

Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi: Bir Ekonometrik Uygulama

Doç. Dr. Veysel ULUSOY*

Giriş

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme alanındaki araştırmalar genellikle nedenselliği birinciden ikinciye doğru modellemektedir. Bu modeller literatürde tam anlamıyla kabul görse de, nedenselliğin yönü ve uygulanan metotlar bakımından fikir birliği henüz sağlanamamıştır. Başka bir deyişle acaba enerji tüketimi mi ekonomik büyümeyi, yoksa ekonomik büyüme mi enerji tüketimini etkilemektedir? Ampirik araştırmalar son dönemde gelişen ekonometrik metotlar ve bilgisayar uygulamaları yardımıyla söz konusu yönel analizi araştırmaya yoğunlaşmışlardır. Buna rağmen, değişkenlerin özellikleri, ülkelerin yapısı ve modellemelere göre sonuçlar farklılık göstermektedir. Bu alandaki çalışmalardan birinde Kraft ve Kraft (1978) Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için kullandığı veriler çerçevesinde, 1947–1974 verilerini kullanarak, milli gelir seviyesi ile enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik özelliği bulmuştur. Ancak Erol ve Yu (1987) aynı modellemeyi gelişmiş ülkeler için tahmin ettiklerinde her iki yönde de nedenselliğin istatistikî yeterliliğine ulaşabilmişlerdir. Aynı zamanda Yu (1988), ABD için tahmin ettiği modelde milli gelir ile enerji tüketimi ile istihdam ve enerji tüketimi bir ilişki bulamamıştır.

Bu gruba giren modellerde tek eşitliğe dayalı yapılar uygulanmıştır. Sim (1980) ile başlayan ve ekonometrik yazılımların rahat uygulama alanı bulmasıyla, eşanlı modellerde nedensellik daha ayrıntılı bir şekilde incelenmeye başlanmıştır. Bunlardan Yu ve Chai (1985) Filipinler için nedenselliği enerji tüketiminden büyümeye doğru, Güney Kore için ise tersini bulmuşlardır. Cheng and Lai (1997) Tayvan ekonomisi üzerine yaptıkları bir araştırmada aynı nedenselliği enerjiden büyümeye ve enerjiden istihdama doğru tahmin etmişlerdir.

Türk ekonomisi diğer kalkınmakta olan birçoğu ülke gibi enerji yoğun büyümeye dayalı bir yapı arz ederken, çoğu enerji talebini ise ithalatta karşılamaktadır. Bu gereksinimi karşılamak için Türkiye arz tarafından kısıtlı olarak

*Bahçeşehir Üniversitesi İşletme Fakültesi Öğretim Üyesi

ları ve talep tarafından da planlama gereksinimleri ile karşı karşıyadır. Böyle bir enerji politikasının karar mekanizması sürecinde de nedenselliğin ortaya çıkarılması ve ilgili politikaların uygulanmasına yardımcı olacaktır. Bu araştırmanın amacı Granger-nedensellik tekniğini kullanarak enerji talebi ve büyüme arasındaki karşılıklı etkileşimi ortaya çıkarmaktır. Bu etkileşimi de desteklemek amacıyla çalışmamızda petrol, elektrik ve doğal gaz bazında sektörel tüketimle ekonomik büyüme arasındaki etkileşim de incelenmiştir.

Araştırmamız aşağıdaki gibi organize edilmektedir. Bölüm 2 çalışmada uygulanan yöntemi irdelemektedir. Bölüm 3 modelleme ve tahmin sonuçlarını verir. Bölüm 4 ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiden kaynaklanan ekonomik politikalara vurgu yapar.

Ekonometrik Yöntem

Araştırmamızda uygulanan yöntem Granger’in (1969) test tekniği ve Sim (1980) ekonometrik metoduna dayanmaktadır. Buna göre eğer bir Y_t değişkeninin geçmiş değerleri başka bir değişkenin gelecek tahmin değerlerini X_{t+1} etkiliyorsa, Y Granger-nedensellik olarak X tarafından açıklanabilir yorumunu yapabiliriz.¹

Granger nedensellik test sürecini anlayabilmek için X ve Y değişkenlerinin modellemesini aşağıdaki gibi kurabiliriz. Burada eğer X değişkeni Y değişkenini etkiliyorsa nedensellik ($X \rightarrow Y$), Y değişkeni X değişkenini etkiliyorsa da nedensellik ($Y \rightarrow X$) yönü ile gösterilir. Granger-nedensellik değişkenlerin tahmininin kaynağı olan bilgilerin zaman serilerinde saklı olduğunu ve VAR (vector autoregression) sunumu ile verilmesi gerektiği fikri üzerine kurulmaktadır.

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{k=1}^M \alpha_k Y_{t-k} + \sum_{l=1}^N \delta_l X_{t-l} + u_t$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{k=1}^M \beta_k X_{t-k} + \sum_{l=1}^N \gamma_l X_{t-l} + v_t$$

(1)

Burada Y_t ve X_t test edilecek olan değişkenler, u_t ve v_t beyaz hata terimleri olup ortalamaları sıfıra eşittir.²⁵ t zaman serilerini gösterirken k ve l ise ilgili

¹ Zaman serilerine dayalı ekonometrik modellemelerde X ve Y değişkenlerinin birbirlerini etkileme süreçleri hangi değişkenin önceden belirlendiğine sıkı bir şekilde bağlıdır. Bugünün verisi geleceği etkileyebilir ama genellikle gelecekte oluşacak bir değişkenin değeri bugünkü değeri etkilemeyecektir. Bu temel düşünce Granger-nedensellik analizinin çatusını oluşturmaktadır.

² VAR yönteminin tek modele dayalı ekonometrik yöntemlere göre birçok üstünlüğü vardır. Öncelikle değişkenlerin bağımlı veya bağımsız olarak sınıflandırılmasının zorunluluğu yoktur, çünkü bütün değişkenler derecesi farklı olan bağımlı bir yapıya sahiptir. Buna bağlı olarak değişkenlerin bugünkü değerinin kendi geçmiş değer veya değerlerine bağımlılığını tespit etmek mümkündür. Bu yapıyla VAR diğer modellemelere göre daha esnekler. Doğal olarak eğer geçmiş değerlerin değişkenler üzerinde bir etkisi mevcut değilse ilgili değişkenler ait eşitlikler yine en küçük kareler yöntemi kullanılarak tahmin edilebilir. Ayrıca, ileriye tahmin edebilme VAR yönteminde daha kesin sonuçlar verebilmektedir McNees (1986).

değişkenlerin geçmiş değerlerini belirten indislerdir. H_0 hipotezi $\delta_t = \gamma_t = 0$ ve alternatif hipotez ise en az birinin farklı olduğu üzerine kurulmuştur. Eğer δ_t ler istatistiki olarak yeterli aynı zamanda γ_t ler yetersiz iseler, X değişkeninin Y değişkenini etkilediği fakat tersinin gerçekleşmediği söylenebilir.

Modelimiz değişkenlerin logaritmik değerleri üzerine kurulmuş olup eşitlik (1) içeriğinde şu şekilde sunulabilir:

$$\log SU = \alpha_0 + \alpha_1 \log ETK + \alpha_2 \log AÇIK + \alpha_3 \log YO + u \quad (2)$$

Burada, SU sanayi üretim miktarını, ETK enerji kullanımındaki etkinliği, AÇIK ekonomik literatürde sıkça tanımlanan bir ülkenin dışa açıklığını belirleyen değişken olup ihracat ve ithalat toplamının belirli bir zaman diliminde milli hâsıla içindeki payı, YO ise yatırımların milli hâsıla içindeki payını ifade etmektedir. Eşitliğin sağ tarafında bulunan değişkenlerin sol taraftaki değişkeni belirleme derecelerini ise sırayla α_1, α_2 ve α_3 parametreleri vermektedir. Matematiksel açıdan ele alındıklarında ise logaritmik değerlerin parametrelere oransal etki yüklediği söylenebilir³. Eşitlikteki son terim olan u ise sağ tarafta olmayan, aynı zamanda SU değişkenini etkileyen değişkenlerin etkisi ile diğer hata paylarını göstermektedir.

Enerji tüketimindeki etkinliğin öncelikle yatırımları, daha sonrası da gelir seviyesini ya da büyümeyi etkile olası karşısında aşağıdaki yapıyı da tahmin etmemiz gerekebilir.

$$\log YO = \alpha_0 + \alpha_1 \log ETK + \alpha_2 \log AÇIK + v \quad (3)$$

Eşitlik (2)'nin eşitlik (3)'den farkı YO değişkeninin şimdi bağımlı bir yapıda ele alınmasının yanında enerji değişkeninin etkileyen rolünü korumasıdır. Öncelikle bu çalışmada tek eşitliklere dayalı değerleri tahmin ederek nedenselli inceleyip bir sonraki basamakta ise (1)'de verilen format çerçevesinde eşanlı tahmin değerlerini elde edeceğiz. Bu sonuçlar ve nedenselliğin yönü çerçevesinde enerji ve kullanımı konusunda ele alınabilecek ekonomik politikaların oluşturulması yolunda en azında rakamlara dayalı bir analiz yapma olanağı bulabileceğiz.

Ekonometrik Tahmin Sonuçları

Eşitlik (2) ve eşitlik (3)'ün tahmin değerleri şu şekilde sunulabilir:

³ Oransal yaklaşımdan anlamamız gereken, sağ taraftaki değişkende oluşan yüzde 1'lik bir değişimin sol taraftaki değişkende yüzde kaçlık bir değişmeye neden olduğu şeklindedir.

$$\log SU = -13.96 + 1.74 \log ETK + 0.31 \log AÇIK + 0.20 \log YO + u_i$$

(-5.52) (5.74) (4.26) (2.63) (4)

$$\log YO = -19.39 + 2.32 \log ETK + 0.032 \log AÇIK + v_i$$

(-5.90) (3.37) (0.01) (5)

Sonuçların sentezlenmesi sonucunda ayrı-ayrı ele alındıklarında enerji etkinliğinin, dışa açıklığın ve yatırım oranlarının milli hâsıla içindeki payının sanayi üretimine etkilerinin istatistikî olarak yeterli olduğunu; aynı zamanda enerji etkinliğinin yatırım oranlarına da etkisinin istatistikî olarak yeterli olduğunu gözlemlemekteyiz. Sonuçlara göre, örneğin, enerji etkinliğindeki yüzde 1’lik bir artışın sanayi üretimini yüzde 1.74; yatırımların milli hâsıla içindeki payını ise yüzde 2.32 artırdığını görmekteyiz. AÇIK değişkenindeki yüzde 1’lik artışın ise sanayi üretimini yüzde 0.31 artırdığını, yatırım üzerinde ise istatistikî olarak yeterli bir etkiye sahip olmadığını söyleyebiliriz.

Sonuçlar ne kadar da teoriden beklentiler doğrultusunda çıksa bile, enerji etkinliğinin öncelikle SU ve YO değişkenlerinden hangisini etkilediği ortaya çıkarmamız konusunda net bir bilgi vermemektedir. Söz konusu bilgi ise eşitlik (1)’in anlamlı olarak tahmin edilmesi ile mümkün olabilmektedir.

Eşitlik (1)’in sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2’de yukarıdaki sıralamaya uygun bir şekilde verilmiştir. Enerji değişkeninin daha geniş bir bakış açısı olarak ele de alındığı bu sistemde sonuçları istatistikî yeterlilik yanında nedenselliğin yönü olarak verdik. Tablo 1 sistemdeki ilk eğitilimin sonucunu ikinciye bağlı olarak vermektedir. Tabloda birinci sütun sanayi üretimi ile çeşitli enerji değişkenleri (Toplam enerji tüketimi, Doğal gaz tüketimi, Elektrik tüketimi, Enerji yoğunluğu, Petrol tüketimi ve Kömür tüketimi) arasındaki yapının fotoğrafını, ikinci sütun nedenselliğin kabul edilen hata payını, üçüncü sütun nedenselliğin yönünü, dördüncü sütun ise istatistikî yeterliliğe sahip olan nedenselliğin boyutunu sunmaktadır.

Tabloya göre hiçbir enerji değişkeni sanayi üretimini doğrudan etkilememektedir Aksine sanayi üretimindeki artış enerji tüketimine eden olmaktadır bu kömür ve doğal gaz tüketimini kapsamamaktadır. Yine aynı sonuçlara göre sanayi üretimindeki yüzde 1’lik bir büyüme toplam enerji tüketiminde yüzde 0.82; elektrik tüketimini yüzde 0.21; enerji etkinliğini yüzde 0.28; petrol tüketimini de yüzde 0.52 artırmaktadır.

Tablo 1 Sanayi Üretimi ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik: VAR Yöntemi

	F-testi değeri (Ho'ı reddetme olasılığı)	Nedenselliğin yönü	Nedenselliğin derecesi
Sanayi Üretimi	---	Toplam enerji tüketimi sanayi üretimine etki etmez	---
Toplam enerji tüketimi	0.01	<u>Sanayi üretimi toplam enerji tüketimine etki eder</u>	0.82 (3.58)
Sanayi Üretimi	---	Doğal gaz tüketimi sanayi üretimine etki etmez	---
Doğal gaz tüketimi	---	Sanayi üretimi doğal gaz tüketimine etki etmez	---
Sanayi Üretimi	---	Elektrik tüketimi sanayi üretimine etki etmez	---
Elektrik tüketimi	0.07	<u>Sanayi üretimi elektrik tüketimine etki eder</u>	0.21 (1.85)
Sanayi Üretimi	---	Enerji yoğunluğu sanayi üretimine etki etmez	---
Enerji yoğunluğu	0.000	<u>Sanayi üretimi enerji yoğunluğuna etki eder</u>	0.28 (4.34)
Sanayi Üretimi	---	Petrol tüketimi sanayi üretimine etki etmez	---
Petrol tüketimi	0.02	<u>Sanayi üretimi petrol tüketimine etki eder</u>	0.58 (3.02)
Sanayi Üretimi	---	Kömür tüketimi sanayi üretimine etki etmez	---
Kömür tüketimi	---	Sanayi üretimi kömür tüketimine etki etmez	---

Not: parantez içindeki değerler t-test değerleridir.

Tablo 2 ise aynı sistemde eş-anlı olarak tahmin edilen ikinci eşitliğin değerlerini göstermektedir. Tablonun formatı Tablo 1 deki ile aynıdır. Burada enerji tüketim ve etkinlik değişkenleri yatırım oranına etki etmektedir. Yani nedenselliğin yönü bütün tahmin değerleri itibariyle enerjiden yatırım oranına gitmektedir.

Tablo 2 Yatırım Oranı ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik: VAR Yöntemi

	F-testi değeri (Ho’ı reddetme olasılığı)	Nedenselliğin yönü	Nedenselliğin derecesi
Yatırım oranı	0.06	Toplam enerji tüketimi yatırıma etki eder	0.88 (3.07)
Toplam enerji tüketimi	---	Yatırım toplam enerji tüketimine etki etmez	---
Yatırım oranı	0.0001	Doğal gaz tüketimi yatırıma etki eder	0.16 (5.08)
Doğal gaz tüketimi	---	Sanayi üretimi doğal gaz tüketimine etki etmez	---
Yatırım oranı	0.03	Elektrik tüketimi yatırıma etki eder	0.28 (2.34)
Elektrik tüketimi	---	Yatırım elektrik tüketimine etki etmez	---
Yatırım oranı	0.03	Enerji yoğunluğu yatırıma etki eder	1.96 (3.75)
Enerji yoğunluğu	0.03	Yatırım enerji yoğunluğuna etki eder	0.12 (3.33)
Yatırım oranı	0.004	Kömür tüketimi yatırıma etki eder	0.43 (3.19)
Kömür tüketimi	---	Yatırım kömür tüketimine etki etmez	---

Not: parantez içindeki değerler t-test değerleridir.

Sonuçlara göre, enerji değişkenlerindeki yüzde 1’lik bir artışın yatırım oranındaki yüzde değişime toplam enerji tüketiminde yüzde 0.88, doğal gaz tüketiminde yüzde 0.16, elektrik tüketiminde yüzde 0.28, enerji etkinliğinde yüzde 0.12 ve kömür tüketiminde yüzde 0.43 oranında gerçekleşmektedir. Enerji yoğunluğu olarak ta tanımlanan enerji etkinliği aynı zamanda yatırım oranları tarafından da etkilenmektedir. Bu ise ilgili değişkenin büyüme açısından önemli bir konuma sahip olduğunu göstermektedir. Yatırıma etkilerinin büyüklüğü bakımında toplam enerji tüketimi dışında enerjinin etkinliği birinci, kömür tüketimi ise ikinci öneme sahip gözükmektedir. Bu ise Türkiye ekonomisinde kömür tüketiminin günümüzde de geçerli ve temel bir enerji kaynağı olduğunu kanıtlamaktadır.

Sonuç ve Ekonomik Politika Önerileri

Bu araştırma Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla. Araştırmamız özünde Granger-nedensellik tekniğini uygulayarak ekonomik büyüme ile enerji tüketiminin karşılıklı etkileşimini her iki yönde incelemektedir. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar her türlü enerji kaynağının büyümeyi doğrudan değil de yatırımların milli hâsıla içindeki payının artırılması vasıtasıyla gerçekleşti-

ğini göstermektedir. Aynı yapı çerçevesinde ekonomik büyüme de enerji tüketimini artırmakta, böylece enerji-yatırım-büyüme-enerji-.... etkileşim çemberi şeklinde devam ettirmektedir.

Araştırma sonuçları şu noktaları vurgulamaktadır:

a. Enerji tüketimi öncelikle yatırımların milli gelir içindeki payını yükselterek ekonomik büyümeye neden olmaktadır,

b. Enerjideki etken kullanım büyüme yine yatırımlar vasıtasıyla artırırken, büyüme ise aynı dairesel hareketle etken enerji kullanımını artırmaktadır (ölçek ekonomileri etkisi),

c. Petrol, kömür, doğal gaz ve elektrik tüketimi yine ayrı-ayrı yatırımlar kanalıyla büyümeyi etkilemektedirler.

Enerji politikalarının büyüme açısından ele alınması konusunda öneriler ise üç noktada tartışılabilir:

1. Dışa bağımlı bir yapı arz eden enerji tüketimi yatırım ve ekonomik büyüme öngörü ve tahminlerine göre planlanmalıdır,

2. Enerjinin özellikle etkin kullanımı etkinlik-yatırım-üretim-etkenlik-... döngüsünü sağlaması açısından önemli bir noktadır,

3. Söz konusu etkinlik toplam enerji tüketimini ve onlar arasındaki ikameyi kapsadığından üretimi en yüksek yapacak seviyenin ayrıntılı irdelenmesi zorunludur. Zira etkin kullanılmayan enerji maliyetleri artırarak enflasyonist bir baskı yarattığı gibi, büyümeyi düşürerek işsizliği de artırabilecek hızlı değişimlere neden olabilir.

Dolayısıyla bir işsizlik sorununu enerji politikasında ayırt etmek en büyük hatalardan biri olacaktır. Türk ekonomisinde enflasyonist baskının azaldığı günümüzde doğal olarak artan işsizliğin çözümünde söz konusu enerji politikalarının en uygun bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Enerji tüketiminin sadece büyüme ile olan ilişkisini ele alındığı araştırmamız yapı amaç itibarıyla enerji üretiminin ve kullanımının çevresel etkilerini göz ardı etmiştir. Fakat bu sorun-durum ayrıca incelenmeye değer bir içerik arz etmektedir.

Kaynakça

Cheng, S. Benjamin, and Tin Wei Lai, 1997. “An investigation of co-integration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan Province of China”, *Energy Economics*, 19, ss. 435-444.

Chishti, S., and Fakhre Mahmud, 1990. “The demand for energy in the large-scale manufacturing sector of Pakistan”, *Energy Economics*, 12, pp. 251-254. *Economic Business Review*, The Dawn 18-23 April 2000.

Erol, U. and E.S.H. Yu, 1987a. “On the relationship between energy and income for industrialized counties”, *Journal of Energy and Employment*, pp. 113-122.

_____, 1987b. “Time series analysis of the causal relationships between U.S. energy and employment”, *Resources and Energy*, 16, pp. 75-89.

Granger, C.W.J., 1969. “Investigating causal relations by econometrics models and cross spectral methods”, *Econometrica*, 37, pp. 424-438. ,1986. “Developments in the study of cointegrated economic variables”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, pp. 213-228. ,1988. “Some recent developments in a concept of causality”, *Journal of Econometrics*, 39, pp. 199-211.

Hwang, Dennis- B.-K., Gun-Burel, 1991. “The causal relationship between energy and GNP: The case of Taiwan Province of China”, *Journal of Energy and Development*, 16, pp. 219-26.

Irfan Mohammad 1982. “Wages, employment and trade unions in Pakistan”, *Pakistan Development Review*, 21(1): 49-68.

International Energy Agency, “Key World Energy Statistics 2005”, Paris, France.

International Energy Agency, “The International Energy Outlook 2005”, Paris, France.

Kraft, J. and A. Kraft, 1978. “On the relationship between energy and GNP”, *Journal of Energy and Development*, 3, pp. 401-403.

Ministry of Energy and Natural Resources of Turkey., www.enerji.gov.tr.

OECD, “OECD Fact Book 2006”, Paris , France

Sims, C. A., (1980a) Macroeconomic and reality, *Econometrica* (January), 48:1-48

World Bank, country reports.