

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TÜKETİMİ ÇEŞİTLERİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMETRİK BİR ANALİZİ

*Doç.Dr. Muhsin KAR**
*Arş.Grv. Esra KINIK***

Özet

Enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırmacıların ve politika yapıcıların ilgisini her geçen gün daha fazla çekmektedir. Bu iki değişken arasındaki ilişki enerji politikalarının oluşturulması sürecinde oldukça önemlidir. Bu makalede, Türkiye'de 1975-2005 dönemine ilişkin toplam elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki zaman serileri analizindeki gelişmeler dikkate alınarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, toplam, sanayi ve mesken elektrik tüketimleri ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkilerin varlığı Johansen eşbütünleşme testi ile belirlenmiş ve Vektör Hata Düzeltme Mekanizması (VECM) yardımıyla nedenselliğin yönünün elektrik tüketimlerinden ekonomik büyümeye doğru olduğu görülmüştür. Ayrıca mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ise, çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi, mesken elektrik tüketimi, ekonomik büyüme, eşbütünleşme, Türkiye.

* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü

** Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, S.B.E., İktisat ABD.

An Econometric Analysis of the Relationship Between the Types of Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey

Abstract

Recently the relationship between energy and economic growth has been increasingly attracting concerns of the policy makers and researchers. Relationship between these two variables is very important while formulating energy policies. In this article, the relationship between total electricity consumption, industrial electricity consumption and residential electricity consumption and economic growth is investigated by utilizing the developments in the time series analyses in Turkey for the period 1975-2005. According to the obtained results, the existence of the long run relationships between total, industrial and residential electricity consumptions and economic growth were determined by Johansen co-integration test and it was seen by using Vector Error Correction Mechanism (VECM) that the causality runs from electricity consumptions to economic growth. In addition, it has been detected that there are a two-way causality relations between residential electricity consumption and economic growth.

Key Words: Electricity consumption, industrial electricity consumption, residential electricity consumption, economic growth, co-integration, Turkey.

1. Giriş

Enerji tüketimi ile ekonomik gelişme arasında yakın bir ilişki olduğu ekonomistler tarafından sıkça vurgulanan bir konu olmuştur. Ekonomik büyüme enerji talebine ve tüketimine neden olarak sektör üzerinde etkili olurken, enerjideki darboğazlar ekonomik gelişme üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır.

İlkel çağlardan günümüze kadar, insanoğlunun yaşam koşullarının değişmesine bağlı olarak kullandığı enerji kaynakları çeşitlenmiş olduğu, enerji kaynaklarının üretimi ve tüketiminin artan yönde bir gelişim izlediği söylenebilir. İlkel çağlarda insan, iş görmek için kendi beden gücünü kullanmış daha sonra da çevresindeki hayvanların güçlerinden faydalanmaya çalışmıştır. İnsan, doğayı

keşfettikçe rüzgârı enerji kaynağı olarak kullanmış, daha sonraları da kömürden petrole, doğal gaza hatta atom enerjisine kadar çeşitli enerji kaynaklarını kullanmaya başlamıştır.

İkincil bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin genel enerji içerisinde farklı bir yeri vardır. Çünkü elektrik enerjisi diğerleri gibi bir enerji kaynağı değil, enerji kaynaklarının değişik teknolojiler kullanılmasıyla elde edilen bir enerji şeklidir. Pek çok teknolojiye uygulanabilen nitelikte ayrıca kullanımı kolay olan elektrik enerjisi, kullanımı sırasında çevreyi kirletmemektedir. Dolayısıyla elektrik enerjisi, kalite ve kullanımdaki üstünlükler nedeniyle önemli bir enerji kaynağıdır. Elektrik enerjisi, sanayiden, aydınlatmaya ve meskene kadar çok geniş bir tüketim alanına sahiptir. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de altyapı yatırımlarındaki gelişmelere paralel olarak elektrik tüketiminde yıllar itibariyle artış görülmüş ve aynı zamanda yıllar itibariyle ekonomik gelişmişlik seviyesinde de önemli artışlar gözlenmiştir. Ancak elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkinin yönü ampirik bir konudur ve geliştirilecek enerji politikaları için oldukça önemlidir. Burada en önemli konu, enerji ve özellikle de elektrik tüketiminin ekonomik büyüme için bir kısıt olup olmadığının belirlenmesidir.

Bu makalede Türkiye’deki elektrik tüketimi ile ekonomik performans arasındaki ilişki ekonometrik olarak analiz edilmektedir. Bu çalışma, önceki çalışmalardan elektrik tüketimi çeşitleri (toplam, sanayi ve mesken elektrik tüketimleri) ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yeni geliştirilmiş ekonometrik yöntemlerle inceleme açısından ayrılmaktadır. Türkiye üzerine önceki çalışmaların toplam elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye odaklandığı ve elektrik tüketimi çeşitlerinin ekonomik büyüme ile ilişkisinin ihmal edildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu makalede özellikle elektrik tüketimi, toplam elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve mesken elektrik tüketimi olarak üç farklı kategoride ele alınmakta ve bu her bir elektrik tüketimi çeşidi ile gelir arasındaki ilişki 1975-2005 dönemi için ampirik olarak incelenmektedir.

2. Teorik Çerçeve ve Mevcut Literatür

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki uzun süredir ekonomistler ve politika analistleri arasında yoğun bir şekilde tartışılan konulardan biri olmuştur. Özellikle konu ile ilgili uygulamalı çalışmaların elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik üzerine yoğunlaştığı ve tartışmalı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir (Kraft ve Kraft, 1978; Beenstock ve Willcocks, 1981; Samouilidis ve Mitropoulos, 1984; Yu ve Choi, 1985; Erol ve Yu, 1987; Yang, 2000; Stern, 2000; Ghosh, 2002, Chen, Kuo ve Chen, 2007; Fatai, Oxley ve Scrimgeour, 2004; Shiu ve Lam, 2004; Burney, 1995). Bu çalışmaların değişkenler arasında nedensellik ilişkisine yoğunlaşmasının en önemli nedeni uygulanacak enerji politikaları açısından önem arz etmektedir.

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi dört kategoride ele alınabilir. Birinci olarak, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik, elektrik kullanımındaki kısıtlamaların ekonomik büyümeyi olumsuz olarak etkileyeceğini diğer taraftan elektrik üretimindeki artışının ekonomik büyümeye olumlu katkı yapacağını ifade eder (Altınay ve Karagöl, 2005; Shiu ve Lam, 2004).

İkinci olarak, ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek taraflı nedensellik, elektrik tüketimini koruyucu politikaların uygulandığında ekonomik büyüme üzerinde olumsuz olmayan sonuçlar yarattığını gösterir. Ayrıca ekonomik büyümedeki sürekli bir artış elektrik tüketiminde sürekli bir artışa neden olabilir (Ghosh, 2002). Üçüncü olarak, iki taraflı bir nedensellik, elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin birlikte birbirlerini belirlediklerini ve aynı zamanda birbirlerini etkilediklerini gösterir (Jumbe, 2004; Yoo, 2005). Son olarak, nedensellik ilişkisinin yokluğu elektrik tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkili olmadığını ima eder ve bu durum elektrik tüketimine ilişkin genişleyici ve korumacı politikaların ekonomik büyüme üzerine etkisinin olmaması anlamına gelir (Chen, Kuo ve Chen, 2007: 2612).

Türkiye üzerine konu ile ilgili sınırlı sayıda uygulamalı çalışma bulunmaktadır. Murry ve Nan (1996), 1970-1990 yılları

arasındaki veri setini kullanarak Türkiye'nin de dahil olduğu 15 ülkeli çalışmalarında standart nedensellik testini uygulamışlardır. Analizler sonucunda ülkelere özgü sonuçlar ortaya çıkmış ve Türkiye için nedensellik, elektrik tüketiminden gelire doğru çıkmıştır.

Terzi (1998), 1950-1991 dönemi için elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmasında ticarethane, sanayi ve mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Engle-Granger eşbütünleşme yöntemi ile değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki belirlenmiş ve kısa dönem dinamikleri ise, hata düzeltme mekanizması aracılığı ile incelenmiştir. Uygulanan ekonometrik yöntemde kısa ve uzun dönemde gelir ve fiyat esnekliklerinin inelastik olduğu belirlenmiştir. Ticaret ve sanayi sektörlerinde elektrik tüketimi ve büyüme arasında anlamlı ve çift yönlü bir ilişki ortaya çıkmıştır.

Yamak ve Güngör (1998), 1951-1994 dönemi için konut elektrik talep denkleminin tahmin edildiği çalışmalarında konut elektrik tüketimi miktarı, reel gelir, konutlarda kullanılan elektrik enerjisinin fiyat indeksi, konut fuel-oil fiyat indeksi değişkenleri kullanılarak analiz edilmiştir. Engle-Granger testi sonucunda serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri (eşbütünleşik) sonucuna ulaşılmıştır. Hata düzeltme mekanizmasında ise, kısa dönemde konut elektrik talebinin fiyat ve gelire karşı inelastik olduğu görülmüştür. Gelir elastikiyeti istatistiksel olarak anlamsız iken, fiyat elastikiyeti ise, istatistiksel olarak anlamlıdır. Fakat değer itibari ile sıfıra yakın çıkmıştır. Ko-entegrasyon denkleminde ise, uzun dönemde konut elektrik talebi sadece gelire elastiktir.

Bakırtaş vd. (2000), Türkiye'de elektrik talebinin ekonometrik analizini yaptıkları çalışmalarında 1962-1996 yıllık verilerden yararlanarak Johansen eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme mekanizmalarını kullanarak analiz yapmışlardır. Modelde kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına gelir ve elektrik fiyatları değişkenleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme analizi sonucunda elektrik tüketimi ve gelir uzun dönemde birlikte hareket etmektedirler. Yani eşbütünleşiktirler. Hata düzeltme mekanizmasının sonucunda da elektrik tüketiminin gelir esnekliğinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Sarı, Soytaş ve Özdemir (2001), 1960-1995 yılları arasındaki veri setiyle Johansen eşbütünleşme yöntemini kullanarak Türkiye için analiz yapmışlardır. Analiz sonucunda enerji tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönemli ilişki olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca nedensellik ilişkisinin elektrik tüketiminden gelire doğru tek taraflı olduğu saptanmıştır.

Altınay ve Karagöl (2005), analizlerinde Türkiye için standart nedensellik testini uygulamışlar ve bu uygulamada veri seti olarak 1950-2000 yılları arasındaki verileri kullanmışlardır. Analiz sonucunda elektrik tüketiminden gelire doğru bir nedensellik olduğu saptanmıştır.

Nişancı (2005), Türkiye’de elektrik talebini değişik sektörlerde tahmin ettiği çalışmasında, elektrik tüketimi ve milli gelir arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmada veri seti 1970-2003 yılları arasındaki yıllık zaman serileri olarak kullanılmıştır. Eşbütünleşme ve hata düzeltmeden oluşan bu modelde elektrik tüketimi analiz edilmiştir. Modelde, kişi başına elektrik tüketimi, reel elektrik fiyatları ve kişi başına reel gelir değişkenleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme analizi sonucunda milli gelir ve elektrik tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu ortaya çıkmış, nedensellik testi sonunda da elektrik tüketiminden gelire doğru tek taraflı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Erdoğdu (2006), eşbütünleşme analizi ve ARMA modeli ile elektrik talebinin analiz edildiği çalışmada veri seti 1984-2004 yılları arasındaki üç aylık verilerden oluşmaktadır. Modelde reel elektrik fiyatları, kişi başına GSYİH ve kişi başına elektrik tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak fiyat ve gelir değişimlerinde elektrik tüketimi tahmin edilmiş ve ikinci olarak geleceğe yönelik öngöründe bulunulmuştur. Eşbütünleşme analizi sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı saptanmıştır.

Halicioğlu (2007), Türkiye’de mesken elektrik talebinin analiz edildiği çalışmada 1968-2005 yılları arasında yıllık veriler kullanılmıştır. Analiz Engle-Granger nedensellik testi ve hata düzeltme modellerinden oluşmaktadır. Modelde, kişi başına konut

elektrik tüketimi, kişi başına reel gelir, fiyat ve kentleşme oranı değişkenleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda, gelir ve fiyat esneklikleri hesaplanmış ve uzun dönem esnekliklerinin kısa dönemden daha büyük olduğu saptanmıştır. Uzun dönemde gelir, fiyat ve kentleşme oranından konut elektrik tüketimine doğru karşılıklı nedensellik söz konusu iken kısa dönemde nedensellik testi sonuçsuzdur.

Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul (2007), Türkiye için 1974-2000 yılları arasındaki verileriyle ARDL yöntemini kullandıkları çalışmalarında, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde pozitif, uzun dönemde negatif bir ilişkinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Türkiye üzerine konu ile yapılan çalışmalar toplu olarak değerlendirildiğinde elektrik tüketiminin büyümeye neden olduğu genellikle görülmektedir. Çalışmalarda elektrik tüketimi alt kategorilere ayrılmadan, toplam elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisine bakılmıştır. Toplam elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerinde farklılık olup olmadığının ampirik bir konu olup bu makalenin amacını oluşturmaktadır. Bu makale, elektrik tüketim çeşitleri ile gelir arasındaki ilişkiyi yeni ekonometrik yöntemlerle ampirik olarak inceleme noktasında öncekilerden ayrılmaktadır.

3. Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Nedensellik Analizi

İki değişken arasındaki nedenselliğin yönünün ampirik olarak test edilebilmesi için değişik nedensellik testleri mevcuttur (Geweke ve diğerleri, 1983; Granger, 1969; Sims, 1972). Ampirik çalışmalarda Granger nedensellik testi uygulanabilirliğindeki kolaylık sebebiyle en çok tercih edilen bir yöntemdir. Ayrıca, Granger (1986, 1988), ve Engle ve Granger (1987)'in öncülük ettiği eşbütünleşme literatürü nedensellik testi ile ilgili teorik çalışmalara kayda değer bir katkıda bulunmuştur.

Bu yeni yaklaşıma göre, iki değişken (örneğin, EC elektrik tüketimini ve Y geliri temsil etsin) arasında eşbütünleşme olduğu sağlanırsa, Engle ve Granger (1987), kısa dönemde dengesizlikleri gideren bir hata düzeltme mekanizmasının (error-correction mechanism, ECM) olduğunu göstermektedirler. Bu bağımlı değişkendeki değişmelerin, açıklayıcı değişkenlerdeki değişme ve eşbütünleşik regresyondaki gecikmeli hata teriminin bir fonksiyonu olduğu anlamına gelir. ECM'nin bir sonucu olarak, ΔY_t veya ΔEC_t veya her ikisine, Y_{t-1} ve EC_{t-1} 'in de bir fonksiyonu olan gecikmeli hata düzeltme terimi neden olmalıdır.

Teknik olarak, Y ve EC arasındaki ilişki Vektör Hata Düzeltme Mekanizması (vector error-correction mechanism, VECM) terimleriyle şöyle ifade edilir (Kar, 2001):

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta EC_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \delta_{1i} ECM_{r,t-1} + u_t \quad (1)$$

$$\Delta EC_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta EC_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{2i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \delta_{2i} ECM_{r,t-1} + u_t \quad (2)$$

Burada Δ değişkenlerin farkının alınarak durağan hale getirildiğini göstermektedir. ECM ise, Y ile EC arasında tespit edilen uzun dönemli ilişkiden elde edilen hata terimini (burada eşbütünleşme vektörünü) temsil etmektedir. Denklem 1 ve 2'den oluşan bu VECM'de nedenselliğin kaynağı (Kar, 2001): a) her açıklayıcı değişkenin gecikmeleri toplamına birleşik olarak uygulanan F veya Wald χ^2 testinin, b) Gecikmeli hata düzeltme terimine (ECM) uygulanan t-testinin ve c) her açıklayıcı değişkenin gecikmeleri toplamı ve gecikmeli hata düzeltme terimine beraber uygulanan F veya Wald χ^2 testinin, istatistiksel anlamlılığı ile belirlenebilir (Charemza ve Deadman, 1997; Demetriades ve Hussein, 1996; Islam, 1998; Masih ve Masih, 1995).

Örneğin, elektrik tüketimi ekonomik büyümeye Granger bağlamında neden olmaz boş hipotezi reddedilir, eğer β_{1i} 'ler beraberce sıfırdan farklı ise. Yine aynı boş hipotez, eğer δ_{1i} anlamlı, veya β_{1i} 'ler ve δ_{1i} beraber sıfırdan farklı ise, reddedilir.

4. Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Tahmini

Bu makalede, 1975-2005 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Değişkenlere ve verilerin elde edilme kaynaklarına ilişkin bilgiler Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanımlanması

Değişkenin Adı	Tanımı	Kaynağı
LTET	Toplam Elektrik Tüketiminin	TEDAŞ
LSET	Sanayi Elektrik Tüketiminin	TEDAŞ
LPCMET	Kişi Başına Mesken Elektrik Tüketiminin	TEDAŞ
LY	Reel GSYİH	DPT
LPCY	Kişi Başına Reel GSYİH	DPT

Not: L, ilgili değişkenin logaritmasını göstermektedir.

Verilerin zaman serisi özellikleri (durağan olup olmadıkları) ampirik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan Dickey-Fuller (DF) ve genişletilmiş DF (ADF) birim kök testleriyle incelenmiştir (Gujarati, 1999, Kutlar, 1998). Makalede kullanılan serilere ilişkin DF Birim Kök Testi sonuçları Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Seviye				Sonuç
	Sabit terimli, trendsiz	% 5 Kritik değer	Sabit terim ve trendli	%5 Kritik değer	
LTET	-1.4348 (0)	-2.9639	-2.1215 (0)	-3.5683	I(0) değil
LY	-0.1437 (0)	-2.9639	-2.6186 (0)	-3.5683	I(0) değil
LPCMET	-0.2860 (1)	-2.9677	-2.3942 (1)	-3.5742	I(0) değil
LPCY	-0.2505 (0)	-2.9639	-2.4063 (0)	-3.5683	I(0) değil
LSET	-1.9083 (0)	-2.9639	-2.4852 (0)	-3.5683	I(0) değil
Δ LTET	-5.4319 (0)	-2.9677	-5.2359 (0)	-3.5742	I(1)
Δ LY	-6.3633 (0)	-2.9677	-6.2949 (0)	-3.5742	I(1)
Δ LPCMET	-3.7142 (0)	-2.9677	-3.4849 (0)	-3.5742	I(1)
Δ LPCY	-5.3789 (0)	-2.9677	-4.1202 (3)	-3.5950	I(1)
Δ LSET	-5.6491 (0)	-2.9677	-3.4106 (3)	-3.5950	I(1)

Not: Parantez içindeki değerler gecikme sayısını göstermektedir.

Değişkenlerin seviyelerine uygulanan DF ve ADF test sonuçları değişkenlerin durağan olmadığını göstermiştir. Birinci derece farklara uygulanan DF ve ADF test sonuçları değişkenlerin durağan olduğunu göstermektedir. Teknik ifadesiyle seriler, I(1)'dir. Seviye itibarıyla durağan olmayan serilerin birinci derece farklarının durağan olduğunu ifade eder.

Nedenselliğin yönünü belirlemek için, ilk aşamada yukarıda tartışılan elektrik tüketiminin iki göstergesinden her biri ile gelir (veya kişi başına gelir) arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı görebilmek için eşbütünlük testinin yapılması gerekmektedir.

Johansen eşbütünleşme teorisi, iki değişken arasında uzun dönemde en fazla bir ilişkinin olabileceğini söylemektedir. Johansen (1988), ve Johansen ve Juselius (1990), değişkenler arasındaki uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını test etmek için *en büyük özdeğer (maximum eigen value)* ve *iz (trace)* istatistiklerini kullanmaktadırlar. Johansen eşbütünleşim testiyle değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılırken kurulan VAR'daki gecikme sayısı önemlidir. Gecikme sayısını belirlerken Akaike Bilgi Kriteri ve uygulamanın yapıldığı *PcGive Ekonometri Yazılım Programı*ndaki Schwarz ve Hannan-Quinn kriterlerinden yararlanılmış ve VAR'daki gecikme uzunluğunun 1 olarak belirlenmiştir.¹

Elektrik tüketiminin değişik formlarının gelir ile ilişkilerinin VAR analizinin yapılmasından bir sonraki adım ise, değişken çiftlerinden oluşan yapıların uzun dönemli ilişkili olup olmadıklarıdır. Bunun için Johansen eşbütünleşme yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3. Johansen Eşbütünleşme Testi

Değişkenler	Hipotez	Eşbütünleşme Testleri			
		En büyük özdeğer	Kritik değer 95 %	İz	Kritik değer 95 %
LTET ve LY	p= = 0	75.46**	15.7	83.56**	20.0
	p<=1	8.12	9.2	8.12	9.2
LSET ve LY	p= = 0	38.15**	15.7	47.18	20.0
	p<=1	9.03	9.2	9.03	9.2
LPCMET ve LPCY	p= = 0	60.78**	15.7	67.36**	20.0
	p<=1	6.58	9.2	6.58	9.2

En büyük özdeğer ve iz istatistiklerine her bir değişkenler çifti (*LTET ve LY, LSET ve LY, LPCMET ve LPCY*) eşbütünleşiktir ve bu

¹ VAR sonuçlarına yer kısıtı nedeniyle burada yer verilmemiştir. İstenildiği takdirde yazarlardan talep edilebilir.

değişken çiftleri arasında bir uzun dönemli ilişki (bir eşbütünleşme vektörü) mevcuttur.

Her bir modele ilişkin eşbütünleşme vektörü ve uyum hızı (speed of adjustment) katsayısı da Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4. Eşbütünleşme Vektörleri (Uzun Dönem İlişkileri)

Modeller	Eşbütünleşme Vektörü	Uyum Hızı Katsayısı	
Model I	$CI_{TET}=LTET - 1.83LY + 9.69$	LTET	-0.28
		LY	-0.13
Model II	$CI_{SET}=LSET - 1.38LY + 5.16$	LSET	-0.22
		LY	-0.11
Model III	$CI_{MET}=LPCMET - 3.76LPCY + 22.04$	LPCMET	-0.19
		LPCY	-0.02

CI_{TET} , CI_{SET} ve CI_{MET} , sırasıyla toplam, sanayi ve mesken elektrik tüketimi ile gelir arasında Johansen eşbütünleşme testi ile belirlenen eşbütünleşme vektörlerini ifade etmektedir. Değişken çiftleri arasındaki uzun dönemli ilişkilerin (eşbütünleşme vektörlerinin) sunulduğu Tablo 4’te elektrik tüketim çeşitleri ile gelir arasındaki ilişkinin pozitif olduğunu göstermektedir. Tahmin edilen vektörlerde, eğer elektrik tüketimi çeşitleri bağımlı değişken olarak ele alınırsa; gelir (Y), bağımlı değişkenleri (LTET, LSET ve LPCMET) pozitif olarak etkilemektedir. Uzun dönem ilişkilerinin gösterimi ile ilgili bir ayrıntıyı burada vurgulamak yerinde olacaktır. Örneğin Model I’deki LTET ile LY arasındaki uzun dönemli ilişkinin geleneksel gösterimi $CI_{TET} = LTET - 1.83LY + 9.69$ şeklindedir. Ancak $LTET = -9.69 + 1.83LY + CI_{TET}$ şeklinde de sunmak olanaklıdır. Burada, gelirin (Y) işaretinin pozitif olması bu değişkenin bağımlı değişkeni pozitif olarak etkilediğini gösterir. Teknik olarak, tam logaritmik bir fonksiyonda değişkenlerin katsayıları esneklik değeri anlamına gelir ve şu şekilde yorumlanır: LY’deki %1’lik bir artış LTET’de %1.83’lük bir artışa neden olmaktadır. Aynı şekilde Model II’de LY’deki ve Model III’de de, LPCY’deki %1’lik artış

sırasıyla LSET ve LPCMET'i %1.38 ve %33.76 oranında artırmaktadır. Sonuç olarak, Tablo 4'te yer alan eşbütünleşme vektörlerinde, elektrik tüketimleri bağımlı değişken olarak ele alındığında, gelirin elektrik tüketimini pozitif olarak etkilediği görülmektedir.

Ayrıca modellerin tahmin edilmesinden elde edilen uyum hızı katsayılarının ilklerinin (LTET, LSET ve LPCMET'na ilişkin olan -0.28, -0.22 ve -0.19 katsayıları) büyüklükleri de oldukça önemlidir. Bu katsayılar değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiden sapma olduğunda, kısa dönemde bu ilişkiyi dengeye getirecek düzeltme mekanizmasının da oldukça hızlı bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermektedir.

5. Vektör Hata Düzeltme Mekanizması (VECM) ve Granger Nedensellik Testi

Elektrik tüketimi göstergeleri ile ekonomik performans arasında uzun dönemli bir ilişkinin (eşbütünleşik) olduğunu gösterdikten sonra ikinci adım, eşbütünleşme regresyonundan elde edilen hata düzeltme terimini de açık olarak içerecek şekilde VECM oluşturmaktır (Denklem 1 ve 2). VECM'in tahmin edilmesinden sonra metodoloji kısmında nasıl uygulanacağı açıklanan istatistiksel testler yapılmış ve nedenselliğin kaynağı belirlenmeye çalışılmıştır. Burada yukarıda ifade edilen boş hipotezi bir kez daha hatırlamakta fayda bulunmaktadır: Elektrik tüketimi ekonomik büyümeye Granger bağlamında neden olmaz. Sonuçlar, Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5 incelendiğinde değişkenler arasındaki nedenselliğin kaynağı modele göre değiştiği anlaşılmaktadır. LTET ile LY arasındaki VECM ve ilgili testlerle birlikte değerlendirildiğinde nedenselliğin yönünün LTET'den LY'ye doğru olduğu hem hata düzeltme katsayısının t-testinin anlamlılığı hemde hata düzeltme katsayısı ile LTET'in farkının gecikmelerine birlikte uygulanan Wald testinin anlamlılığı ile desteklenmektedir.

Tablo 5. Nedenselliğin Kaynağı

Bağımlı değişken		$\Delta LTET$	ΔLY		$\Delta LSET$	ΔLY		$\Delta LPCMET$	$\Delta LPCY$
Wald testi	$\Sigma \Delta LTET$	-	$\chi^2(1)=1.64$ (0.19)	$\Sigma \Delta LSET$	-	$\chi^2(1)=1.63$ (0.20)	$\Sigma \Delta LPCMET$	-	$\chi^2(1)=4.17$ (0.04)**
	$\Sigma \Delta LY$	$\chi^2(1)=0.12$ (0.72)	-	$\Sigma \Delta LY$	$\chi^2(1)=0.76$ (0.38)	-	$\Sigma \Delta LPCY$	$\chi^2(1)=6.05$ (0.013)**	-
t-testi	ECM-1	0.19 (0.84)	2.22 (0.03)**	ECM-1	-0.51 (0.60)	1.84 (0.07)*	ECM-1	-0.69 (0.49)	3.46 (0.0019)***
Wald testi	($\Sigma \Delta LY$ ve ECM-1)	$\chi^2(2)=0.17$ (0.76)	-	($\Sigma \Delta LY$ ve ECM-1)	$\chi^2(2)=1.14$ (0.56)	-	($\Sigma \Delta LPCY$ ve ECM-1)	$\chi^2(2)=12.58$ (0.0018)***	-
	($\Sigma \Delta LTET$ ve ECM-1)	-	$\chi^2(2)=4.99$ (0.08)*	($\Sigma \Delta SET$ ve ECM-1)	-	$\chi^2(2)=3.95$ (0.13)	($\Sigma \Delta LPCMET$ ve ECM-1)	-	$\chi^2(2)=12.03$ (0.0024)***
<p>Not: 1) Σ, ilgili değişkenin gecikmeli katsayılarının beraberce teste tabi olduklarını ifade eder. 2) *, ** ve ***, sırasıyla, % 10, 5 ve 1'lik seviyede anlamlılıkları göstermektedir. 3) Parantez içindeki değerler p-değerleridir (olasılık)</p>									

LSET ile LY arasındaki kısa dönem VECM sonuçlarına bakıldığında, nedenselliğin yönünün LSET'ten LY'ye doğru olduğu ve bununda hata düzeltme katsayısının %10'luk anlamlılık seviyesindeki anlamlılığı ile desteklendiği görülmektedir. Bu iki değişken arasındaki tek kaynağın hata düzeltme katsayısı aracılığı ile olması ve bununda anlamlılık seviyesinin düşük olması nedensellik ilişkisinin biraz zayıf olduğu anlamına gelmektedir.

Son olarak LPCMET ile LPCY arasındaki ilişkiye ilişkin VECM sonuçları, nedenselliğin değişkenler arasında iki yönlü (hem LPCMET'den LPCY'ye hem de LPCY'den LPCMET'e doğru) olduğunu desteklemektedir.

Tablo 6. Nedenselliğin Yönü

$\Delta LTET$ ve ΔLY	Toplam elektrik tüketimi gelir artışına neden olmaktadır.
$\Delta LSET$ ve ΔLY	Sanayi elektrik tüketimi (zayıfta olsa) gelir artışına neden olmaktadır.
$\Delta LPCMET$ ve $\Delta LPCY$	Mesken elektrik tüketimi ile kişi başına gelir arasında iki yönlü bir nedensellik vardır.

Değişken çiftlerine ilişkin nedensellik testi sonuçları Tablo 6'da kısaca özetlenmektedir.

6. Sonuç

Günümüzde enerji politikalarının oluşturulmasında elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki büyük önem arz etmektedir. Ekonomik büyüme, enerji talebine ve tüketimine neden olarak sektör üzerinde etkili olurken, enerjideki darboğazlar ekonomik gelişme üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu makalede Türkiye'deki elektrik tüketimi ile ekonomik performans arasındaki ilişki ekonometrik olarak analiz edilmektedir. Bu çerçevede, önceki çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada elektrik tüketimi çeşitleri (toplam, sanayi ve mesken elektrik tüketimleri) ile ekonomik büyüme arasındaki amprik olarak 1975-2005 dönemi için Johansen eşbütünleşme yaklaşımı ve vektör hata düzeltme modeli kullanılarak incelenmiştir..

Ekonometrik analizlerden, Johansen eşbütünlük testi sonucunda her bir değişkenler çiftinin (LTET ve LY, LSET ve LY, LPCMET ve LY) eşbütünlük olduğu ve bu değişken çiftleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. Bu bağlamda kişi başına mesken elektrik tüketimi ve kişi başına gelir arasında uzun dönemli bir ilişki vardır. Granger nedensellik testi sonucunda ise, toplam elektrik tüketimi ve gelir arasında elektrik tüketiminden gelire doğru bir nedensellik, sanayi elektrik tüketiminden gelire doğru nedensellik, kişi başına mesken elektrik tüketimi ile kişi başına gelir arasında ise iki yönlü bir nedenselliğin olduğu saptanmıştır. Yani, kişi başına mesken elektrik tüketimindeki bir artış kişi başına geliri artırır ve aynı zamanda. Kişi başına gelirdeki bir artışta kişi başına mesken elektrik tüketimini artırır. Bu mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bu iki taraflı ilişkinin ortaya çıkmasında incelenen dönem itibariyle şehirleşme oranındaki değişimlerin önemli olduğu anlaşılmaktadır. İncelenen dönem itibariyle şehirleşme %29'lardan %70'lere kadar yükselmiştir (DPT, 2008). Şehirleşme beraberinde inşaat sektörünün ve dolayısıyla ekonomik büyümenin artmasına neden olacağı açıktır.

Ekonometrik analizlerden elde edilen sonuçlar topluca değerlendirildiğinde elektrik tüketiminin ekonomik performansla yakından ilgili olduğu görülmektedir. Yani Türkiye'de enerji kısıtı ekonomik performansı olumsuz olarak etkileyebilir. Dolayısıyla ekonomik performans projeksiyonlarına paralel olarak potansiyel elektrik tüketiminin önceden belirlenmesi ve enerji güvenliğinin kontrol altına alınması gerekir. Aksi takdirde enerjide özellikle de elektrik enerjisindeki bir darboğaz ekonomik büyümeyi sınırlandırabilir.

KAYNAKÇA

- ALTINAY, G. ve KARAGÖL, E., 2005. "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey", *Energy Economics*, 27, ss. 849-856.
- BAKIRTAŞ, T., KARBUZ, S. ve BİLDİRİCİ, M., 2000. "An Econometric Analysis of Electricity Demand in Turkey", *METU Studies in Development*, 27(1-2). ss. 23-34.
- BEENSTOCK, M. ve WILLCOCKS, P., 1981. "Energy Consumption and Economic Activity in Industrialized Countries: the Dynamic Aggregate Time Series Relationship", *Energy Economics*, 34, ss. 225–232.
- BURNEY, N., 1995. "Socioeconomic Development and Electricity Consumption, A Cross-Country Analysis Using the Random Coefficient Method", *Energy Economics*, 17(3), ss.185-195.
- CHAREMZA, W.W. ve DEADMAN, D.F., 1997. *New Directions in Econometric Practice*, Edward Elgar, Cheltenham.
- CHEN, S.,T., KUO, H.ve CHEN, C. C., 2007. "The Relationship Between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries", *Energy Policy*, 35, ss.2611-2621.
- DEMETRIADES, P. ve HUSSEIN, K., 1996. "Does Financial Development Cause Economic Growth Time Series Evidence from 16 Countries", *Journal of Development Economics*, 51, ss. 387-411.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), 2008. *Sosyal Sektörlerdeki Gelişmeler (1950-2006)*, <http://ekutup.dpt.gov.tr/ekonomi/gosterge/tr/1950-06/esg.htm>, Erişim Tarihi: 01.02.2008.
- ENGLE, R.F, ve GRANGER, C.W.J., 1987. "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, 55, 251-276.
- ERDOĞDU, E., 2006. "Electricity Demand Analysis Using Cointegration and ARMA Modelling: A Case Study of Turkey", *Energy Policy*, 35, ss. 1129-1146.

- EROL, U. ve YU, E.S.H., 1987. "On the Relationship Between Energy and Income for Industrialized Countries", *Journal of Energy and Employment*, 13(1), ss. 113–122.
- FATAI, K., OXLEY, L. ve SCRIMGEOUR, F.G., 2004. "Modelling The Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP in New Zealand, Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand", *Mathematics and Computers in Simulation*, 64, ss. 431-445.
- GEWEKE, J. ve Diğlerleri, 1983. "Comparing Alternative Tests of Causality in Temporal Systems", *Journal of Econometrics*, 21, ss.161-194.
- GHOSH, S., 2002. "Electricity Consumption and Economic Growth in India", *Energy Policy*, 30, ss. 125-129.
- GRANGER, C.W.J., 1969. "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods", *Econometrica*, 37, ss.24-36.
- GRANGER, C.W.J., 1986. "Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, 213-228.
- GRANGER, C.W.J., 1988. "Some Recent Developments in a Concept of Causality", *Journal of Econometrics*, 39, 199-211.
- GUJARATİ, D.M., 1999. *Temel Ekonometri, Çeviren: Ü. Şenesen ve G.G. Şenesen, İstanbul: Literatür Yayıncılık.*
- HALICIOĞLU F., 2007. "Residential Electricity Demand Dynamics in Turkey", *Energy Economics*, 2 (29), ss. 199-210.
- ISLAM, M.N., 1998. "Export Expansion and Economic Growth: Testing for Cointegration and Causality", *Applied Economics*, 30, ss.415-425.
- JOHANSEN, S., 1988. "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, ss.231-254.
- JOHANSEN, S. ve JUSELIUS, K., 1990. "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration –with Application

to the Demand for Money”, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52, ss.169-210.

JUMBE, C.B.L., 2004. “Cointegration and Causality Between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi”, Energy Economics 26, ss. 61–68.

KAR, M., 2001, “Finansal Kalkınma ve Ekonomik Büyüme: Nedensellik İlişkisi”, Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, 2(2), 150-169.

KARAGÖL, E., ERBAYKAL, E. ve ERTUĞRUL, M.H., 2007. “Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, Doğu Üniversitesi Dergisi, 8(1), 72-80.

KRAFT, J. ve KRAFT, A., 1978. “On the Relationship Between Energy and GNP”, Journal of Energy Development, 3, ss. 401-403.

KUTLAR, A., 1998. Bilgisayar Uygulamalı Ekonometriye Giriş, Beta, Sivas.

MASIH, A.M.M. ve MASIH R., 1995. “Temporal Causality And The Dynamic Interactions Among Macroeconomic Activity Within A Multivariate Cointegrated System: Evidence From Singapore And Korea”, Weltwirtschaftliches Archiv, 131(2), ss.265-285.

MURRY, D.A. ve NAN, G.D., 1996. “A definition of the gross domestic product–Electrification interrelationship”, The Journal of Energy and Development 19(2), ss. 275–283.

NIŞANCI, M., 2005. “Türkiye’de Elektrik Enerjisi Talebi ve Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki”, Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 5 (9), ss.107-118.

SAMOUILIDIS, J. ve MITROPOULOUS, C.S., 1984. “Energy and Economic Growth in Industrializing Countries: the Case of Greece”, Energy Economics, 6(3) ss. 191–206.

SARI, R., U, SOYTAŞ ve Ö., ÖZDEMİR, 2001. “Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration

and Vector Error Correction Analysis”, *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, ss. 838-844, *Global Business and Technology*.

- SHIU, A. ve LAM, P.L., 2004. “Electricity Consumption and Economic Growth in China”, *Energy Policy*, 32, ss. 47-54
- SIMS, C.A., 1972. “Money Income and Causality”, *American Economic Review*, 62, ss. 540-552.
- STERN, D.I., 2000. “A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy”, *Energy Economics* 22 2, ss. 267–283.
- TEDAŞ, 2007. Yıllar İtibariyle Sektörel Elektrik Tüketimi (1970-2005), http://www.tedas.gov.tr/29,Istatistiki_Bilgiler.html, Erişim Tarihi: 07.12.2007.
- TERZİ, H., 1998. “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma”, *İşletme ve Finans Dergisi*, 13 (144), ss. 62-71.
- YAMAK, R. ve GÜNGÖR, B., 1998. “Konut Elektrik Talep Denkleminin Tahmini: Türkiye Örneği, 1950-1991”, *Ekonomik Yaklaşım*, 9(31), ss. 71-78.
- YANG, H.Y., 2000. “A Note of the Causal Relationship Between Energy and GDP in Taiwan”, *Energy Economics*, 22, 309-317.
- YOO, S.H., 2005. “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea”, *Energy Policy*, 33(12), ss. 1627–1632.
- YU, E.S.H. ve CHOI, J.Y., 1985. “The Casual Relationship Between Energy and GNP: an International Comparison”, *Journal of Energy and Development*, 10, ss. 249–272.