

ELEKTRİK TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN DİNAMİK BİR ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Mustafa SAATÇİ¹
Yasemin DUMRUL²

Özet

Bu çalışmada 1960-2008 verileri ile Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (DOLS) ve Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (FMOLS) kullanılarak Türkiye için elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Hem FMOLS hem de DOLS sonuçları Türkiye’de elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkili bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Her iki yöntemle elde edilen katsayılar birbirine oldukça yakındır. Çalışma sonuçları, uzun dönemde, elektrik tüketimindeki %1’lik artışın ekonomik büyümeyi %0.33-%0.37 oranında artırdığını göstermektedir.

***Anahtar Kelimeler:** Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Eş-bütünleşme, Türkiye.*

A Dynamic Analysis of Electricity Consumption and Economic Growth: The Case of Turkey

Abstract

In this paper we investigate the causal relationship between electricity consumption and economic growth for Turkey, using Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) and Fully-Modified Ordinary Least Squares (FMOLS), for Turkey covering the period 1960 to 2008. Both DOLS and FMOLS results suggest that

¹ Prof.Dr., Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü,
e-mail: msaatci@nny.edu.tr

² Araş.Gör.Dr., Uşak Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü,
e-mail: yasemin.timur@usak.edu.tr

electricity consumption is an effective factor on economic growth. Coefficients obtained by both methods are quite close to each other. Their results show that, in the long run, a 1% rise in electricity increases the economic growth by 0.33-0.37%.

Key Words: *Electricity Consumption, Economic Growth, Co-integration, Turkey.*

1. GİRİŞ

1973-1974 ve 1978-1979 yıllarında yaşanan iki büyük petrol krizi enerjinin bir üretim girdisi olarak önemini ortaya koymuştur. Küreselleşmenin yaygınlaşmasıyla birlikte önemli bir üretim girdisi olan enerji, ekonomik büyüme için de önemli girdilerden biri haline gelmiştir. Belirtilen gelişmelere paralel olarak enerji talebi ve ülkelerin enerjiye olan bağımlılıkları hızla artmış; enerjiye olan bu bağımlılık ülkeleri alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmaya yöneltmiştir. Enerjiyi bileşenlerine ayırarak incelediğimizde ise, elektriğin en kaliteli enerji bileşeni olduğu iddia edilmekte ve enerji tüketimi içerisindeki payının hızla arttığı görülmektedir. (Karagol, Erbaykal ve Ertuğrul, 2007: 72). Bunun en önemli nedeni, elektriğin birincil enerji kaynaklarının tümünden üretilmesidir. Ayrıca elektrik enerjisinin iletiminin kolaylıkla yapılabilmesi, istenilen miktarlarda bölünebilmesi, çevre kirliliği yaratmaması, günlük hayatın her aşamasında talebi ve teknolojik ilerlemeye paralel vazgeçilmez bir kaynak olması gibi özellikleriyle elektrik tüketiminin ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergelerinden biri olarak değerlendirilmesine sebep olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, elektrik kullanımının her alanda yaygınlığı ve tüketimindeki artışlar, toplumların refah artışının da bir göstergesi niteliğindedir (Ağır ve Kar, 2010: 151).

Elektrik enerjisi sektörü; ekonominin öteki sektörlerine büyük miktarda girdi veren bir sektör özelliği taşımaktadır. Buna bağlı olarak da elektrik enerjisi sektörü, hem öteki sektörlerdeki gelişmeden etkilenmekte hem de öteki sektörlerin gelişmesini uyarmaktadır (Berberoğlu, 1982: 15). Ekonomik büyümeye paralel bir şekilde artması gereken elektrik enerjisi arzının, talebi karşılamada yetersiz kalması, ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemesinin yanı sıra, enerji arzının ekonomi üzerinde uyarıcı etki yaratmasını da engellemektedir (Özdemir ve Yüksel, 2006: 2).

Elektrik enerjisinin önemli üstünlüklerine karşın bazı sakıncaları da bulunmaktadır. Bunların en önemlisi depolama olanaklarının çok sınırlı ve çok pahalı olmasından dolayı, bu kaynağın üretildiği anda tüketilmesi gereken bir enerji kaynağı olmasıdır. Dolayısıyla elektriğin tüketimi üretimine paralel bir seyir izlemektedir (Akan ve Tak, 2003: 22-23).

Bu çalışmanın amacı elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin analiz edilmesidir. Bu bağlamda çalışmanın takip eden bölümlerinde ilk olarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki literatüre değinilecek, sonrasında Türkiye’de elektrik tüketimi, üretimi ve kaybına yer verilecek son olarak da Türk ekonomisi üzerine yapılacak olan uygulama ile elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi ortaya koyulmaya çalışılacaktır.

2. TEORİK ÇERÇEVE

Enerji, ekonomik büyümeye yol açan tek faktör olmasa da, oldukça önemli bir girdidir (Ersoy, 2010: 10). ISO (1981)’e göre tüketilen enerji tamamıyla yurtiçi kaynaklara dayalı ise, enerji üreten sektör de herhangi bir diğer sanayi kesimi gibi katma değer yaratır. Eğer bu sektör üretimini diğer sektörlere kıyasla daha verimli biçimde yapar ise, zaman içinde ekonominin genel gelişme hızından daha büyük bir hızla gelişir ve ekonomiyi olumlu yönde etkiler. Bu etkiyi başka bir ifade ile açıklamak mümkündür: temel girdi olarak tanımlanan emek, sermaye ve enerji ekonomi içerisinde belirli bir rekabet halindedir. Her girdi, fiyatına oranla sağladığı ekonomik yarar ölçüsünde rekabet gücüne sahiptir. Eğer enerji sektörü bu ölçüye göre yüksek rekabet gücüne sahip olur ise, ekonomi daha fazla enerji talep edecek ve tüketecektir. Verimli olan enerji girdisi daha fazla tüketildiği için de ekonominin gelişme hızı artacaktır. Dolayısıyla verimlilik artışı vasıtasıyla, daha fazla enerji kullanımı daha fazla ekonomik gelişmeye yol açtığından enerji tüketimi, ekonomik gelişme ile yakından ilişkilidir. Bununla birlikte ve aynı zamanda, enerji tüketiminde bir azalma ile sonuçlanan daha etkin enerji kullanımı ekonomik gelişmenin daha yüksek bir seviyede gerçekleşmesine sebep olabilecektir. Bu şekilde enerji tüketimi ve ekonomik gelişme birlikte belirlenebilir (Ang, 2007: 4773).

Ekonominin gelişmişlik düzeyindeki büyüme, her sektörde enerji tüketimini artırmaktadır. Enerjinin sınaî üretimde vazgeçilmez bir girdi olması, özellikle enerji kaynaklarına yeterince sahip olmayan GOÜ’ler için ciddi bir engel teşkil etmektedir. Belirtilen ülkeler üretim yapabilmek için zaten kısıtlı olan döviz rezervlerini muhtelif enerji türlerinin ithalâtında kullanmakta, bu da söz konusu ülkelerin dış ticaretinde büyük açıklara neden olmaktadır (Ersoy, 2010: 5). Bu ülkelerin elektrik, ulaşım, endüstriyel ve konut enerji ihtiyaçları açısından dışa bağımlı olmaları ekonomik büyüme ve enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi kuvvetlendirmektedir. Bu yüzden elektrik üretimi, doğalgaz ve petrol arzındaki herhangi bir kıtlık, büyüme oranını azaltmak suretiyle, ekonomik faaliyetleri doğrudan kısıtlayabilir. Enerjinin belirtilen kaynaklarının azalan arzı hem girdi fiyatlarını artırır hem de genel

enflasyon oranında bir artışa yol açan diğer malların fiyatlarını etkiler ve bu nedenle büyüme oranı ve toplam talebi azaltır (Mallick, 2007: 5).

Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkinin yönü ise enerji politikası açısından önemli çıkarımlara sahiptir. Belirtilen çıkarımlar dört tipte kategorize edilmiştir (Yoo ve Kwak, 2010: 182). Bunlardan ilki, elektrik kullanımındaki artışların ekonomik büyümeye katkıda bulunabilirken; elektrik kullanımı kısıtlamalarının ekonomik büyümeyi olumsuz bir şekilde etkileyebileceği elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliği ifade etmektedir. İkincisi, elektrik tüketimi konusunda koruyucu politikaların ekonomik büyüme üzerinde küçük ya da olumsuz bir etkiye yol açmayacağını ifade eden, enerjiye daha az bağımlı ekonomilerde olduğu gibi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisidir. Ayrıca, ekonomik büyümede sürekli bir artış elektrik tüketiminde sürekli bir artışla sonuçlanabilir. Üçüncüsü ise, elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin aynı zamanda birbirini etkilediğini ve birbirlerini belirlediğini ifade eden iki yönlü nedensellik ilişkisidir. Sonuncusu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin ilişkili olmadığını yani nedensellik ilişkisinin olmadığı durumdur. Böyle bir durumda elektrik tüketimini artıran ya da azaltan politikaların ekonomik büyümeyi etkilemeyeceği ve ekonomik büyümede bir artışın da enerji tüketimi üzerinde bir etkide bulunmayacağı iddia edilmektedir (Yoo ve Kwak, 2010: 182). Başka bir ifadeyle, elektrik tüketimine ilişkin ne korumacı ne de genişletici politikalar ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmayacaktır (Chen, Kuo ve Chen, 2007: 2612).

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi konusundaki literatüre bakıldığında, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde olduğu gibi, ilişki olup olmadığı ve bir ilişki mevcut ise bunun yönü konusunda bir fikir birliği söz konusu değildir. Yapılan uygulamalı araştırmalarda genel bir sonuca varılamamakla birlikte genel beklenti olarak, az gelişmiş veya kalkınma için yüksek büyüme oranlarına ihtiyaç olan ülkelerde elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisine karşılık; gelişmiş ve daha düşük büyüme oranları ile büyüyen ülkelerde ise, ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olacağıdır (Karagöl, 2010: 5). Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmaların çoğunda bu iki değişken arasında güçlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında tek yönlü ya da iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu destekleyen çok sayıda kanıt vardır (Yoo ve Kim, 2006: 2890).

Bu başlık altında, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğe ilişkin uygulamalı literatür kendi içerisinde üçe ayrılarak verilmiştir. İlk olarak Tablo 1’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini tek ülke için ele alan çalışmaların nedensellik ilişkisi bulgularına uygulamalı olarak ele alan tek ülkeli çalışmalara; ikinci olarak, söz konusu ilişkiyi uygulamalı olarak ele alan çok ülkeli çalışmalara ve son olarak da söz konusu ilişkiyi Türkiye’de ele alan çalışmalara yer verilmiştir.

3.1. Tek Ülke İçin Yapılan Çalışmalarda Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Bu başlık altında elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi, tek ülke üzerine yapılan çalışmalara vurgu yapılarak incelenmeye çalışılacaktır. Bu alanda yapılan çalışmalar Tablo 1’te özetlenmekle birlikte, Ramcharran (1990), Shiu ve Lam (2004), Yuan, Zhao, Yu ve Hu (2007) gibi elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin farklı yönlerini inceleyen bazı çalışmalara da geniş bir şekilde yer verilmiştir.

Yukarıda belirtilen çalışmalardan Ramcharran (1990)’da, Jamaika’da 1970-1986 dönemi için elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Çalışmada ilk olarak, toplam elektrik talebini incelemek için elektrik tüketimi ve GSYİH’nin gecikmelerine ilişkin katsayılar ise, anlamsız bulunmuştur. Bu sonuçlar elektrik tüketimi ve GSYİH’nin geçmiş değerlerinin kısa dönemde elektrik tüketimi üzerinde doğrudan bir etkisinin olmamasına rağmen, uzun dönemde GSYİH’de %1’lik sürekli bir artışın elektrik tüketiminde dörtte bir oranında (%0.25) kalıcı bir artışa yol açabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca, çalışmada Malawi ekonomisinin elektriğe daha az bağımlı olduğu ifade edilmiştir. Malawi ekonomisinin toplam GSYİH’sinin %35’inden daha fazla kısmına tarım sektörünün katkısı bulunmaktadır. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar kısa dönemde elektrik kıtlığının GSYİH artışı üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmayacağı ya da GSYİH’de bir düşüşe neden olmayacağını ima etmektedir. Tarım GSYİH ile elektrik tüketimi arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin olmamasının sebebi, tarım sektörünün elektriğe bağımlı olmamasıdır.

Shiu ve Lam (2004)’de ele alınan dönemde elektrik tüketiminin %70-80’inin sanayi üretimi için yapıldığı ifade edilmiştir. Çalışmada sanayi üretiminin GSYİH’nin büyük bir kısmını teşkil ettiğinden, sanayi elektrik talebindeki artışın sanayi hâsılasını artıracacağı; bu durumun da Çin’in GSYİH’sini artıracacağı ima edilmiştir. Başka bir ifadeyle, elektrik tüketimindeki artış sanayi elektrik talebi üzerinden reel GSYİH artışına neden olmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, elektrik arzına yönelik herhangi bir şok, sanayi hâsılasını olumsuz bir şekilde etkileyecektir ve reel

GSYİH azalacaktır. Sanayi sektöründeki yüksek düzeyde elektrik tüketimine rağmen, Çin’de kişi başına elektrik tüketimi (dünya ortalamasını yaklaşık olarak üçte biri) hâlâ düşük seviyededir. Nüfusun geliri ve hayat standartları arttığı zaman, elektrikli aletlerin ve diğer dayanıklı tüketim mallarının talebinin artmasıyla elektrik talebi artacaktır. Fakat, günümüzde geniş kırsal nüfus elektriğe erişememiştir ve bazı alanlar hâlâ elektrik arz kıtlığı sorunuyla karşı karşıyadır. Kırsal alanlarda tüketiciye yansıtılan yüksek tarifeler ve ücretler, elektrik üretimi ve iletiminde yetersiz sermaye yatırımı elektrik tüketiminin doğal artışını sınırlamaktadır. 1990’lı yılların ortalarından önce, elektrik arzında meydana gelen sık kesintiler, sanayi üretimini ve elektrik tüketimini olumsuz bir şekilde etkilemiştir. Bu nedenle çalışmada elde edilen hızlı reel GSYİH artışının elektrik tüketiminde bir artışa neden olmayacağı sonucu sürpriz olmamaktadır.

Yuan, Zhao, Yu ve Hu (2007)’de elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin, mevcut ekonomik altyapının devam etmesi durumunda, elektrik arzında bir kıtlığın hâsıla artışına zarar vereceği anlamına geldiği ima edilmiştir. Elektriğin ekonomik büyümenin gerekli kaynaklarından sadece biri olmasına karşın, yeterli miktarda elektrik arzı düzenli hâsıla artışı için zorunlu bir koşuldur. Bu bağlamda Çin örneğinde, hâsıla artışını desteklemek için elektrik arzındaki düzenli artış korunmalıdır ve konjonktürel anlamda elektrik tüketimi iktisadî konjonktürün nedeni olduğundan, elektrik, konjonktür dalgalanmaları için öncü değişken olabilir. Elektrik üretim kapasitesinin istikrarlı bir şekilde üretim yapması da konjonktür dalgalanmalarının şiddetini azaltabilir.

Tablo 1’de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini uygulamalı olarak ele alan ve tek ülke için yapılan 26 çalışmaya yer verilmiştir. Bu tablodaki kısaltmalar şu anlama gelmektedir: *Elek.* → *B* nedenselliğin elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu; *Elek.* ← *B* nedenselliğin ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru olduğunu; *Elek* ↔ *B* ise, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 1: Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Uygulamalı Olarak Ele Alan Tek Ülke İçin Yapılan Çalışmalar

Nedensellik İlişkisi	Uygulamalı Çalışmalar
$Elek. \rightarrow B$	Thoma (2004-ABD); Shiu ve Lam (2004-Çin); Ho ve Siu (2007-Hong Kong); Yuan, Zhao, Yu ve Hu (2007-Çin); Narayan ve Singh (2007-Fiji Adaları); Akinlo (2009- Nijerya); Abosedra, Dah ve Ghosh (2009-Lübnan); Odhiambo (2009a-Tanzanya); Chandran, Sharma ve Mahdevan(2010-Malezya)
$Elek. \leftarrow B$	Ghosh (2002-Tayvan); Narayan ve Smyth (2005-Avustralya); Ciarreta ve Zarraga (2007); Mozumder ve Marathe (2007-Bangladeş); Emeka (2010-Nijerya); Jamil ve Ahmad (2010-Pakistan)
$Elek \leftrightarrow B$	Yang (2000b-Tayvan); Yoo (2005-Kore); Jumble (2004-Malavi); Zachariadis ve Poshouortidou (2006-Kıbrıs); Tang (2008-Malezya); Odhiambo (2009b-Güney Afrika); Mallick (2009-Hindistan); Tang (2009-Malezya); Ouedraogo (2010-Burkina Faso); Lorde, Waithe ve Francis (2010-Barbados); Mutascu, Shahbaz ve Tiwari (2011-Romanya)

Kaynak: Bu tablo tarafımızca oluşturulmuştur.

Tablo 1’de ele alınan çalışmaların % 34’ü büyüme hipotezini, % 23’ü saklama hipotezini, %42’si ise geri besleme hipotezini desteklemektedir. Yansızlık hipotezine ilişkin ise, herhangi bir bulgu bulunmamaktadır.

3.2. Çok Ülke İçin Yapılan Çalışmalarda Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Bu başlık altında elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi çok ülke üzerine yapılan çalışmalara vurgu yapılarak incelenmeye çalışılacaktır. Bu alanda yapılan çalışmalar Tablo 2’de özetlenmekle birlikte, Wolde-Rufael (2006), Chen, Kuo ve Chen (2007), Narayan, Smyth ve Prasad (2007) gibi elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin farklı yönlerini inceleyen bazı çalışmalara da geniş bir şekilde yer verilmiştir.

Wolde-Rufael (2006)’da uygulamada sınırlar koyulması halinde ekonomik büyümeyi etkileyen ve elektrik talebini etkileyen diğer faktörlerin dikkate alınmamasının ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasındaki nedensel ilişkinin anlaşılmasına yardımcı olabileceği ifade edilmiştir. Bu iki değişken arasında nedenselliğin olmadığı ülkelerin bazıları için elektrik, mal ve hizmetlerin üretiminde yoğun bir şekilde kullanılmayabilir ve diğer üretim faktörlerini tamamlayan önemli bir faktör olmayabilir. Çalışmaya göre Afrika ülkelerinin büyük bir kısmı, enerji arzlarının bir kaynağı olarak elektrige bağımlı değildir.

Chen, Kuo ve Chen (2007)’de gelişmekte olan 10 Asya ülkesi için hem zaman serisi hem de panel veri yöntemi kullanılarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Ele alınan ülkelerde

zaman serisi yöntemi ile farklı sonuçlar elde edilirken; panel veri yöntemi uygulandığında kısa dönemde ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru, uzun dönemde ise iki yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bulgular elektrik tasarrufu politikalarının, hem nihai kullanıcının faydasını etkilemeksizin elektrik tüketiminin azaltılması gibi talep yönlü politikalarının hem de elektrik israfının önlenmesi için elektrik arzı verimliliğinin artırılması gibi arz yönlü politikalarının, ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadan uygulanabileceğini göstermektedir.

Narayan, Smyth ve Prasad (2007)'de, G-7 ülkeleri için 1978-2003 döneminde konut elektrik talebinin gelir ve fiyat esnekliklerinin tahmin edilebilmesi için panel birim kök ve panel eş-bütünleşme testleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda konut elektrik talebinin uzun dönem fiyat esnekliği elastik; gelir esnekliği ise, inelastik olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmada ekonomik büyümeye pozitif bir şoka elektrik tüketiminin tepkisi incelenmiş, İtalya dışındaki bütün ülkelerde ekonomik büyüme arttıkça elektrik tüketiminin arttığı bulgusuna ulaşılmıştır. Belirtilen bulgunun iki amacın gerçekleştirilmesinde yararlı olabileceği belirtilmiştir. Bunlardan ilki elektrik tüketiminin tahmininde, elektrik tüketimi üzerinde ekonomik büyümenin etkisinin modellenmesinde kullanılabilir. İkincisi, ekonomik büyümenin yüksek olduğu ekonomilerde elektriğin temini ve etkin yönetimi üzerine baskıyı artırmasıdır.

Tablo 2'de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini uygulamalı olarak ele alan çok ülke için yapılan 17 çalışmaya yer verilmiştir. Çalışmalarda elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme konusunda ülkeden ülkeye farklılaşan sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

Tablo 2: Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Uygulamalı Olarak Ele Alan Çok Ülkeli Çalışmalar

Yazar	Ülke	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Nedensellik ilişkisi
Murry; Nan (1996)	15 Ülke	1970-1990	-Reel GSYİH, -Elektrik tüketimi	-Standart Granger Nedensellik Testi -VAR	<i>Elek.</i> – <i>B</i> (Hindistan, Filipinler Zambia) <i>Elek.</i> ← <i>B</i> (Kolombiya, El Salvador Endonezya, Kenya, Meksika) <i>Elek.</i> → <i>B</i> (Kanada, Hong Kong, Pakistan, Singapur, Türkiye, Malezya Güney Kore)
Guttormsen (2004)	Fransa, Almanya Yunanistan, İtalya Japonya, Arjantin Hindistan, Filipinler Endonezya	1960-2002	-Reel GSYİH, -Elektrik tüketimi, -enerji fiyatları için tüketici fiyat endeksi	-İki değişkenli Johansen Ko-entegrasyon testi, -tek değişkenli Johansen Ko-entegrasyon testi	$E \leftrightarrow B$
Fatai; Oxley Scrimgeour (2004)	Yeni Zelanda	1960-1999	-Reel GSYİH, -elektrik tüketimi, -istihdam	-Engle-Granger Testi -Toda-Yamamoto testi	<i>Elek</i> → <i>İst.</i> <i>İst.</i> ← <i>B</i>
Yoo (2006)	ASEAN ülkeleri	1971-2002	-Reel GSYİH, -Elektrik tüketimi	-Johansen Eş-bütünleşme Testi -Hsiao'nun Granger Nedensellik Testi	<i>Elek.</i> ← <i>B</i> (Endonezya, Tayland) <i>Elek</i> ↔ <i>B</i> (Malezya, Singapur)
Wolde-Rufael (2006)	17 Afrika Ülkesi	1971-2001	-Reel GSYİH, -Elektrik tüketimi	-ARDL -Toda-Yamamoto Testi	<i>Elek</i> ↔ <i>B</i> (Cezayir, Kongo RP, Kenya, Güney Afrika, Sudan)
Squalli (2007)	11 OPEC Ülkesi	1980-2003	-kişi başına reel GSYİH, -Kişi başına elektrik tüketimi	-ARDL, -Toda-Yamamoto-MWALD testi	<i>Elek.</i> ← <i>B</i> (Cezayir, Irak, Libya) <i>Elek</i> ↔ <i>B</i> (İran, Katar, Venezuela) (BAE, Endonezya, Kuveyt, Suudi Aranistan ve Nijerya için farklı testlerde farklı sonuçlar elde edilmiştir)
Chen; Kuo; Chen (2007)	10 Asya Ülkesi	1971-2001	-Reel GSYİH, -elektrik tüketimi	-Johansen Eş-bütünleşme Testi -Granger Nedensellik Testi -VECM	<i>Elek</i> ↔ <i>B</i> (Çin, Endonezya, Kore, Tayvan, Tayland) <i>Elek.</i> → <i>B</i> (Hong-Kong) <i>Elek.</i> ← <i>B</i> (Hindistan, Singapur, Filipinler, Malezya)
Narayan; Narayan; Prasad (2008)	G-7 ülkeleri	1960-2002	-reel GSYİH -Elektrik tüketimi	-SVAR (yapısal VAR)	<i>Elek.</i> → <i>B</i> (ABD hariç, kısa dönemde)

Tablo 2'nin devamı (I)

Yazar	Ülke	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Nedensellik İlişkisi
Narayan; Prasad (2008)	30 OECD Ülkesi	1960- 2002	-Reel GSYİH, -elektrik tüketimi	-Bootsrapped causality testing approach	<i>Elek. → B</i> (Avustralya, İtalya, Slovak Cumhuriyeti, Çek Cumhuriyeti,Portekiz) <i>Elek. ← B</i> (Finlandiya, Macaristan, Hollanda) <i>Elek ↔ B</i> (İzlanda, Kore, Birleşik Krallık) <i>Elec - Y</i> (Geri kalan 19 OECD ülke)
Chontanawat (2008)	12 Gelişmekte olan Asya ülkesi	1971- 2005	-reel GSYİH -Nihai elektrik tüketimi	-Panel Eş-bütünleşme Testi -Panel nedensellik testi	<i>Elek ↔ B</i>
Ciarreta; Zarraga (2008)	12 Avrupa Birliği Ülkesi	1970- 2004	-reel GSYİH, -Elektrik tüketimi	-Panel Eş-bütünleşme Testi -Panel Nedensellik Testi	<i>Elek. - B</i> (kısa dönem) <i>Elek. → B</i> (uzun dönem)
Alinsato (2009)	Togo Benin	1973- 1974: 2005- 2006	-reel GSYİH, -Elektrik tüketimi	-ARDL -Granger Nedensellik Testi	<i>Elek. ← B</i>
Narayan; Smyth (2009)	6 Ortadoğu Ülkesi	1974- 2002	-kişi başına reel GSYİH -Kişi başına elektrik tüketimi, -ihracat	-Panel Eş-bütünleşme, -VECM	<i>Elek ↔ B</i>
Lean, Smyth (2009)	5 ASEAN ülkesi	1980- 2006	-Kişi başına reel GSYİH, -CO ₂ , -elektrik tüketimi	-Panel Eş-bütünleşme, -Panel Granger Nedensellik Testi	<i>Elek. → B</i> (uzun dönem)
Yoo; Kwak (2010)	7 Güney Amerika Ülkesi	1975- 2006	-reel GSYİH -Kişi başına elektrik tüketimi,	-Johansen Eş- bütünleşme Testi, -Hsiao'nun Granger Nedensellik Testi, -ECM	<i>Elek. → B</i> (Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Ekvador) <i>Elek ↔ B</i> (Venezüella) <i>Elek - B</i> (Peru)

Kaynak: Bu tablo tarafımızca oluşturulmuştur.

3.3. Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Ele Alan Çalışmalar

Artan bir nüfusa, büyüyen bir ekonomiye sahip olan ve tarımdan sanayiye doğru yapısal bir dönüşüm gerçekleştiren Türkiye, dünyanın en hızlı büyüyen enerji pazarları arasında yer almaktadır (Türüt-Aşık, Tunç ve Akbostancı, 2008: 2). Diğer yandan ekonomik büyüme enerji talebini belirleyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Balat, 2010: 1999). Artan elektrik tüketiminin millî hâsıla düzeyi üzerindeki etkisi ise, son dönemlerde tartışılan bir konudur. Ancak dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de nedensel ilişkinin yönü konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (Mucuk ve Uysal, 2009: 106). Söz konusu durumu göstermek için Tablo 3’te Türkiye’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini ele alan uygulamalı çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 3: Türkiye için Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Ele Alan Uygulamalı Çalışmalar

Yazar	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Nedensellik İlişkisi
Terzi (1998)	1950-1991	-Reel GSYİH, -Mesken Elektrik Tüketimi, -Sanayi Elektrik Tüketimi, -Ticari Elektrik Tüketimi	-Engle-Granger Eş-Bütünleşme Testi, -ECM	<i>Elek. ↔ B</i> (ticaret ve sanayi sektörleri)
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000	-Reel GSYİH, -Toplam Elektrik Tüketimi	-Dolado-Lütkepohl Eş-Bütünleşme Testi, -Standart Granger Nedensellik Testi	<i>Elek. → B</i>
Nişancı (2005)	1970-2003	-Kişi Başına Millî Gelir, -Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi	-Johansen Eş-bütünleşme Testi, -VECM	<i>Elek. → B</i>
Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul (2007)	1974-2004	-Büyüme Oranı Serisi, -Elektrik Tüketimi Serisi	-ARDL, -ECM	<i>Elek. → B</i>
Halicioğlu (2007)	1968-2005	-Kişi Başına Reel Gelir, -Kişi Başına Konut Elektrik Tüketimi, -Konut Reel Elektrik Fiyatı, -Şehirleşme Oranı	-ARDL, -Granger Nedensellik Testi	<i>K.Elek. ← B, F, Ş</i>
Aktaş ve Yılmaz (2008)	1970-2004	-GSMH, -Elektrik Tüketimi	-Johansen Eş-bütünleşme Testi, -ECM	<i>Elek. ↔ B</i> (kısa dönem) <i>Elek. ← B</i> (uzun dönem)
Kar ve Kınık (2008)	1975-2005	-Reel GSYİH, -Toplam Elektrik Tüketimi, -Mesken ve Sanayi Elektrik Tüketimi,	-Johansen Eş-bütünleşme testi, -VECM	<i>Elek. → B</i> <i>M. Elek. ↔ B</i>
Aktaş (2009)	1970-2006	-GSMH, -Elektrik Tüketimi, -İstihdam	-Johansen Eş-bütünleşme testi, -ECM	<i>Elec. ← B, İst.</i> <i>İst ↔ B</i>

Kaynak: Bu tablo tarafımızca oluşturulmuştur

Tablo 3'te Türkiye üzerine yapılmış uygulamalı çalışmalar analiz edilmiştir. Bu çalışmalarda elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin var olduğu ortaya konulmakla birlikte ilişkinin yönüne ilişkin birbiri ile çelişen sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, GÜ'lere ve GOÜ'lere ilişkin uygulamalı literatür ile Türkiye'ye ilişkin literatürün benzer olduğunu ortaya koymaktadır.

Ele alınan sınıflama ile Tablo 3'te gösterilmekle birlikte, bazı çalışmalarda varılan sonuçların ayrıntılı bir şekilde bahsedilmesi gerekmektedir. Bunlardan Terzi (1998)'de Türkiye'de elektrik enerjisi tüketiminin fiyat ve gelir esneklikleri sektörler itibariyle kısa ve uzun dönemde incelenmiş ve ekonomik büyüme ile elektrik enerjisi kullanımı arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulama sonuçları, elektrik enerjisinin Türkiye'nin iktisadî kalkınmasında önemli bir enerji kaynağı olduğunu göstermiştir. Ticarî ve sanayi sektörlerinde elektrik talebinin gelir esneklikleri inelastik; ancak, fiyat esneklikleri yalnızca ticarî sektörde anlamlı ve inelastik bulunmuştur. Bu bulgular, ticarî ve sanayi sektörlerinde artan elektrik enerjisi talebini kısmaya yönelik fiyat politikalarının etkin olamayacağını ve ekonomik büyümenin sürdürülebilmesi için elektrik arzını artırıcı bir politikanın uygulanması gerektiği görüşünü desteklemektedir.

Karagöl vd. (2007)'de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin kısa dönemde pozitif; uzun dönemde ise, negatif bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Söz konusu bulgu kısa dönem için Rosenberg (1998)'de belirtilen; elektrik tüketiminin sadece sanayinin gelişmesindeki temel girdi olmasından değil aynı zamanda insanların hayat kalitesini artıran temel bir faktör olarak da ekonomik kalkınmada önemli bir rol oynadığı görüşünü desteklemektedir. Uzun dönemde ise, kişi başına elektrik tüketiminin artması elektrik ve dolayısıyla enerji maliyetlerini azaltmaktadır. Türkiye'de elektrik tüketimi hâlâ düşük düzeylerde olduğundan enerji maliyetleri yüksektir. Bu durum uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki yapmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Türkiye'nin büyüme performansını artırabilmesi ve sürdürülebilir kılması için alternatif ve düşük maliyetli elektrik üretimini sağlaması gerekmektedir (Karagöl vd, 2007: 79).

Aktaş (2009)'da ekonomik büyüme ile istihdam arasında kısa ve uzun dönemde karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir ifadeyle, ekonomik büyümeden istihdama doğru bir nedensellik ilişkisi söz konusu iken; istihdamdan da büyümeye doğru bir ilişki hasıl olmuştur. Söz konusu durum Türkiye ekonomisinde istihdam, ekonomik büyümeyi etkileyen faktörler içinde yer alırken; iktisadî büyümenin yüksek veya düşük oranda gerçekleşmesi, işsizliğin oluşmasında veya işsizliğin önlenmesinde önemli bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Çalışmada, uzun dönemde ekonomik büyümeden elektrik tüketimine tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu da başka bir sonuç olarak ifade edilmektedir. Tüm bu sonuçlar özetlendiğinde ise, ekonomik büyüme oranları arttıkça istihdam ve elektrik tüketimi artacak; istihdamın artması da yine elektrik tüketimini artıracaktır. Daha açık bir ifadeyle, büyümenin gerçekleşmesi, elektriğin temel girdi olarak kullanıldığı sanayi, tarım, ulaşım ve ticaret sektörlerinin gelişmesine neden olur. Bu da sektörlerde temel girdi durumunda olan elektrik ihtiyacını artıracaktır. Yine istihdamın artması da elektrik tüketimini artıracaktır (Aktaş, 2009: 66).

Aytaç (2010)'da Türkiye'de artan elektrik enerjisi kullanımına bağlı olarak yüksek kaliteli enerji tüketiminin arttığı; elektrik enerjisi ile ekonomik çıktı arasındaki bağ kuvvetlenirken ve geleneksel enerji ile büyüme arasındaki bağın zayıfladığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla enerji politikalarının oluşturulmasında ağırlığın geleneksel enerji türlerinden, elektrik gibi yüksek kaliteli enerji türlerine doğru kaydırılması ekonomik büyümenin hızlandırılması açısından önem kazanmaktadır. Değişkenler arasında nedenselliğin bulunmaması durumunda birincil enerji tüketimi söz konusu olduğunda uygulanacak koruma politikalarının (enerji tasarrufu, enerji vergileri, enerji fiyat politikaları vb.) ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeyeceği sonucuna varılmaktadır (Aytaç, 2010: 491).

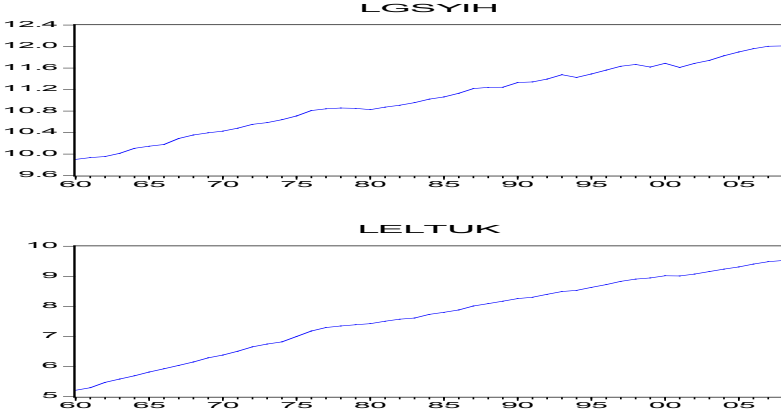
Sonuç itibariyle, Türkiye sahip olduğu enerji kaynakları bakımından oldukça zengin bir ülke konumundadır. Diğer taraftan, sanayi ve hizmet sektörlerinin gelişmiş teknolojik yapı ve elektriğe dayalı karmaşık üretim süreçleriyle daha çok enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla elektrik enerjisi tüketimi, ekonomik büyümenin sağlanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Söz konusu durumda elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin uygulamalı olarak ortaya koyulması oldukça büyük bir önem arz etmektedir (Ağır ve Kar, 2010: 151).

4. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN UYGULAMALI ÇERÇEVESİ

4.1. Model ve Veri Seti

Bu çalışmada elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi 1960-2008 dönemi ele alınarak Türkiye için analiz edilmiştir. Çalışmada bağımlı değişken olarak ve ekonomik büyümeyi temsilen GSYİH değişkeni kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak kullanılan ELTUK değişkeni ise, toplam nihai elektrik tüketimini ifade etmektedir. Modelde ele alınan değişkenler logaritmik formda kullanılmıştır. GSYİH değişkenine ilişkin

veriler TCMB-EVDS'den; ELTUK değişkenine ilişkin veriler ise, IEA (2010)'dan elde edilmiştir. Serilere ilişkin grafikler aşağıda gösterildiği gibidir.



Şekil 1:
Serilere İlişkin Grafikler

Şekil 1'den de görüleceği üzere GSYİH ve ELTUK serileri durağan bir durum sergilememekle birlikte trend içermektedir. Bu nedenle uygulanan testlerde hem sabitli hem de trendli modeller tercih edilecektir.

4.2. Yöntem ve Uygulama Sonuçları

Çalışmada üç aşamalı bir yöntemden hareket edilerek elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılacaktır. İlk aşamada serilerin durağanlık dereceleri Geliştirilmiş Dickey-Fuller (ADF), Phillipps-Perron (P-P) ve Kwiatkowski, Phillipps, Schmidt ve Shin (KPSS) birim kök testleri kullanılarak ortaya konulmaya çalışılacaktır. İkinci aşamada değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı Johansen Eş-bütünleşme testi ile araştırılacaktır. Son aşamada ise, parametre tahminin yapılabilmesi için Phillipps ve Hansen (1990) tarafından geliştirilen FMOLS testi ile Stock ve Watson (1993) tarafından geliştirilen DOLS testi uygulanacaktır.

ADF testi, değişkenin gecikmeli değerleri kullanılarak oluşturulan basit bir regresyon analizine dayanmaktadır. ADF testinde bir (y_t) değişkeni için geliştirilmiş sabitli-trendli model (1) numaralı denklemde gösterildiği gibidir (Enders, 1995: 225–226; Asteriou ve Hall 2007: 297):

$$\Delta y_t = \beta + \alpha T + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \phi \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2) \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde yer alan (α) ve (δ) , denklemlere ilişkin katsayıları; (Δ) , birinci fark operatörünü, (T) , zaman trendini; (ε_t) , klasik doğrusal regresyon modelinin varsayımlarına uyan beyaz gürültüye (WN) sahip durağan tesadüfî hata terimini göstermektedir (Asteriou and Hall, 2007, p.297). ADF testinde (α) 'nın veya (δ) 'nın negatifliği test edilmektedir. Hipotezler $H_0 : \delta = \alpha = 0$ ve $H_1 : \alpha = \delta < 0$ şeklinde kurulmaktadır. Sıfır hipotezinin red edilmesi durağanlık anlamına gelmektedir.

ADF testinde oluşturulan regresyon işleminde ortaya çıkan hata terimlerinin beyaz gürültüye sahip olduğu varsayımı altında geçerlidir. P-P testi ise hata terimleri değişen varyanslı olsa dahi geçerliliğini korumaktadır (Asteriou and Hall, 2007, p.297). P-P testinin sabitli ve trendli versiyonu (2) numaralı denklemlerden yola çıkılarak açıklanabilir (Enders, 1995: 239):

$$y_t = \tilde{a}_0 + \tilde{a}_1 y_{t-1} + \tilde{a}_2 (t - T/2) + \mu_t \quad (2)$$

Bu denklemlerdeki (a_0^*, a_1^*) ve $(\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \tilde{a}_2)$, tahmin edilen EKK katsayılarını, (T) , gözlem sayısını ve (μ_t) , hata terimini göstermektedir. P-P testinin sıfır hipotezleri $\{(a_1^* = 1), (\tilde{a}_1 = 1), (\tilde{a}_2) = 0$ ve $(\tilde{a}_1 = 1; \tilde{a}_2 = 0)\}$ şeklinde ifade edilmektedir. Test istatistiğinin asimtotik dağılımı GDF ile özdeştir (Asteriou ve Hall 2007: 298-299; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007: 363-365).

Yukarıda açıklanan ADF ve P-P birim kök testleri sahip oldukları birçok avantaja rağmen birim kökün varlığı halinde ve birim köke yakın bir durumda süreci ayırt etmede düşük güce sahip olduğundan eleştirilmektedir. Bu dezavantaj, küçük örneklerde daha iyi sonuç veren KPSS yarı parametrik birim kök testi kullanılarak ortadan kaldırılmaktadır. KPSS testi (3) ve (4) numaralı denklemlerden yola çıkılarak açıklanabilir.

$$y_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad u_t \sim WN(0, \sigma^2) \quad (4)$$

Yukarıdaki denklemlerde (r_t) , tesadüfî yürüyüş (random walk) sürecini; (ε_t) ve (u_t) , regresyon denklemlerinden elde edilen hata terimlerini ve (t) , zaman trendini temsil etmektedir. Hipotezler $H_0 : \rho < 1$

ve $H_1 : \rho = 1$ şeklinde kurulmaktadır. Yapılan açıklamalar doğrultusunda Tablo 4'te ADF, P-P ve KPSS test sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 4: Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyümeye İlişkin Değişkenlerin Birim Kök Testi Sonuçları

Eviews Kayıt Kodu	GDF	P-P	KPSS	Durağanlık Seviyesi
	Sabitli ve Trendli			
<i>LELTUK</i>	-1.496 (-3.506)	-1.496 (-3.506)	0.222 (0.146)	I(1)
Δ <i>LELTUK</i>	-5.785* (-3.508)	-5.785* (-3.508)	0.067* (0.146)	
<i>LGSYIH</i>	-2.433 (-3.506)	-2.433 (-3.506)	0.160 (0.146)	I(1)
Δ <i>LGSYIH</i>	-7.274* (-3.508)	-7.275* (-3.508)	0.041* (0.146)	

ADF testinde, gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi kriterine göre, P-P ve KPSS testlerinde ise, Bartlett Kernel spectral tahmin yöntemi ve Newey-West Bandwidth kriterlerinden yararlanılmıştır. Parantez içerisindeki değerler %5 anlamlılık düzeyindeki Mac-Kinnon kritik değerlerini göstermektedir. Birim kök test sonuçlarına göre değişkenler birinci farkı alındığında durağan hale gelmektedir.

Hem FMOLS hem de DOLS testi bütün değişkenlerin I(1) olduğu yani birim kök içerdiği ve değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi olduğu varsayımı altında geçerli olmaktadır. Yapılan birim kök testleri ile değişkenlerin farkında durağan olduğu görülmüştür. Bir sonraki aşamada ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı Johansen eş-bütünleşme testi ile ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Johansen (1988) tarafından geliştirilen eş-bütünleşme testinde tüm değişkenlerin içsel olarak kabul edildikleri VAR modelinden hareket edilmektedir. Bu yöntem ile vektörlerin tahmininde maksimum olabilirlik yöntemi kullanılmakta ve katsayı matrisine ilişkin rankın belirlenmesine çalışılmaktadır (Enders, 1995: 385; Johnston ve Dinardo, 1997: 303).

Eş-bütünleşme analizi için kullanılan (z_t) gibi bir serinin VAR modeli denklem (5)'te gösterildiği gibidir (Boswijk, 1996: 154; Asteriou ve Hall, 2007: 319):

$$\Delta Z_t = \sum_{i=1}^{n-1} \Pi_i \Delta y_{t-i} + \Pi \Delta Z_{t-n} + u_t \quad (5)$$

$$\Pi_i = - \left(I - \sum_{j=1}^i A_j \right)$$

$$\Pi = - \left(I - \sum_{i=1}^n A_i \right)$$

Denklemden içsel değişken vektörü (Z_t), parametre matrisi ise (Π) ile gösterilmiştir. (Π) matrisinin rankı bu yöntemde elde edilmeye çalışılmaktadır (Asteriou ve Hall 2007: 319-322). $\Pi = 0$ olması eş-bütünleşme ilişkisinin olmadığı; $\Pi = m$ olması ise, sistemin durağan olduğunu; $\Pi = k < m$ olması halinde ise (k) kadar eş-bütünleşme ilişkisi olduğu anlamına gelmektedir (Boswijk, 1996: 154; Asteriou ve Hall, 2007: 319-322).

Johansen eş-bütünleşme testine ilişkin olarak uygulama yaparken ilk olarak uygun gecikme sayısı Logaritmik Olasılık Oranı (LR), Son Tahmin Hatası (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwartz Kriteri (SC) ve Hannan-Quinn Kriteri (HQ)'dan oluşan bilgi kriterleri kullanılarak belirlenmiştir. Uygun gecikme uzunluğu bütün bilgi kriterleri için 1 olarak tespit edilmiştir. Johansen testi için bir sonraki aşama ele alınan değişkenler arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin olup olmadığının test edilmesidir. Johansen eş-bütünleşme testi sonuçlarına Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 5: Johansen Eş-bütünleşme Testi Sonuçları

Eş-bütünleşme Vektör Sayısı Hipotezi, (H_0)	Alternatif Hipotez, (H_1)	Öz-değer	İz İstatistiği	Kritik Değer (%5)	Prob.
$(r = 0)^*$	$(r = 1)$	0,438692	35.24654	25,87211	0,0025
$(r \leq 1)$	$(r = 2)$	0,160181	8.204736	12,51798	0,2354
En büyük öz-değer testi					
Eş-bütünleşme Vektör Sayısı Hipotezi, (H_0)	Alternatif Hipotez, (H_1)	Öz-değer	En Büyük Öz-değer İstatistiği	Kritik Değer (%5)	Olasılık Değeri
$(r = 0)^*$	$(r \geq 1)$	0,438692	27.14181	19,38704	0,0031
$(r \leq 1)$	$(r \geq 2)$	0,160181	8.204736	12,51798	0,2354

Tablo 5’te de gösterildiği üzere ilgili modelde %5 anlamlılık düzeyinde hem iz istatistiğine hem de en-büyük öz-değer istatistiğine göre bir eş-bütünleşik vektör tespit edilmiştir. Bu sonuç elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir eş-bütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Juselius (1999)’da, Johansen eş-bütünleşme testinden elde edilen parametre büyüklüklerinin yorumlanamadığı ifade edilmektedir. Bir sonraki aşamada FMOLS ve DOLS testlerinden yararlanarak parametre büyüklükleri yorumlanmaya çalışılacaktır. Nitekim belirtilen bu iki yöntem içsellik ve otokorelasyon sorunlarının varlığı durumunda dahi güçlü tahminler üretmektedir. Ayrıca belirtilen iki yöntem küçük örneklem için daha iyi sonuç vermektedir.

FMOLS yöntemi doğrusal bir regresyondan hareketle denklem (6)’daki gibi açıklanabilir.

$$GSYIH = \alpha + \beta_1 ELTUK_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan GSYIH bağımlı değişken vektörünü ve $ELTUK_t$ ise bağımsız değişken vektörünü göstermektedir. Hem $ELTUK_t$ hem de GSYIH değişkenlerinin I(1) olduğu varsayılmaktadır. $\Delta ELTUK_t = \mu + w_t \cdot \mu$, bağımsız değişkenin ortalama ya da eğilim parametre vektörü ($k \times 1$) ve w_t durağan değişkenler vektörüdür ($k \times 1$). $\xi_t = (\varepsilon_t, w_t)$ nin, kuvvetli bir şekilde durağan olduğu ve sınırlı pozitif tanımlı bir kovaryans matrisine, Σ , sahip olduğu varsayılmaktadır. (Chi ve Baek, 2011: 92).

DOLS yöntemi ise, (7) numaralı denklemden yola çıkılarak açıklanabilir.

$$GSYIH = B' X_t + \sum_{j=-k}^{j=k} \eta_j \Delta ELTUK_{t-j} + \sum_{j=-L}^{j=L} \delta \Delta Trend_{t-j} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Denklemde yer alan $B = (c, \alpha, \beta)^t$, $X_t = [1, ELTUK, Trend]$, k ve L regresyonun gecikme ve öncüllerinin uzunluğunu ifade etmektedir.

FMOLS ve DOLS sonuçları Tablo 6’da özetlenmiştir.

Tablo 6: Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Analizi

FMOLS Sonuçları				
Bağımlı Değişken		GSYİH		
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-stat	Prob
ELTUK	0.337955	0.050832	6.648436	0.0000
C	8.100550	0.282034	28.72185	0.0000
@Trend	0.014028	0.004469	3.138579	0.0030
DOLS Sonuçları				
Bağımlı Değişken		GSYİH		
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-stat	Prob
ELTUK	0.375078	0.040896	9.171450	0.0000
C	7.777782	0.233694	33.28192	0.0000
@Trend	0.011492	0.003552	3.235167	0.0024

Tablo 6'dan da görüleceği üzere hem FMOLS hem de DOLS sonuçları Türkiye'de elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkili bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. FMOLS sonuçlarına göre elektrik tüketimindeki %1'lik artış ekonomik büyümeyi %0.33 oranında artırmaktadır. Benzer bir şekilde DOLS sonuçlarına göre de elektrik tüketimindeki %1'lik artış ekonomik büyümeyi %0.37 artırmaktadır. Değişkenlere ilişkin katsayılar ise istatistiki olarak anlamlıdır.

SONUÇ

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülke aralığına kadar günümüz ekonomilerinde sahip olduğu önemi nedeniyle enerji ekonomisi alanında derinlemesine incelenen bir konu olmuştur. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ne yönde ve hangi derecede olduğunun ortaya koyulması enerji politikalarına yön vermede büyük önem ihtiva etmektedir. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkilerin yönü ve niteliği konusunda uygulamalı ve teorik literatürde tam olarak kesinleşmiş bir fikir birliği söz konusu değildir.

Bu çalışmada elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Türkiye için analiz edilmiştir. Çalışmaya ilişkin uygulama sonuçları elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte FMOLS ve DOLS yöntemleri uygulanan çalışmada bağımsız değişken olan elektrik tüketimine ilişkin katsayılar %0.33 ve %0.37 olarak elde edilmiştir. Başka bir ifadeyle elektrik

tüketimindeki %1’lik artış ekonomik büyümeyi %0.33-%0.37 oranında artırmaktadır.

Çalışmanın sonucu, elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde hem doğrudan hem de emek ve sermaye için bir bileşen olarak üretim sürecinde dolaylı olarak önemli bir rol oynadığını desteklemektedir. Başka bir ifadeyle elektrik tüketimi ekonomik büyüme için teşvik edici bir unsurdur. Dolayısıyla olası bir enerji kıtlığının ya da elektrik tüketimini azaltmaya yönelik enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyeceği ya da zayıf bir ekonomik performansa yol açacağı ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

- Abosedra, S., Dah, A. and Ghosh, S. (2009), “Electricity Consumption and Economic Growth, the Case of Lebanon”, *Applied Energy*, 86(4), 429–432.
- Ağır, H. ve Kar, M. (2010), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi”, *Sosyoekonomi Dergisi*, Özel Sayı 2010-EN/10EN07, 150-176.
- Akan, Y. ve Tak, S. (2003), “Türkiye Elektrik Enerjisi Ekonometrik Talep Analizi”, *Atatürk Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 17(1-2), 21-49.
- Akinlo, A. E. (2009), “Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: Evidence from Cointegration and Co-feature Analysis”, *Journal of Policy Modeling*, 31(5), 681-693.
- Aktaş, C. and Yılmaz, V. (2008), “Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey”, *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(8), 45–54.
- Aktaş, C. (2009), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Hata Düzeltme Modeliyle Analizi”, *Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 25, 61-68.
- Altınay, G. and Karagol, E. T. (2005), “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey”, *Energy Economics*, 27, 849-856.
- Ang, J. B. (2007). “CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France”, *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Asteriou, D. and Hall, S. G. (2007), *Applied Econometrics*, New York: Palgrave Macmillan.
- Aytaç, D. (2010), “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini”, *Maliye Dergisi*, Sayı 158, 482-495.
- Balat, M. (2010), “Security of Energy Supply in Turkey: Challenges and Solutions”, *Energy Conversion and Management*, 51(10), 1998-2011.

- Berberoğlu, N. (1982), **Türkiye'nin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi Sorunu**, Eskişehir: Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları No:245/165.
- Boswijk, P. (1996), "Testing Identifiability of Cointegrating Vectors", *Journal of Business & Economic Statistic*, 14(2), 153-160.
- Chandran, V. G. R., Sharma, S. and Madhavan, K. (2010), "Electricity Consumption-Growth Nexus: The Case of Malaysia", *Energy Policy*, 38(1), 606-612.
- Chen, S-T, Kuo, H-I. and Chen, C-C. (2007), "The Relationship between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries", *Energy Policy*, 35(4), 2611-2621.
- Chi, J. and Baek, J. (2011), "Demand Analysis for Coal on the United States Inland Waterway System: Fully-Modified Cointegration (FM-OLS) Approach", *Journal of the Transportation Research Forum*, 50(1), 89-99.
- Ciarreta, A. and Zarraga, A. (2007), "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Spain", 1-20, (Web page: http://www.ea3.ehu.es/s0038-con/es/contenidos/informacion/00038_biltoki/es_00038_bi/adjuntos/dt2007_01.pdf). (Accepted date: 21.08.2008).
- Emeka, E. E. (2010), "Causality Analysis of Nigerian Electricity Consumption and Economic Growth", *Journal of Economics and Engineering*, 4, 80-85.
- Enders, W. (1995), *Applied Econometric Time Series*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ersoy, A. Y. (2010). "Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi", *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı 20, 1-11.
- Fatai, K., Oxley L. and 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, 431-445.
- Ghosh, S. (2002), "Electricity Consumption and Economic Growth in India", *Energy Policy*, 30, 125-129.
- Guttormsen, A. G. (2004), "Causality between Energy Consumption and Economic Growth", *Department of Economics and Resources Management nor of the Agricultural University of Norway, Discussion Paper #D-24/2004*, 1-31.
- Halicioğlu, F. (2007), "Residential Electricity Demand Dynamics in Turkey", *Energy Economics*, 29, 199-210.
- Ho, C-Y. and Siu, K. W. (2007), "A Dynamic Equilibrium Of Electricity Consumption and GDP in Hong Kong: An Empirical Investigation", *Energy Policy*, 35, 2507-2513.
- ISO. (1981). *Ülke Ekonomisinde Enerji Sorunu ve Çözüm Yolları*. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Araştırma Dairesi Yayını.

- Jamil, F. and Ahmad, E. (2010), “The Relationship between Electricity Consumption, Electricity Prices and GDP in Pakistan”, *Energy Policy*, 38, 6016 – 6025.
- Johansen, S. and Juselius, K. (1990), “Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-209.
- Johansen, S. (1988). “Statistical Analysis of Co-Integrating Vectors”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), ss. 231–254.
- Johnston, J. and Dinardo, J. (2001), *Econometric Methods*, New York: McGraw-Hill.
- Jumbe, C. B. L. (2004), “Cointegration and Causality between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi”, *Energy Economics*, 26, 61–68.
- Juselius (1999)’da
- Kar, M. ve Kınık, E. (2008), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi*, 10(2), 333-353.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H. M. (2007), “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), 72-80.
- Karagöl, E. (2010), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *IV. OSB Enerji Zirvesi*, Van. (Web sayfası: www.osbuk.com/haber/images/erdalkaragol.pptx). (Erişim Tarihi: 25.08.2011).
- Lorde, T., Waithe, K. and Francis, B. (2010), “The Importance of Electrical Energy for Economic Growth in Barbados”, *Energy Economics*, 32, 1411-1420.
- Mallick, H. (2007). “Does Energy Consumption Fuel Economic Growth in India?”, *Centre For Development Studies*, Working Paper No. 388, 1-61.
- Mallick, H. (2009), “Examining the Linkage between Energy Consumption and Economic Growth in India”, *Journal of Developing Areas*, 43(1), 249-270.
- Mozumder, P. and Marathe, A. (2007), “Causality Relationship between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh”, *Energy Policy*, 35, 395-402.
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009), “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *Maliye Dergisi*, 157, 105-115.
- Mutascu, M., Shahbaz, M. and Tiwari, A. K. (2011), “Revisiting the Relationship between Electricity Consumption, Capital and Economic Growth: Cointegration and Causality Analysis in Romania”, *MPRA Paper* No. 29233, 1-24. (Web page: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/29233/1/MPRA_paper_29233.pdf). (Accepted date: 25.08.2011).

- Murry, D. A. and Nan, G. D. (1996), “A Definition of the Gross Domestic Product-Electrification Interrelationship”, *The Journal of Energy and Development*, 19(2), 275-283.
- Narayan, P. K. and Smyth, R. (2005), “Electricity Consumption, Employment and Real Income in Australia: Evidence from Multivariate Granger Causality Tests”, *Energy Policy*, 33, 1109–1116.
- Narayan, P. K. and Singh, B. (2007), “The Electricity Consumption and GDP nexus for the Fiji Islands”, *Energy Economics*, 29, 1141–1150.
- Narayan, P. K., Smyth, R. and Prasad, A. (2007), “Electricity Consumption in G7 Countries: A Panel Cointegration Analysis of Residential Demand Elasticities”, *Energy Policy*, 35, 4485-4494.
- Narayan, P. K., Narayan, S. and Prasad, A. (2008), “A Structural VAR Analysis of Electricity Consumption and Real GDP: Evidence from the G7 Countries”, *Energy Policy*, 36, 2765-2769.
- Nişancı, 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), 107-118 Phillips ve Hansen (1990)
- Odhiambo, N. M. (2009a), “Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach”, *Energy Policy*, 37(2), 617-622.
- Odhiambo, N. M. (2009b), “Electricity Consumption and Economic Growth in South Africa: A Trivariate Causality Test”, *Energy Economics*, 31, 635-640.
- Ouedraogo, I. M. (2010), “Electricity Consumption and Economic Growth in Burkina Faso: A Cointegration Analysis”, *Energy Economics*, 32(3), 524-531.
- Ozturk, I. (2010), “A Literature Survey on Energy–Growth Nexus”, *Energy Policy*, 38(1), 340-349.
- Özdemir, A. ve Yüksel, F. (2006), “Türkiye’de Enerji Sektörünün İleri ve Geri Bağlantı Etkileri”. *Yönetim ve Ekonomi*, 13(2), 1-18.
- Phillips, P.C.B., Hansen, B.E. (1990), “Statistical inference in instrumental variables regression with I(1) processes”, *Review of Economic Studies*, 57, 99–125.
- Ramcharran, H. (1990), “Electricity Consumption and Economic Growth in Jamaica”, *Energy Economics*, 12(1), 65-70.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2007), *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: EViews Uygulamalı*, Ankara: Nobel Yayınları.
- Shiu, A. and Lam, P. L. (2004), “Electricity Consumption and Economic Growth in China”, *Energy Policy*, 32, 47-54.
- Squalli, J. (2007), “Electricity Consumption and Economic Growth: Bounds and Causality Analyses of OPEC Members”, *Energy Economics*, 29(6), 1192-1205.

- Stock, J.H., Watson, M.W. (1993), “A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems”, *Econometrica*, 61, 783–820.
- Tang, C. F. (2008), “A Re-examination of the Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Malaysia”, *Energy Policy*, 36, 3077–3085.
- Tang, C. F. (2009), “Electricity Consumption, Income, Foreign Direct Investment and Population in Malaysia”, *J. Econ. Stud.*, 36, 371-382.
- Terzi, H. (1998), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma”, *İktisat İşletme ve Finans*, 13(144), 62-71.
- Thoma, M. (2004), “Electrical Energy Usage over the Business Cycle”. *Energy Economics*, 26(3), 463–485.
- Türüt-Aşık, S., Tunç, G. İ. ve Akbostancı, E. (2008), “Türkiye İmalat Sanayiinde Enerji Kullanımı ve Kirlilik”, *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi*, 1-12. (Web sayfası: http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/serap_turut6.pdf). (Erişim Tarihi: 21.03.2011).
- Wolde-Rufael, Y. (2006), “Electricity Consumption and Economic Growth: A Time Series Experience for 17 African Countries”, *Energy Policy*, 34, 1106-1114.
- Yang, H-Y. (2000b), “A Note on the Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan”, *Energy Economics*, 22(3), 2000b, 309–317.
- Yoo, S-H. (2005), “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea”, *Energy Policy*, 33, 1627-1632.
- Yoo, S-H. (2006), “The Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in the ASEAN Countries”, *Energy Policy*, 34(18), 3573-3582.
- Yoo, S. and Kim, Y. (2006), “Electricity Generation and Economic Growth in Indonesia”, *Energy*, 31(14), 2890-2899.
- Yoo, S-H. and Kwak, S-Y. (2010), “Electricity Consumption and Economic Growth in Seven South American Countries”, *Energy Policy*, 38, 181-188.
- Yuan, J-H, Zhao, C-H, Yu, S. and Hu, Z-G. (2007), “Electricity Consumption and Economic Growth in China: Cointegration and Co-feature Analysis”, *Energy Economics*, 29, 1179–1191.
- Zachariadis, T. and Pashourtidou, N. (2006), “An Empirical Analysis of Electricity Consumption in Cyprus”, *Department of Economics University Of Cyprus Discussion Paper* 2006-04, pp. 1-26, (Web Sayfası: <http://papers.econ.ucy.ac.cy/RePEc/papers/4-2006.pdf>). (Erişim Tarihi: 25.03.2010).