk aşamada gerçekleştirilen tanımlayıcı

istatistiklerle çok sayıda makroekonomik değişken çalışmadan çıkarılarak son aşamada bağımsız değişken sayısı beşe kadar indirilmiştir. Buna göre uygulamada aşağıdaki değişkenlere ait 1989 – 2010 yıllarını kapsayan 22 yıllık zaman serileri yer almıştır.

***Bağımlı Değişken;***

- Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi – (x64)

***Bağımsız Değişken;***

- Gayri Safi Yurtiçi Hasıla – (x35)
- Kapasite Kullanım Oranı – (x36)
- Sanayi Sektörü Büyüme Hızı – (x28)
- Tarım Sektörü Büyüme Hızı – (x27)
- Merkez Bankası Döviz Rezervi (Milyon \$) – (x43)

Çalışma kapsamında Türkiye’de makroekonomik değişkenler ile enerji tüketimi üzerindeki olası etkilerin incelenmesinde bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait 22 yıllık zaman serileri ile bir VAR Modeli oluşturulmuştur. Ayrıca bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında Granger Nedenselliği incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası, T.C. Merkez Bankası, Devlet Planlama Teşkilatı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın web sitelerinden temin edilmiştir. Analize dahil edilen değişkenlerden en kısa dönemli verilere sahip olan değişkenin yılı temel alındığı için çalışmanın veri aralığı 22 yıllık bir dönemi içermektedir. Analizde Eviews 7.0 programı kullanılmıştır.

Granger tarafından (1969) geliştirilen nedensellik testi, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün belirlenmesinde sıklıkla kullanılan tekniklerden biridir. Granger nedensellik değişkenleri tahminin kaynağı olan bilgilerin zaman serilerinde saklı olduğu ve VAR sunumu ile verilmesi gerektiği fikri üzerinde durulmaktadır (Ulusoy, 2006: 148).

**3. BULGULAR VE YORUMLAR****3.1. Birim Kök Testi Sonuçları**

Çalışmada ilk olarak, her bir değişkenin durağan olup olmadığına bakılmıştır. Bilindiği gibi, zaman serileri genellikle bir trende sahip olmakta ve durağan olmamaktadır. Bu nedenle her bir zaman serisi için fark alma yöntemine gidilmiş, bir başka deyişle zaman serilerinin her bir değeri, ilgili yılda gerçekleşen değişim oranı olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1: Birim Kök Testi

Augmented Dickey-Fuller Test İstatistiği	t-Değeri	Anlamlılık
<b>Değişken</b>		
Tarım Sektörü Büyüme Hızı	-10.68865	0.0000
Sanayi Sektörü Büyüme Hızı	-4.707840	0.0013
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	-5.464896	0.0003
Kapasite Kullanım Oranı	-6.384540	0.0000
Merkez Bankası Döviz Rezervi	-3.091569	0.0427
Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi	-3.701372	0.0120

Değişkenlerin bu yeni formları ile durağan oldukları görülmüştür. Tablo 1’de her bir değişken için Augmented Dickey-Fuller testi yolu ile seride “birim kök bulunduğu” şeklindeki hipotez hakkında elde edilen sınama sonuçları sunulmuştur. Görüldüğü gibi tüm değişkenler için anlamlılık seviyesi % 5’ten küçük olup, ilgili hipotez % 95 güvenilirlik seviyesinde reddedilmektedir.

### 3.2. VAR Modeli Sonuçları

Durağanlığın test edilmesi ve serilerin durağan olduğunun belirlenmesinden sonra bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken olarak kabul edilen “kişi başına yıllık elektrik enerjisi tüketimi” arasında açıklayıcı bir VAR modeli oluşturulmuştur. Bu modelde, her bir değişkenin iki gecikmeli değerleri dikkate alınmıştır. Hesaplanan model özetle,

$$X_{64} = C(1)*X_{64}(-1) + C(2)*X_{64}(-2) + C(3)*X_{27}(-1) + C(4)*X_{27}(-2) + C(5)*X_{28}(-1) + C(6)*X_{28}(-2) + C(7)*X_{35}(-1) + C(8)*X_{35}(-2) + C(9)*X_{36}(-1) + C(10)*X_{36}(-2) + C(11)*X_{43}(-1) + C(12)*X_{43}(-2) + C(13)$$

şeklinde bir denklem olup, ilgili istatistikleri aşağıdaki tabloda (Tablo 2) verilmiştir.

Tablo 2: VAR Modeli İstatistikleri

R – Kare	0.924064	Bağımlı Değişken Ortalaması	1.049470
Ayarlı R – Kare	0.793887	Bağımlı Değişken Standart Sapması	0.034621
Standart Hata	0.015718	Hata Kareleri Toplamı	0.001729
Durbin-Watson İstatistiği	1.741161		

Genel olarak C(...) şeklinde gösterilen model sabitlerinin değerleri ile ilgili istatistikler ise Tablo 3’de görülmektedir. Bu katsayılar yukarıda verilen denklemde de görüleceği gibi, modelde bağımsız değişken olarak yer alan bir ve iki gecikmeli zaman serilerinin katsayılarıdır.

Aynı tabloda (Tablo 3) her bir katsayının anlamlılığını gösteren t-değerleri ve anlamlılık seviyeleri verilmiş olsa da gerçekte bir bağımsız değişkenin bu modeldeki anlamlılığı o bağımsız değişkenin her bir gecikmesi ile birlikte sınanmalıdır. Bu sınama da Wald istatistiği ile gerçekleştirilmiştir.

Modelde her bir bağımsız değişkenin bir ve iki gecikmeli değerleri yer aldığından, Wald istatistiği kullanılarak  $C(-1)=C(-2)=0$  şeklinde gösterilebileceğimiz “bir bağımsız değişkenin tüm gecikmeli değerlerine ait katsayıların sıfıra eşit olduğu” şeklindeki hipotez sınanmıştır.

**Tablo 3:** VAR Modeli Katsayı İstatistikleri

	Katsayı	Standart Hata	t-Değeri	Anlamlılık
<b>C(1)</b>	0.411362	0.264696	1.554092	0.1277
<b>C(2)</b>	-2.371143	0.691822	-3.427388	0.0014
<b>C(3)</b>	-0.002340	0.001876	-1.247658	0.2191
<b>C(4)</b>	0.001786	0.001520	1.174910	0.2466
<b>C(5)</b>	0.007772	0.002819	2.757522	0.0086
<b>C(6)</b>	0.015241	0.003493	4.363172	0.0001
<b>C(7)</b>	-0.007814	0.003523	-2.217836	0.0320
<b>C(8)</b>	-0.000542	0.004517	-0.119942	0.9051
<b>C(9)</b>	-0.000441	0.002628	-0.167761	0.8676
<b>C(10)</b>	-0.008482	0.003105	-2.732051	0.0092
<b>C(11)</b>	-3.44E-08	1.50E-06	-0.022883	0.9819
<b>C(12)</b>	-4.26E-06	1.07E-06	-3.983213	0.0003
<b>C(13)</b>	3.066866	0.668936	4.584696	0.0000

Buna göre, aşağıdaki tabloda (Tablo 4) görüldüğü gibi %95 güvenilirlik seviyesinde tüm bağımsız değişkenlerin (sadece Gayri Safi Yurtiçi Hasıla değişkeni %90 güvenilirlik seviyesinde olmak üzere) anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece, VAR modelinde dikkate alınan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken olarak kabul edilen kişi başına elektrik enerjisi tüketimini açıkladığı istatistiksel olarak kabul edilmiştir.

**Tablo 4:** Wald Sınaması

Değişken	Ki – Kare	s.d.	Anlamlılık
<b>X64</b>	11.91883	2	0.0026
<b>X27</b>	9.153227	2	0.0103
<b>X28</b>	27.09927	2	0.0000
<b>X35</b>	5.034696	2	0.0807
<b>X36</b>	8.526333	2	0.0141
<b>X43</b>	16.07968	2	0.0003

Son olarak, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında Granger nedenselliği incelenerek bir ilişkinin olup olmadığı, varsa bu ilişkinin hangi yönde olduğu tespit edilmiştir. Burada sınanan hipotez “bir değişkenin bir diğer değişkenin Granger nedeni olmadığı” şeklindedir.

Aşağıdaki tabloda (Tablo 5) görüleceği gibi %95 güvenilirlik seviyesinde sadece üç hipotez reddedilirken, bunlara ek olarak üç hipotez daha %90 güvenilirlik seviyesinde reddedilmiştir. Diğer hipotezler ise reddedilememiştir.

**Tablo 5:** Hipotezlerin Anlamlılık Değerleri

H <sub>0</sub>	Gözlem	F-Değeri	Anlamlılık
X27, X64 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir	20	4.07076	0.0387
X64, X27 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir		0.43936	0.6525
X28, X64 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir	20	3.41816	0.0598
X64, X28 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir		5.09697	0.0205
X35, X64 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir	20	2.19417	0.1459
X64, X35 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir		2.70717	0.0991
X36, X64 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir	20	1.14146	0.3456
X64, X36 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir		3.14432	0.0724
X43, X64 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir	20	4.06036	0.0390
X64, X43 Değişkeninin Granger Nedeni Değildir		1.70292	0.2155

Daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse, Tarım Sektörü Büyüme Hızı ve Merkez Bankası Döviz Rezervi değişkenleri %5 anlam seviyesinde, Sanayi Sektörü Büyüme Hızı ise %10 anlam seviyesinde Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi'nin Granger nedenidir. Bununla birlikte Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi ise; %5 anlam seviyesinde Sanayi Sektörü Büyüme Hızı, %10 anlam seviyesinde ise Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve Kapasite Kullanım Oranı'nın Granger nedenidir.

Sonuç olarak, iki yönlü Granger nedenselliği sadece Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi ile Sanayi Sektörü Büyüme Hızı arasında ve %90 güvenilirlik seviyesinde tespit edilmiştir.

#### 4. SONUÇ

Enerji tüketimi ile makroekonomik değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunduğu dair çeşitli ülkelerde ve çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda - elde edilen sonuçlar aynı olmasa da- söz konusu ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Türkiye’de makroekonomik değişkenler ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin 22 yıllık bir zaman diliminde incelendiği bu çalışmada bağımlı değişken olarak “Yıllık Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi” alınırken, bağımsız değişken olarak “Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Kapasite Kullanım Oranı, Sanayi Sektörü Büyüme Hızı, Tarım Sektörü Büyüme Hızı ve Merkez Bankası Döviz Rezervi” alınmıştır.

Çalışmada elektrik enerjisi tüketimi ve sözkonusu makroekonomik değişkenler arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ile sanayi sektörü büyüme hızı arasında çift yönlü fakat zayıf bir nedensellik ilişkisi sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, diğer birçok çalışmadan farklı ve görece daha zayıf ilişkilere işaret etmektedir. Bu sonuçlara ulaşılmasında bu çalışma özelinde söz etmemiz gereken önemli noktalar bulunmaktadır.

Ülkemizde elektrik enerjisi halen yaygın olarak kamu eli ile üretilen ve iletilen bir hizmettir. Elektrik enerjisi arzı gelişmiş ülkelerde talebin karşılanabilirliği açısından belirgin bir doygunluğa ulaşırken, gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerde ise henüz gerçek talebin altında kalmakta ve hizmet ağı giderek genişletilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle, makroekonomik göstergeler beklentileri karşılamasa bile Türkiye gibi ülkelerde elektrik enerjisi tüketimi artış gösterebilmektedir.

Türkiye elektrik piyasası 2001 yılında yürürlüğe konulan elektrik piyasası kanunu ile rekabete dayalı bir piyasa yapısına geçme yolunda ilerlemiş, 2003 yılından itibaren ise sanayide büyük bir değişim gerçekleştirerek tekstil, hazır giyim gibi geleneksel sektörlerin yerini ağır sanayi, otomotiv gibi elektrik tüketimi daha yoğun olan sektörler almıştır. Türkiye’de zamanla yüksek ekonomik büyüme oranlarının yaşam standardını artırmasına paralel olarak farklı sektörlerde elektrik talebinin yükselmesi beklenmektedir.

Ayrıca çalışmaya konu olan dönem, Türkiye ekonomisinde krizleri de kapsamaktadır. Kriz dönemlerinin kendine özgü yapısı teorik beklentileri karşılamayan sonuçlar doğurabilmektedir. Nitekim Türkiye’de elektrik talebinin 2001 ve 2008 yıllarında yaşanan krizlerin etkisiyle üretim azalışına paralel azalma gösterdiği görülmüştür.

Günümüzde elektrik enerjisi üretiminde doğalgaz en büyük payı alırken, bunu kömür, petrol ve başta hidrolik olmak üzere yenilenebilir ve diğer kaynaklar izlemektedir. Türkiye, Rusya ve İran başta olmak üzere doğalgaz tedarikinde dışarıya bağımlı bir ülkedir. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı, sanayiye yakından ilgilendirmektedir. Günümüzde firmalar rekabette ön plana çıkabilmek için, kaliteli ve en düşük maliyetle, malı üretmek zorundadır.

Elektrik ve doğalgaz fiyatları ithalat nedeniyle hem dünya petrol fiyatları hem de Türkiye'deki döviz kurları gibi göstergeler göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Türkiye'de genel enerji talebinin karşılanmasında ithalatın payı yüksek orandadır. Bu durum elektrik enerjisinin üretiminde döviz kuruna bağımlılığı oldukça artırmakta ve maliyeti yükselterek elektrik enerjisi tüketimini azaltmaktadır.

Tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bazı illerde elektrik tüketimi kullanılan farklı sulama sistemleri gibi birtakım nedenlerle artmaktadır. Oluşan elektrik maliyet artışı, tarım gelirlerinde azaltıcı etki yaratacağından yasal olmayan elektrik kullanımının bazı tarım bölgelerinde artış gösterdiği, böylece gelir kaybının önlenmeye çalışıldığı gözlenmektedir. Bu, elektrik tüketimi ile tarım sektörü büyüme hızı arasındaki zayıf nedensellik ilişkisinin bir sebebi olabilir. Baraj sulama projeleri ve tarım alanında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, elektrik harcamasının azalması ya da alternatif kaynaklarla temin edilmesinin, soruna çözüm getirebileceği öngörülmektedir.

Türkiye'de toplam elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık yarısının tek bir kaynaktan karşılanması, bu kaynağın yeterli seviyelerde depolanamaması ve büyük bir kısmının ithal ediliyor olması göz önüne alındığında, elektrik enerjisi arz güvenliğinin ne kadar önemli olduğu dikkat çekmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde kaynak çeşitliliğinin sağlanmasında linyite dayalı termik santraller ve yenilenebilir enerji kaynakları öne çıkan kaynaklardır. Alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile yeni iş sahalarının açılması, yatırımların ve milli gelirin artması beklenmektedir.

### **KAYNAKLAR**

- Ağır, Hüseyin - Kar, Muhsin (2010), "Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi", *Sosyoekonomi*, Yıl 6, Sayı 12, ss.149-175.
- Akarca, Ali T. - Long, Thomas Veach (1980), "On The Relationship between Energy and GNP: A Reexamination", *The Journal of Energy and Development*, Vol.5, No.2, Spring, pp.326- 331.
- Akinlo, A.E. (2009), "Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: Evidence from Cointegration and Co-Feature Analysis", *Journal of Policy Modeling*, Vol.31, pp.681-693.
- Aktaş, Cengiz (2009), "Türkiye'de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Hata Düzeltme Modeliyle Analizi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 25, ss.61-68.
- Altınay, Galip - Karagöl, Erdal (2005), "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey", *Energy Economics*, Vol.27, pp.849-856.
- Asafu-Adjaye, John (2000), "The Relationship between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries", *Energy Economics*, Vol.22, pp.615-625.

- Aydın, Fatma Fehime (2010), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 35, ss.317-340.
- Belloumi, Mounir (2009), “Energy Consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and Causality Analysis”, Energy Policy, Vol.37, pp.2745-2753.
- Belke, Ansgar- Dreger, Christian - Haan, Frauke (2010), “Energy Consumption and Economic Growth – New Insights into the Cointegration Relationship”, Ruhr Economic Papers, No.190, Germany.
- Cheng, S. Benjamin - Lai, Tin Wei (1997), “An Investigation of Cointegration and Causality between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan”, Energy Economics, Vol.19, pp.435-444.
- Ciarreta, A.-Zarraga, A. (2010), “Economic Growth-Electricity Consumption Causality in 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach”, Energy Policy, Vol.38, pp.3790-3796.
- Erol, Umit- Yu, Eden S.H. (1987), “On the Causal Relationship between Energy and Income for Industrialized Countries”, The Journal of Energy and Development, Vol. 13, No. 1, Autumn, pp.113-122.
- Ertuğrul, H. Murat (2011), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz”, Enerji, Piyasa ve Düzenleme, Cilt 2, ss.49-73.
- Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), Elektrik Üretim Sektör Raporu, 2011.
- Gurgul, Henryk- Lach, Łukasz (2012), “The Electricity Consumption versus Economic Growth of the Polish Economy”, Energy Economics, Vol. 34, No. 2, pp.500-510.
- Güvenek, Burcu - Alptekin, Volkan (2010)”, “Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi”, Enerji, Piyasa ve Düzenleme, Cilt 1, Sayı 2, ss.172-193.
- Granger, C.W.J. (1969), “Investigating Casual Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods”, Econometrica, Vol.37, pp.24-26.
- Huang, Bwo-Nung - Hwang, M.J.- Yang, C.W. (2008), “Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: A Dynamic Panel Data Approach”, Ecological Economics, Vol.67, pp.41-54.
- Hwang, Dennis B. K.- Gum, Burel (1991), “The Causal Relationship between Energy and GNP: The Case of Taiwan”, The Journal of Energy and Development, Vol. 16, No.2, Spring,pp.219-226.
- Kapusuzoğlu, Ayhan - Karan, Mehmet Baha (2010), “Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safı Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma”, Business and Economics Research Journal, Cilt 1, Sayı 3, ss.57-68.

- Karagöl, Erdal – Erbaykal, Erman - Ertuğrul, H. Murat (2007), “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, Doğu Üniversitesi Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, ss.72-80.
- Kouakou, A. K. (2011), “Economic Growth and Electricity Consumption in Cote d’Ivoire: Evidence from Time Series Analysis”, *Energy Policy*, Vol. 39, pp.3638-3644.
- Kraft, John - Kraft, Arthur (1978), “On the Relationship between Energy and GNP”, *The Journal of Energy and Development*, Vol. 3, No. 2, Spring, pp.401-403.
- Masih, Abul M.M. & Masih, Rumi (1996), “Energy Consumption, Real Income and Temporal Causality: Results from a Multi-Country Study Based on Cointegration and Error-Correction Modelling Techniques”, *Energy Economics*, Vol. 18, No.3, pp.165-183.
- Mucuk, Mehmet - Uysal, Doğan (2009), “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *Maliye Dergisi*, Sayı 157, Temmuz-Aralık, ss.105-115.
- Lee, Chien-Chiang - Chang, Chun-Ping (2008), “Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data”, *Resource and Energy Economics*, Vol.30, pp.50-65.
- Ouédraogo, Idrissa M. (2010), “Electricity Consumption and Economic Growth in Burkina Faso: A Cointegration Analysis”, *Energy Economics*, Vol. 32, pp.524-531.
- Polat, Özgür - Uslu, Enes E. - San, Sayın (2011), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 1, ss.349-362.
- Sharma, Susan Sunila (2010), “The Relationship between Energy and Economic Growth: Empirical Evidence from Evidence 66 Countries”, *Applied Energy*, Vol. 87, pp.3565-3574.
- Soytaş, Uğur - Sarı, Ramazan (2003), “Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets”, *Energy Economics*, Vol. 25, ss.33-37.
- Şengül, Seda - Tuncer, İsmail (2006), “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960-2000”, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, Cilt 21, Sayı 242, ss.69-80.
- Tsani, Stela Z. (2010), “Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece”, *Energy Economics*, Vol.32, pp.582-590.
- Ulusoy, Veysel (2006), “Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi: Bir Ekonometrik Uygulama”, *I. Ulusal Türkiye’de Enerji Ve Kalkınma Sempozyumu*, İstanbul, ss.147-154.
- Yu, Eden S. H. - Choi, Jai-Young (1985), “The Causal Relationship between Energy and GNP: An International Comparison”, *The Journal of Energy and Development*, Vol. 10, Number 2, pp.249-272.

Yu, Eden S. H. - Jin, Jang C. (1992), "Cointegration Tests of Energy Consumption, Income and Employment", Resources and Energy, Vol. 14, No. 3, pp.259-266.

Zilio, Mariana - Recalde, Marina (2011), "GDP and Environment Pressure: The Role of Energy in Latin America and the Caribbean", Energy Policy, Vol.39, pp.7941-7949.

<http://www.tcmb.gov.tr>, (08.07.2012).

<http://www.dpt.gov.tr>, (08.07.2012).

<http://www.enerji.gov.tr>, (11.07.2012).

<http://www.worldbank.org>, (11.07.2012).

