

Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma

Ayhan Kapusuzoglu^a

Mehmet Baha Karan^b

Özet: Bu çalışmada 1975-2006 dönemi için, Türkiye'deki elektrik tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla arasındaki uzun dönemli ilişki ile nedensellik ilişkisi ekonometrik modeller kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada ilk olarak yapılan eş-bütünleşme analizi sonucunda, elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasında uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Vektör hata düzeltme modeli doğrultusunda yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda ise, elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye'deki ekonomik büyüme sürecinde gayri safi yurt içi hasıla miktarının uzun vadede elektrik tüketimini pozitif yönde etkileyen önemli bir değişken olduğu ve bu nedenle de ekonomik büyüme sürecinde ortaya çıkabilecek aksaklıkları önlemek açısından da uzun dönemde elektrik enerjisi ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının herhangi bir aksama olmadan zamanında temin edilmesinin, ekonomik üretim ve tüketim sürecinin istikrarı açısından önemli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik tüketimi, Gayri safi yurt içi hasıla, Ekonomik büyüme, Eş-bütünleşme, Nedensellik

JEL Sınıflandırması: C32, Q43

An Analysis of the Co-integration and Causality Relationship between Electricity Consumption and Gross Domestic Product (GDP) in the Developing Countries: An Empirical Study of Turkey

Abstract: In this study, long term relationship and causality relationship between electricity consumption and gross domestic product in Turkey for the period 1975-2006 were investigated. As a result of the co-integration analysis made firstly in this study, the long term relationship between the electricity consumption and gross domestic product was found. According to the result of Granger causality analysis made in accordance with vector error correction model, it was determined that there was unidirectional causality relationship between electricity consumption and gross domestic product. According to the findings, it can be said that in the process of economic growth in Turkey, gross domestic product amount was an important variable which affected the electricity consumption positively in the long term and therefore it can be said that it is important to provide the primary energy sources used in electricity energy production and electricity energy in the long term and in time without any interaction for preventing the failures which may arise during the process of economic growth and for the stability of the economic production and consumption process.

Keywords: Electricity consumption, Gross domestic product, Economic growth, Co-integration, Causality

JEL Classification: C32, Q43

^a Res. Assistant, Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Ankara, Turkey, ayhkap@hacettepe.edu.tr

^b Prof. Dr., Hacettepe University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Ankara, Turkey, mbkaran@hacettepe.edu.tr

1. Giriş

Ülkelerin ekonomik faaliyetlerini sürdürmesi açısından temel bir girdi faktörü olan elektrik enerjisi ve elektrik enerjisinin temini konusu çok büyük önem arz etmektedir. Gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan Türkiye açısından da, elektrik tüketim talebi yıllar itibariyle artan bir trend göstermektedir. 1980-2000 dönemi içerisinde GSYİH yıllık ortalama % 4.4 büyüme gösterirken, aynı dönemde elektrik tüketimi ise yıllık ortalama %8.1'lik bir büyüme göstermiştir. Kişi başına düşen elektrik tüketimi 1980 yılında 459 Kw-saat olurken 2000 yılında ise bu miktar 1457 Kw-saat olmuştur ve bu değer OECD ülkelerindeki elektrik tüketim miktarıyla karşılaştırıldığında halen düşük bir değer olarak görülmektedir (Özkıvrak, 2005; Altınay ve Karagöl, 2005).

Ekonomik büyüme seviyesine bağlı olarak yeni faaliyet ve kullanım alanlarının oluşumu elektrik enerjisi tüketimini arttırırken, ekonomik hayatta meydana gelen kriz ve diğer olumsuz etkenler ise elektrik tüketimi seviyesini azaltmaktadır. Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ)'ın 2009 yılı geçici verilerinden hareket edildiğinde, ekonomik krizin etkisiyle yılın ilk 9 ayında bir önceki yıla göre sürekli azalış gösteren elektrik tüketimi, Ekim ayındaki %6.5'lik artışın ardından, Kasım ayında da %1.2'lik bir artış göstermiştir (Kamu Enerji, 2009). Ortaya konulan bu tespit elektrik enerjisi tüketim seviyesinin ekonomik büyüme seviyesiyle yakından ilgili olduğunun göstergesi niteliğindedir.

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme seviyesi arasındaki ilişkiyi incelemeye dönük olarak literatürde de yapılmış çalışmalar yer almaktadır ve yapılan birçok çalışmada, ekonomik büyüme seviyesi gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) miktarı baz alınarak değerlendirilmektedir. Aynı zamanda elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme seviyesi arasında ilişkinin varlığı konusunda ve böyle bir ilişkinin varlığı durumunda da ilişkinin yönü (tek veya çift yönlü) hakkında tam bir uzlaşmanın oluşmadığı görülmektedir (Kar ve Kınık, 2008). Lam ve Shiu (2004), Çin'deki elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, 1971-2000 dönemi için uyguladıkları Granger nedensellik analizi sonucunda, elektrik tüketiminden GDP yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir.

Altınay ve Karagöl (2005), Türkiye'de 1950-2000 dönemi kapsamında, elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Yoo (2005) çalışmasında, 1970-2002 dönemi kapsamında Kore'de elektrik fiyatı ile GSYİH arasındaki kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Eş-bütünleşme ve hata düzeltme modellerinin uygulandığı çalışmada, elektrik fiyatı ile GSYİH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Lee ve Chang (2005) çalışmalarında, 1954-2003 dönemi içerisinde Tayvan'daki enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kömür, gaz, petrol ve elektrik enerjilerinin kapsam içine alındığı analizin sonucunda, GSYİH ile toplam enerji arasında çift yönlü nedensel bir ilişki bulunmuştur. Çalışmada ayrıca, enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkinin durağan olmadığı sonucuna da ulaşılmıştır.

Mehrara (2007), on bir petrol ihraç eden ülke kapsamında 1971-2002 döneminde, kişi başına düşen enerji tüketimi ile kişi başına düşen GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, GSYİH'dan enerji tüketimi yönünde tek yönlü ve güçlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu tespit edilmiştir. Yuan, Zhao, Yu ve Hu (2007), elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çin'de yapılan ve 1978-2004 dönemini kapsayan analiz sonucunda, değişkenler

arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu ve elektrik tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Narayan ve Singh (2007), Fiji Adaları kapsamında 1971-2002 dönemi için gerçekleştirdikleri araştırmalarında, elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, elektrik tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü bir nedensellik ve eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı gözlemlenmiştir.

Mozumder ve Marathe (2007) yaptıkları çalışmada, elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. 1971-1999 döneminde Bangladeş üzerinde eş-bütünleşme ve vektör hata düzeltme modeli uygulanarak gerçekleştirilen analiz sonucunda, kişi başına GSYİH'dan kişi başına elektrik tüketimi yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Chantonawat, Hunt ve Pierse (2008), OECD ve OECD kapsamı dışındaki ülkelerden oluşmak üzere 100'den fazla ülke üzerinde 1960-2000 ve 1971-2000 dönemleri için gerçekleştirdiği çalışmalarında, enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; OECD kapsamında yer alan ülkelerin OECD kapsamı dışında bulunan ülkelerle karşılaştırıldığında, enerji tüketiminden GSYİH doğrultusunda tek yönlü daha fazla ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir.

Lise ve Montfort (2007), 1970-2003 dönemi kapsamında yıllık veri kullanarak Türkiye bazında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki eş-bütünleşme ve nedensellik ilişkisinin varlığı araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, enerji tüketimi ile GSYİH arasında eş-bütünleşme ilişkisinin var olduğu ve GSYİH'nın enerji tüketiminin tek yönlü nedenseli olduğu tespit edilmiştir.

Kar ve Kınık (2008), Türkiye'deki elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1975-2005 dönemi için araştırmışlardır. Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ortaya konulması sürecinde, toplam elektrik tüketimi, mesken ve sanayi elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasındaki ilişki ölçülmüştür. Araştırmanın sonucunda; üç ayrı elektrik tüketim sınıfı ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki ile çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Akinlo (2008), on bir Afrika ülkesi üzerinde 1980-2003 dönemi kapsamında gerçekleştirdiği çalışmasında, enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda öncelikle; Kamerun, Cote D'Ivoire, Gambiya, Gana, Senegal, Sudan ve Zimbabve ülkelerinde enerji tüketimi ile GSYİH arasında eş-bütünleşme varlığına rastlanılmıştır. Ayrıca; Gana, Kenya, Senegal ve Sudan'da enerji tüketiminin GSYİH üzerinde uzun dönemli pozitif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ortaya konulan bir diğer sonuç ise; Sudan ve Zimbabve ülkelerinde GSYİH'dan enerji tüketimine tek yönlü, Gambiya, Gana ve Senegal ülkelerinde çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu; Nijerya, Kenya, Togo, Kamerun ve Cote D'Ivoire'de ise nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Quedraogo (2009), Burkina Faso'da 1968-2003 dönemi kapsamında, elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı fakat çift yönlü ve uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tsoni (2009) yaptığı araştırmada, 1960-2006 döneminde Yunanistan kapsamında enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, toplam enerji tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü, endüstri ve konut enerji tüketiminden GSYİH yönüne ise, çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Akinlo (2009), Nijerya üzerinde yaptığı ve 1980-2006 dönemini kapsayan araştırmasında, elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki

nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, değişkenler arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin var olduğu ve elektrik tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır.

Belloumi (2009) yaptığı araştırmada, 1971-2004 döneminde Tunus kapsamında enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki eş-bütünleşme ve nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, değişkenler arasında çift yönlü ve uzun dönemli bir ilişki olduğu, kısa dönemde ise enerji tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bartleet ve Gounder (2010), Yeni Zelanda kapsamında ve 1960-2004 dönemi içerisinde, enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda; enerji tüketimi, GSYİH ve enerji fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki bulunurken, GSYİH'dan enerji tüketimi yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi de tespit edilmiştir. Kısa dönemde ise, sermayeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Apergis ve Payne (2010) yaptıkları çalışmada, CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1992-2004 dönemi içerisinde 11 tane bağımsız devletler topluluğu ülkesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda; kısa dönemde enerji tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü bir ilişki olduğu, uzun dönemde ise çift yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Odhiambo (2010), Güney Afrika, Kenya ve Kongo ülkelerinde 1972-2006 döneminde enerji tüketimi, enerji fiyatları ve GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda; Güney Afrika ve Kenya'da enerji tüketiminden GSYİH yönünde tek yönlü bir ilişki bulunurken, Kongo'da ise GSYİH'dan enerji tüketimi yönünde tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Gelişmekte olan ülkelerde enerji bağımlılığının varlığı, enerji arz ve talep miktarında bir uyumsuzluğun meydana gelebilme ihtimalini doğurmaktadır. Ortaya çıkması muhtemel böyle bir durum ekonomik faaliyet ve tüketim miktarlarını da etkileyebilecek bir potansiyele sahiptir çünkü, ekonomik büyümeye paralel olarak gelişmekte olan ülkelerdeki faaliyetlerin temel girdilerinden birisi olan enerji tüketimi de artış göstermektedir. Dolayısıyla enerji tedarikinde meydana gelebilecek bir darboğazın da, ekonomik büyüme sürecini olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir. Aynı zamanda ülkelere olan enerji akışları ile arz ve talep uyumunun sağlanması konuları, gelişmekte olan ülkelerin enerji politikaları açısından da önemli bir gösterge niteliğinde bulunmaktadır. Türkiye gelişmekte olan ve enerji bağımlısı bir ülke konumunda bulunmaktadır ve elektrik enerjisi üretiminde kendi birincil kaynakları yanında diğer ülkelerden de enerji kaynakları temin etmektedir, bu nedenle de konu Türkiye açısından büyük bir önem arz etmektedir.

Yukarıda ifade edilen bilgiler ışığında bu çalışmada da, Türkiye'deki elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme seviyesinin göstergelerinden birisi olan gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişki incelenmiştir. Böyle bir çalışmanın hazırlanmasında etkin olan önemli bir faktör bulunmaktadır. Altınay (2005)'in çalışmasında belirttiği gibi, gayri safi yurt içi hasıla verilerinin oluşumunda veri ve endekslere ilişkin olarak tutarsızlık ve anormallikler oluşabilmektedir. Bu nedenle, tutarsızlık ve anormalliklerden arındırılarak hazırlanan gayri safi yurt içi hasıla verilerinin daha gerçekçi olduğu düşüncesiyle, yapılan araştırmanın sonuçlarının literatürde yer alan çalışma sonuçlarına göre farklılık yaratıp yaratmadığının ortaya konulması amacıyla da böyle bir çalışma hazırlanmıştır. İfade edilen bu faktörün, hazırlanan çalışmayı bu konuda Türkiye kapsamında hazırlanan diğer araştırmalardan ayıran bir faktör olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın izleyen bölümlerinde öncelikle; yararlanılan veriler ve analiz yöntemlerinden

bahsedilmiş, daha sonraki bölümlerde ise analiz sonucunda elde edilen bulgular ve değerlendirmeler sunulmuştur.

2. Veri Seti

Türkiye'deki elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla yapılan ekonometrik çalışmada kullanılan veriler, yıllık bazda olmak üzere 1975-2006 dönemini kapsayan 32 yıllık veriden oluşmakta ve elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) değerlerini içermektedir. Veri sınırlılığı nedeniyle ilgili analiz dönemini genişletmek mümkün olamamıştır. Analiz sürecine geçilmeden önce verilerin doğal logaritmaları alınmış ve daha sonra analizlere geçilmiştir. Çalışma kapsamında yararlanılan veriler için; elektrik tüketim verileri Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) web sayfasından, gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH-1987 Fiyatlarıyla) verileri ise, Altınay (2005)'in Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) verilerinden yararlanarak ortaya koyduğu verilerden temin edilmiştir. Verilerin düzenlenmesinde ve modellerin analizinde Microsoft Office Excel 2007 ve Eviews 5.1 programlarından yararlanılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen verilere ilişkin olarak, verilerin sahip oldukları temel istatistiksel değerler hesaplanmış ve Tablo 1'de sunulmuştur. Analiz kapsamında ele alınan değişkenlere ilişkin Tablo 1'de yer alan betimleyici istatistikler incelendiğinde; ortalama değişken değerleri; elektrik tüketimi (10.747) ve GSYİH (18.216) olarak bulunmuştur. Standart sapma değerleri incelendiğinde ise; elektrik tüketimi (0.703) ve GSYİH (0.368) olarak bulunmuştur. Sonuçlara bakıldığında; en yüksek ortalama değerine GSYİH (18.216) değişkeni, en düşük ortalama değerine elektrik tüketimi (10.747) değişkeni, en yüksek standart hata değerine elektrik tüketimi (0.703) değişkeninin, en düşük standart hata değerine ise GSYİH (0.368) değişkeninin sahip olduğu görülmektedir. Değişkenlerin sahip oldukları ortalama değerler, verilerin normal dağılıma sahip olup olmadıkları açısından değerlendirildiğinde, değişkenlerin sahip olduğu medyan değerlerinin sahip oldukları ortalama değerlerine yakın olduğundan dolayı, değişkenleri normal dağılmadığı ancak normal dağılıma yakın bir dağılım gösterdikleri söylenebilir.

Tablo 1. Temel İstatistiksel Sonuçlar

	Elektrik Tüketimi	GSYİH
Ortalama	10.747	18.216
Medyan	10.779	18.245
Maksimum	11.871	18.866
Minimum	9.509	17.616
Std. Sapma	0.703	0.368
Çarpıklık	-0.080	-0.010
Basıklık	1.715	1.743
Jarque-Bera	2.235	2.104
Olasılık	0.326	0.349
Gözlem	32	32

Serilerin normal dağılıp dağılmadığı; çarpıklık, basıklık ve Jarque-Bera istatistiklerine göre bakılmıştır. İlgili değişkenleri basıklık değerinin 3'ten büyük olması serinin sivri olduğunu, 3'ten küçük olması ise serinin basık olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerlerinin incelenmesinde ise, çarpıklık değerinin sıfır değerine eşit olması serinin normal dağılıma sahip olduğu gösterirken, çarpıklık değerinin sıfırdan büyük

olması serinin pozitif yönde çarpık olduğunu, sıfırdan küçük olması ise serinin negatif yönde çarpık olduğunu göstermektedir. Elektrik tüketimi değişkeninin çarpıklık değeri (-0.080), basıklık değeri (1.715), Jarque-Bera değeri (2.235) ve GSYİH değişkeninin çarpıklık değeri (-0.010), basıklık değeri (1.743), Jarque-Bera değeri (2.104) olarak bulunmuştur. Hesaplanan bu değerler doğrultusunda; elektrik tüketimi değişkeninin negatif yönde çarpık (eğik) ve basık olduğu, GSYİH değişkeninin ise negatif yönde çarpık (eğik) ve basık olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. Yöntem

Çalışmada kullanılan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığının ortaya konulması amacıyla ilk aşamada eş-bütünleşme testi yapılacaktır. Ancak eş-bütünleşme testinin yapılabilmesi için değişkenlerin seviyelerinde durağan olmaması ve aynı dereceden farkları alındığında durağan hale gelmeleri gerekmektedir. Durağanlığın testi amacıyla da parametrik olan testler içerisinde en yaygın olarak kullanılan Augmented Dickey-Fuller (1981) (ADF) testi ve zaman serilerinde olması muhtemel yapısal kırılma ve trendi göz önünde bulunduran Phillips-Perron (1988) (PP) testleri uygulanmıştır. Eş-bütünleşme testi sonrasında, vektör hata düzeltme modeli doğrultusunda, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koyan Granger nedensellik testi yapılmıştır.

3.1. Birim Kök Testi

Zaman serisi verileri ile analiz yapmadan önce bu serilerin durağan olup olmadığını da araştırılması gerekmektedir. Durağanlık analizine birim kök testi de denmektedir. Birim kök sorunu olmayan seri durağan bir seri olarak nitelendirilir. Durağan olmayan zaman serileriyle çalışılması durumunda sahte regresyon problemi ile karşılaşma ihtimali vardır. Bu durumda regresyon analizi ile elde edilen sonuç gerçek ilişkiyi yansıtmamaktadır (Gujarati, 1999). Durağan olmayan zaman serileri kullanılarak oluşturulan modellerde bir takım problemler ortaya çıkmakta ve değişkenler arasında mevcut olmayan bir ilişki yanlış yorumlanarak sanki varmış gibi değerlendirilmektedir. Bir serinin durağan olup olmadığını yani birim kök içerip içermediğinin araştırılmasında çeşitli parametrik ve parametrik olmayan testler geliştirilmiştir. Parametrik olan testler içerisinde en yaygın olarak kullanılan, Augmented Dickey-Fuller (1981) (ADF) testi ve zaman serilerinde olması muhtemel yapısal kırılma ve trendi gözönünde bulunduran Philips-Perron (1988) (PP) testleridir. Bu modelde kullanılan zaman serilerinin birim kök taşıyıp taşımadıkları bu iki test yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Test sonucunda elde edilen t istatistiğinin, kritik değer ile karşılaştırılması ile H_0 hipotezinin reddine ya da kabulüne karar verilir (Enders, 1995). H_0 hipotezi serinin durağan olmadığını ve birim köke sahip olduğunu, alternatif hipotez ise serinin durağan olduğunu göstermektedir. Eğer hesaplanan değer, kritik değerden mutlak olarak büyükse H_0 hipotezi reddedilir ve serinin durağan olduğuna karar verilir.

H_0 : Seri durağan değildir ve otokorelasyona sahiptir (Birim kök vardır)

H_1 : Seri durağandır ve otokorelasyona sahip değildir (Birim kök yoktur)

3.2. Johansen Eş-Bütünleşme Testi

Eş-bütünleşme yöntemi, değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkilerinin araştırılmasında yeni bir yöntem olarak Granger tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Engle-Granger'in yapmış olduğu ortak çalışma ile bu teori daha da geliştirilerek uzun dönem denge ilişkisi ile kısa dönemli dinamik ilişkiler aynı çerçevede analiz edilir olmuştur. Engle ve Granger tarafından geliştirilen Engel-Granger eş-bütünleşme testi

ve daha sonra Johansen ve Juselius (1990) tarafından geliştirilen Johansen eş-bütünleşme testi sayesinde düzeyde durağan olmayan serilerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediklerini ortaya koymak mümkün olmuştur. Johansen eş-bütünleşme testi ile incelenecek olan hipotezler aşağıda sunulmuştur:

H_0 : Değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi yoktur ($r=0$)

H_1 : Değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi vardır ($r=1$)

3.3. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını gösteren eş-bütünleşme ilişkisinin (eş-bütünleşme vektörünün) tespiti durumunda, nedensellik ilişkilerinin hata düzeltme modeli (Vector Error Correction Model, VECM) ile analiz edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmada VECM uygulanmış ve modele ilişkin denklemler aşağıda sunulmuştur:

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^a \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^b \beta_i \Delta X_{t-i} + \lambda EC_{t-1} + u_{xt} \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^a \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^b \beta_i \Delta X_{t-i} + \lambda EC_{t-1} + u_{yt} \quad (2)$$

Yukarıda yer alan modellerde; α ve β katsayıları tahmin edilecek olan parametreleri, a ve b katsayıları gecikme uzunluklarını, EC_{t-1} katsayısı ise hata düzeltme terimini göstermektedir.

3.4. Granger Nedensellik Testi

Çalışmada ayrıca modelde kullanılan değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü tayin etmek için Granger nedensellik testi yapılmıştır. Granger nedensellik testi değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla yapılır (Granger, 1969).

Nedenselliğin yönünü belirlemek için aşağıdaki model tahmin edilmiştir.

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k1} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k2} \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$X_t = \chi_0 + \sum_{i=1}^{k3} \chi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k4} \delta_i Y_{t-i} + \nu_t \quad (4)$$

Burada k gecikme uzunluğunu göstermekte olup, ε_t ve ν_t hata terimlerinin birbirinden bağımsız oldukları (white noise/beyaz gürültülü) varsayılmaktadır (Granger, 1969). (3) numaralı denklemdeki α katsayılarının hepsi bir bütün olarak anlamsız ise buna karşılık (4) numaralı denklemdeki δ katsayıları bir bütün olarak anlamlı ise Y 'den X 'e doğru tek yönlü nedensellik vardır. Y , X 'in Granger nedenselidir. Eğer nedensellik ilişkisi yukarıdaki gibi tek yönlü ise bu durum modeldeki değişkenlerden Y 'nin dışsal X 'in içsel bir değişken olduğu anlamı da verebilmektedir (Greene, 1997).

4. Araştırma Bulguları

4.1. Birim Kök Test Sonuçları

Verilerin durağanlığının incelenmesi amacıyla birim kök testi uygulanmıştır. İlk aşamada değişkenlerin düzeydeki $I(0)$ durağanlıkları araştırılmıştır. Bu doğrultuda sabitli, sabitli-trendli ve hiçbiri olmak üzere 3 ayrı model açısından hem ADF hem de PP testleri gerçekleştirilmiştir. PP testi, ADF testini destekler nitelikte uygulanan bir testtir. ADF birim kök testinin gerçekleştirilmesinde uygulanan gecikme sayıları, Schwarz Bilgi Kriterine (SIC) göre belirlenen gecikme değerleridir. PP testinde ise, otokorelasyonu gidermeye yetecek kadar bağımlı değişkenin gecikmeli modele dahil edilmemekte, bunun yerine Newey-West tahmincisi ile uyarlanmaktadır.

Tablo 2. Birim Kök Test Sonuçları (Düzeyde)

	Arttırılmış Dickey Fuller (ADF)			Philips Perron (PP)		
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Hiçbiri	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Hiçbiri
Elektrik Tüketim	-1.226 (0.650)	-2.323 (0.409)	11.773 (1.000)	-1.226 (0.650)	-2.658 (0.259)	10.896 (1.000)
GSYİH	0.015 (0.953)	-2.571 (0.294)	4.969 (1.000)	0.073 (0.958)	-2.599 (0.283)	5.400 (1.000)

Not: Parantez içerisinde verilen değerler, MacKinnon (1996) tek yönlü p (olasılık) değerlerini ifade etmektedir.

Değişkenlere yönelik olarak düzeylerinde uygulanan birim kök testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2 incelendiğinde, her iki değişkenin de hem ADF hem de PP testinde 3 ayrı modelde de (sabitli, sabitli-trendli, hiçbiri) durağan olmadıkları ve birim köke sahip oldukları görülmüştür. Bütün değişkenler seviyelerinde yapılan birim kök testleri sonucunda durağan değilse, ilgili değişkenlerin farkları alınmak suretiyle durağan hale getirilmektedir. Bu doğrultuda da değişkenleri durağan hale getirmek amacıyla birinci farkları alınarak $I(1)$ ADF ve PP birim kök testleri tekrar gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Birim Kök Test Sonuçları (Birinci Farkı Alınmış)

	Arttırılmış Dickey Fuller (ADF)			Philips Perron (PP)		
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Hiçbiri	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Hiçbiri
D(Elektrik Tüketimi)	-5.496*** (0.0001)	-5.247*** (0.001)	-0.650 (0.426)	-5.514*** (0.0001)	-5.257*** (0.001)	-2.017** (0.043)
D(GSYİH)	-6.357*** (0.000)	-6.353*** (0.0001)	-1.921* (0.053)	-6.357*** (0.000)	-6.353*** (0.0001)	-4.132*** (0.0002)

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 istatistiksel anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Parantez içerisinde verilen değerler, MacKinnon (1996) tek yönlü p (olasılık) değerlerini ifade etmektedir.

Serilerin birinci dereceden farkı alınarak gerçekleştirilen ADF ve PP birim kök testi sonuçları incelendiğinde; iki değişkenin de kendi seviyelerinde $I(0)$ durağan olmadıkları halde birinci dereceden farkları $I(1)$ alındığında durağan hale geldikleri görülmektedir. ADF birim kök testi sonucunda elde edilen bulgular aynı zamanda PP testinin sonuçları tarafından da desteklenmektedir. Buna göre, bütün değişkenler birinci dereceden entegre olduklarından $I(1)$ dolayı, değişkenler arasında eş-bütünleşik bir ilişki olabileceği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla bu iki değişken aynı dereceden bütünleşik

olduğu için aralarında uzun dönem bir ilişki (eş-bütünleşme) olup olmadığını araştırmamız mümkün olacaktır.

4.2. Johansen Eş-Bütünleşme Test Sonuçları

Analiz kapsamında yer alan elektrik tüketimi ve GSYİH değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığının araştırılması amacıyla uygulanan Johansen Eş-bütünleşme testi sonuçları aşağıda yer alan Tablo 4-5’de sunulmuştur. Eş-bütünleşme testinin uygulanmasında dikkate alınacak olan gecikme sayısı, Akaike (AIC), Schwarz (SC), Hannan-Quinn (HQC) bilgi kriterleri doğrultusunda yedi (7) olarak hesaplanmış ve modele dahil edilmiştir.

Tablo 4. Johansen Eş-Bütünleşme Test Sonucu-Trace İstatistiği

H_0	H_n	Özdeğer (Eigenvalue)	İz (Trace) İstatistiği	%1 Kritik Değer	%5 Kritik Değer	%10 Kritik Değer
$r=0$	$r=1$	0.613	23.848***	19.937	15.494	13.428
$r\leq 1$	$r=2$	0.041	1.006	6.634	3.841	2.705

*** %1 istatistiksel anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 5. Johansen Eş-Bütünleşme Test Sonucu-Maksimum Özdeğer İstatistiği

H_0	H_n	Özdeğer (Eigenvalue)	Maksimum Özdeğer İstatistiği	%1 Kritik Değer	%5 Kritik Değer	%10 Kritik Değer
$r=0$	$r=1$	0.613	22.842***	18.520	14.264	12.296
$r\leq 1$	$r=2$	0.041	1.006	6.634	3.841	2.705

*** %1 istatistiksel anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Johansen eş-bütünleşme testi sonucunda iki değişkenin sahip olduğu özdeğerler; GSYİH (λ_1)=0.613 ve elektrik tüketimi (λ_2)=0.041 olarak bulunmuştur. Değişkenlere ait bulunan özdeğer sonuçları iz istatistiği açısından incelendiğinde; Johansen iz istatistiği değerinin (23.848) %1 istatistiksel anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden (19.937) daha büyük olduğu ve bir tane eş-bütünleşme vektörü (eş-bütünleşme ilişkisi) varlığı görülmüştür. Böylece eş-bütünleşme ilişkisinin olmadığını belirten yokluk hipotezi reddedilebilir. Değişkenlere ait özdeğer sonuçları maksimum değer istatistiği açısından incelendiğinde ise; maksimum özdeğerin (22.842) %1 istatistiksel anlamlılık düzeyinde kritik değerden (18.520) daha büyük olduğu ve bir tane eş-bütünleşme vektörü (eş-bütünleşme ilişkisi) varlığı görülmüştür. İz istatistik değeri sonucunda olduğu gibi, maksimum değer istatistiği sonucunda da eş-bütünleşme ilişkisinin olmadığını belirten yokluk hipotezi reddedilebilir. Dolayısıyla gerek iz (trace) gerekse maksimum değer (eigen) değerleri, elektrik tüketimi ile GSYİH değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin (eş-bütünleşmenin) olduğunu diğer bir ifadeyle, elektrik tüketimi ile GSYİH'nın uzun dönemde birbirleri ile ilişki içinde olduklarının ve birbirlerini etkileyebileceklerinin düşünülebileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulgu; Akinlo (2008), Kar ve Kınık (2008), Yuan, Zhao, Yu ve Hu (2007), Narayan ve Singh (2007), Quedrago (2009), Belloumi (2009), Barleet ve Gounder (2010) ve Apergis ve Payne (2010) çalışmalarında da desteklenmektedir. Sonuç Türkiye açısından incelendiğinde, elektrik enerjisi üretimi ve tedariği politikaları ile ekonomik büyüme politikalarının uzun dönemde etkileşimde bulunabilecekleri söylenebilir. Eş-bütünleşme vektörü normalize edildiğinde ve elektrik tüketimi bağımlı değişken olarak alındığında değişkenler arasında aşağıda verilen ilişki elde edilmiştir.

$$CI_{ET} = ET - 1.847 GSYİH + 22.899$$

Denklem incelendiğinde, CI_{ET} değişkeni elektrik tüketimi ile GSYİH arasında Johansen eş-bütünleşme testi ile belirlenen eş-bütünleşme vektörünü göstermektedir. ET değişkeni elektrik tüketimini, GSYİH değişkeni ise gayri safi yurt içi hasılayı ifade etmektedir ve değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yukarıda yer alan denklem aşağıdaki şekilde de ifade edilebilir:

$$ET = - 22.899 + 1.847 GSYİH + CI_{ET}$$

Denklem incelendiğinde, GSYİH'nın elektrik tüketimini pozitif yönde etkilediği diğer bir ifade ile, GSYİH'da meydana gelecek olan %1'lik bir artışın elektrik tüketimini %1.847 arttırdığı; GSYİH'da meydana gelecek olan %1'lik azalışın ise elektrik tüketimini %1.847 azalttığı söylenebilir. Sonuç olarak, elektrik tüketimi bağımlı değişken olarak ele alındığında, GSYİH'nın elektrik tüketimini pozitif yönde etkilediği görülmektedir.

4.3. VECM Modeline Dayalı Granger Nedensellik Test Sonuçları

Granger (1988)'e göre, seriler arasında eş-bütünleşme olması en azından bir yönlü nedensellik ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Eş-bütünleşme durumunda nedensellik ilişkilerinin hata düzeltme modeli ile analiz edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda analiz kapsamında yer alan değişkenler arasında eş-bütünleşme varlığından dolayı vektör hata düzeltme modeli uygulanmış ve vektör hata düzeltme modeline dayalı olarak gerçekleştirilen Granger nedensellik testi sonuçları aşağıda yer alan Tablo 6-7'de sunulmuştur.

Tablo 6. Granger Nedensellik Test Sonuçları (GSYİH)

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken: D(GSYİH)		
	Ki-Kare Değeri	df	Olasılık Değeri (p)
D(Elektrik Tüketimi)	6.763	7	0.453

Tablo 6 incelendiğinde; elektrik tüketimi değişkeninin GSYİH değişkeninin Granger nedeni olmadığı sonucuna ulaşılmış ve ilişkinin bulunmadığını kabul eden yokluk hipotezi reddedilememiştir. Bu sonuç doğrultusunda elektrik tüketiminin GSYİH'nın Granger nedeni olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla elektrik tüketiminde meydana gelen değişimlerin GSYİH'da meydana gelen değişimlerin temel nedenlerinden birisi olmadığını söylenebilir.

Tablo 7. Granger Nedensellik Test Sonuçları (Elektrik Tüketimi)

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken: D(Elektrik Tüketimi)		
	Ki-Kare Değeri	df	Olasılık Değeri (p)
D(GSYİH)	12.146*	7	0.095

* %10 istatistiksel anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 7 incelendiğinde; GSYİH değişkeninin elektrik tüketimi değişkeninin Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmış ve ilişkinin bulunmadığını kabul eden yokluk hipotezi reddedilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda da, GSYİH'nın elektrik tüketiminin Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Elektrik tüketimi değişkenindeki durumun aksine, GSYİH'nın elektrik tüketiminde meydana gelen değişimlerin temel nedenlerinden birisi olduğu söylenebilir.

Elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasındaki nedensellik ilişkine ilişkin elde edilen sonuç, Kar ve Kınık (2008) tarafından aynı kapsamda Türkiye'de yapılan ve

elde edilen toplam elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasında bulunan nedensellik ilişkinin varlığı sonucu ile örtüşmektedir. Elde edilen bulgular kapsamında, elektrik enerjisi tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla miktarının uzun dönemde aralarında pozitif yönlü bir ilişki olduğu, GSYİH değişkeninin elektrik tüketiminin temel belirleyicisi olduğu söylenebilir. Bu değerlendirmeden hareket ederek, düzeltilmiş GSYİH verilerinin kullanımının, GSYİH ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkiye yönelik olarak, literatürde yer alan sonuçlara göre bir farklılık yaratmadığı gözlemlenmiştir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, 1975-2006 dönemi arasında Türkiye'deki elektrik tüketimi ile ülkenin ekonomik büyüme düzeyinin göstergelerinden olan gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki uzun dönemli ilişki ile nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda, analiz kapsamında eş-bütünleşme testi ile vektör hata düzeltme modeline dayalı olarak Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda ilk olarak elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasında eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu diğer bir ifade ile uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu ve gayri safi yurt içi hasılda meydana gelen değişimin elektrik tüketimini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Vektör hata düzeltme modeli doğrultusunda yapılan Granger nedensellik testi sonucunda ise, elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Elde edilen bulgular ışığında, Türkiye'nin ekonomik büyüme süreci içerisinde kişi başına ve toplam gayri safi yurt içi hasılasında meydana gelen artışlar sonucunda uzun dönemde elektrik tüketicilerinin tüketimlerini arttırması şeklinde bir sonuç doğurduğu bu nedenle de, elektrik enerjisi ve bu enerjinin elde edilmesinde yararlanılan birincil enerji kaynaklarının (linyit, termik, doğalgaz, kömür vb.) temin edilmesi konusunun ekonomik üretim ve tüketim sürecinin aksamaması açısından çok önemli olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla miktarı arasında tek yönlü (gayri safi yurt içi hasıla → elektrik tüketim miktarı) bir nedensellik ilişkisi bulunduğu ve ekonomik büyüme politikalarının Türkiye'deki elektrik enerjisi tüketimi ve tedariki politikalarının doğrudan belirleyicisi faktörlerden birisi olduğu ifade edilebilir.

Kaynakça

- Akinlo, A. E. (2008). Energy consumption and economic growth: Evidence from 11 sub-sahara African countries. *Energy Economics*, 30, 2391-2400.
- Akinlo, A. E. (2009). Electricity consumption and economic growth in Nigeria: Evidence from cointegration and co-feature analysis. *Journal of Policy Modelling*, 31, 681-693.
- Altınay, G. & Karagöl, E. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27, 849-856.
- Altınay, G. (2005). Tarihsel ve milli gelir serilerinin yenilenmesine yönelik bir öneri. 14. İstatistik Araştırma Sempozyumu, DİE, Ankara.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: Evidence from the commonwealth of independent states. *Energy Policy*, 38, 650-655.
- Bartleet, M & Gounder, R. (Yayına Kabul Edildi). Energy consumption and economic growth in New Zealand: Results of trivariate and multivariate models. *Energy Policy*.
- Belloumi, M. (2009). Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and causality analysis. *Energy Policy*, 37, 2745-2753.

- Chontanawat, J., Hunt, L. C. & Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of Policy Modelling*, 30, 209-220.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1059.
- Enders, W. (1995). *Applied econometric time series*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37, 424-438.
- Greene, W. H. (1991). *Econometric analysis*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Gujarati, D. (1991). *Temel ekonometri*. (Çev. Ü. Şenesen & G. G. Şenesen). İstanbul: Literatür Yayınları.
- Johansen, S. & Juseljan, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inferences on co-integration with application to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- Kamu Enerji (2009, 16 Aralık) <http://www.kamuenerji.com/Anasayfa/turkiye-nin-elektrik-tuketimi-artiyor.html> (Erişim Tarihi, 10 Mart 2010)
- Kar, M. & Kınık, E. (2008). Türkiye'de elektrik tüketimi çeşitleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ekonometrik analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, X(II), 333-353.
- Lee, C. C. & Chang, C. P. (2005). Structural breaks, energy consumption, and economic growth revisited: Evidence from Taiwan. *Energy Economics*, 25, 857-872.
- Lise, W. & Montfort, K. V. (2007). Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship? *Energy Economics*, 29, 1166-1178.
- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. *Energy Policy*, 35, 2939-2945.
- Mozumder, P. & Marathe, A. (2007). Causality relationship between electricity consumption and GDP in Bangladesh. *Energy Policy*, 35, 395-402.
- Narayan, P. K. & Singh, B. (2007). The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands. *Energy Economics*, 29, 1141-1150.
- Odhiambo, N. M. (2010). Energy consumption, prices and economic growth in three SSA countries: A comparative study. *Energy Policy*, 38, 2463-2469.
- Quedraogo, I. M. (2009). Electricity consumption and economic growth in Burkina Faso: A cointegration analysis. *Energy Economics*, Basım Sürecinde.
- Philips, P. C. B. & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Shiu, A. & Lam, P. L. (2004). Electricity consumption and economic growth in China. *Energy Policy*, 32, 47-54.
- Tsani, S. Z. (2009). Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece. *Energy Economics*, Basım Sürecinde.
- Yuan, J., Zhao, C., Yu, S. & Hu, Z. (2007). Electricity consumption and economic growth in China: Cointegration and co-feature analysis. *Energy Economics*, 29, 1179-1191.
- Yoo, S. H. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Korea. *Energy Policy*, 33, 1627-1632.