

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN SINIR TESTİ YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ: 1960-2012 DÖNEMİ

The Analysis of Electricity Consumption and Economic Growth Relationship in Turkey with Bounds Testing Method: 1960-2012 Period

Gönderim Tarihi: 27.09.2016

Kabul Tarihi: 07.12.2016

Bedriye TUNÇSİPER*

ÖZ: Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme ilişkisini incelemektir. 1960-2012 dönemini kapsayan yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada, iki değişken arasındaki ilişki ARDL (Autoregressive Distributed Lag) Sınır Testi yaklaşımıyla incelenmiş ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu görülmüştür. Eşbütünleşme ilişkisi bulunan seriler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Granger Nedensellik testinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular literatürdeki çalışmalarla da paralellik göstermekte olup, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedenselliğe işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme, ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik Testi.

ABSTRACT: The aim of this study is to investigate the relationship between electricity consumption and economic growth in Turkey. In the study that is used annual data for 1960-2012 period, the relationship between two series is investigated ARDL (Autoregressive Distributed Lag) Bounds Testing method and is showed that there is cointegration between two series. It's made use of Granger Causality Test for determining the side of relationship between cointegrated series. The results have also parallel results with previous studies in the literature and indicate that bidirectional causality between electricity consumption and economic growth.

Keywords: Electricity Consumption, Economic Growth, ARDL Bounds Testing, Granger Causality Test.

* Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi/İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi/İktisat Bölümü, tbedriye1@hotmail.com.

GİRİŞ

Elektrik enerjisi, günümüzde bireylerin günlük faaliyetlerinin yanında ekonomik faaliyetlerde de kullanılan önemli bir enerji kaynağıdır. Elektrik enerjisinin hem üretim yerinden çok uzaklara dağıtım kanalları ile kolaylıkla taşınabilmesi ve dağıtımı kontrol altında tutulabilen temiz bir enerji kaynağı olması (Hamzaçebi ve Kutay, 2004: 227), hem de niteliğinden kaynaklanan kolay kullanım ve diğer avantajları sebebiyle yaygın olarak yararlanılan bir enerji türüdür (Akan ve Tak, 2003: 21).

Elektrik enerjisi pek çok açıdan fayda sağlamakla birlikte, sağlamış olduğu fayda bizzat elektrik enerjisinin kendisi tarafından sağlanmayıp, elektrik enerjisi ile çalışan araçların kullanımı aracılığıyla dolaylı bir şekilde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, bireylerin, firmaların veya devletin elektrik enerjisi talebi, elektrik enerjisine gereksinim duyan araçları kullanımları ile birlikte doğmaktadır. Kısaca elektrik talebi dolaylı (türev) talep niteliğindedir.

Diğer mallar gibi elektrik talebi de gelir düzeyi ve fiyata bağlıdır. Bunların yanında teknolojik gelişme, kentleşme düzeyinin yükselmesi gibi unsurlar elektrik talebini yükseltirken, yaz döneminde elektrik talebi kış dönemine göre daha yüksek olmaktadır (Jamil ve Ahmad, 2011: 5519).

Dünyada elektrik enerjisi kullanımına bakıldığında ise, günümüzde dünya nüfusunun % 20'sinden fazla bir kısmını oluşturan yaklaşık 1,4 milyar insan halen elektrik enerjisine ulaşabilmiş değildir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), bu durumun daha uzun yıllar süreceğini ve 2030 yılında dahi 1,2 milyar insanın elektriksiz yaşamaya devam edeceğini tahmin etmektedir (EÜAŞ, 2010: 1). Günümüzde elektrik enerjisinden 1,4 milyar insanın yoksun olması, aslında dolaylı olarak günlük ihtiyaçlardan da bu insanların belirli ölçülerde yoksun olmaları anlamına gelmektedir.

Bahsedilen üstünlüklerinin yanında elektrik enerjisinin stoklanamaması, bu enerji kaynağının en önemli dezavantajını oluşturmaktadır. Elektrik enerjisinin stoklanamaması, elektriğin ne kadar üretileceğine ilişkin olarak talep tahminleri de önemli kılmaktadır. Dolayısıyla, dünyada olduğu gibi ülkemizde de hem kurumlar (TEİAŞ vb.) hem de akademik çevreler tarafından elektrik enerjisine yönelik toplam ve/veya sektörel talep düzeylerini tahmin etmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Elektrik enerjisine yönelik akademik çalışmaların önemli bir bölümü de, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini teorik ve/veya ampirik açılarından analiz etmişlerdir. Bu çalışmaların önemli bir bölümünde, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisinin varlığına yönelik kanıtlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada, 1960-2012 dönemine ilişkin yıllık veriler yardımıyla Türkiye’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ekonometrik ilişki incelemekte ve bulunan sonuçların literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci bölümde, Türkiye’de elektrik enerjisinin kurulu güç, üretim ve talep yapısı 1923-2000 yılları arasında onar yıllık, 2005-2014 yılları arası ise yıllık olmak üzere gerçekleşen değerler vasıtasıyla değerlendirilmiştir. Ayrıca, bazı OECD ülkeleriyle Türkiye’deki elektrik enerjisi üretimi ve tüketimi değerleri 1973, 1990, 2000 ve 2013 yılı değerleri itibariyle karşılaştırılmıştır. Üçüncü bölümde, literatürde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmaların bulgularına yer verilmekte ve bu çalışmaların sonuçları genel olarak özetlenmektedir. Dördüncü ve son bölümde ise, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılan model, veri seti ve metodolojiye ilişkin bilgiler yer almakta ve elde edilen bulgular değerlendirilmektedir.

TÜRKİYE’DE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KURULU GÜÇ, ÜRETİM VE TALEP YAPISININDEĞERLENDİRİLMESİ

Elektrik enerjisi, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli kullanım alanlarına sahip, dolaylı olarak pek çok kesimin ihtiyacını gideren ve fayda sağlayan bir enerji kaynağı konumundadır. Elektrik enerjisi tüketim malı olarak konutların aydınlatılması, çeşitli ev aletlerinin kullanılması ve ısınma olmak üzere çok sayıda ihtiyacı gidermekle birlikte, ara malı olarak da sanayi, tarım ve hizmetler sektöründe geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bununla birlikte elektrik enerjisi temiz bir enerji olarak kolaylıkla her yerde kullanılabilen, artık, koku vs. bırakmamaktadır (Akan ve Tak, 2003: 23).

Elektrik enerjisi, direkt olarak kullanılmakla herhangi bir ihtiyacı gidermemekte, elektrikle çalışan araç ve aletler yardımıyla kullanılabilir (Akan ve Tak, 2003: 24). Daha önce de bahsedildiği gibi, elektrik enerjisi bireylerin veya işletmelerin ihtiyaçlarını dolaylı olarak karşılamaktadır. Dolayısıyla elektrik enerjisine bireyler veya firmalar tarafından yöneltilen talep, dolaylı (türev) talep niteliğindedir. Çünkü bireylerin elektrige yönelik talebi ancak elektrikli ev aletleri ve benzeri araçların talebinin artması sonucu ortaya çıkabilmekte iken, sanayi sektöründe elektrik enerjisine yönelik talep ise üretimin artması sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de elektrik enerjisi ilk defa 1902 yılında Tarsus’ta 60 kW’lık bir dinamodan üretilmeye başlanmıştır (Koçak, 1994: 27; Kınık, 2008: 15). O dönemde su değirmeni kullanılarak üretilen elektrik enerjisi daha sonraları termal, hidrolik, rüzgar ve jeotermal kaynaklardan üretilmeye başlanmıştır. Türkiye’de henüz elektrik enerjisi üretiminde nükleer santraller kullanılmamakla birlikte 27 Ağus-

tos 2010 tarihinde Bakanlar Kurulu kararıyla Rusya ile ortak bir şekilde Akkuyu'da nükleer santral kurulması çalışmaları başlamıştır (Mavi Kitap, 2011: 30).

Tablo 1. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi (1923-2014) (MW)*

Yıllar	Termik	%	Hidrolik	%	Jeotermal + Rüzgar	%	Toplam
1923	32,7	99,70	0,1	0,30	-	-	32,8
1930	74,8	95,90	3,2	4,10	-	-	78,0
1940	209,2	96,41	7,8	3,59	-	-	217,0
1950	389,9	95,61	17,9	4,39	-	-	407,8
1960	860,5	67,63	411,9	32,37	-	-	1272,4
1970	1509,5	67,54	725,4	32,46	-	-	2234,9
1980	2987,9	58,37	2130,8	41,63	-	-	5118,7
1990	9535,8	58,44	6764,3	41,45	17,5	0,11	16317,6
2000	16052,5	58,88	11175,2	40,99	36,4	0,13	27264,1
2005	25902,3	66,68	12906,1	33,23	35,1	0,09	38843,5
2006	27420,2	67,60	13062,7	32,20	81,9	0,20	40564,8
2007	27271,6	66,78	13394,9	32,80	169,2	0,41	40835,7
2008	27595,0	65,99	13828,7	33,07	393,5	0,94	41817,2
2009	29339,1	65,55	14553,3	32,51	868,8	1,94	44761,2
2010	32278,5	65,18	15831,2	31,97	1414,4	2,86	49524,1
2011	33931,1	64,13	17137,1	32,39	1842,9	3,48	52911,1
2012	35027,2	61,39	19609,4	34,37	2422,8	4,25	57059,4
2013	38648,0	60,38	22289,0	34,82	3070,5	4,80	64007,5
2014	41801,8	60,13	23643,2	34,01	4074,8	5,86	69519,8

Kaynak: TEİAŞ, Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi 1913-2014. *Megawatt

Yukarıdaki Tablo 1, 1923-2014 yılları arasında Türkiye'deki elektrik enerjisi kurulu gücüne ilişkin bilgiler sunmaktadır. Tablo 1'de de görüldüğü gibi termik, hidrolik, rüzgar ve jeotermal kaynaklardan üretilen elektrik enerjisinin toplam kurulu gücü 1923 yılında 32,8 MW iken, bu kurulu gücün % 99,7'si termik ve % 0,3'ü ise hidrolik kaynaklardan oluşmaktadır. 1950'li yıllardan sonra kurulu güç içerisinde termik kaynakların ağırlığı azalmaya başlamış ve hidrolik kaynakların ağırlığı artmaya başlamıştır. 1960 yılına bakıldığında termik santrallerin kurulu gücü 860,5 MW'a yükselirken, toplam kurulu güç içerisindeki ağırlığı % 67,63'e düşmüştür. Hidrolik santrallerin kurulu gücü ise 411,9 MW'a yükselmiş ve toplam kurulu güç içerisindeki ağırlığı da % 32,37'ye çıkmıştır. 1990 yılında Jeotermal ve rüzgar enerjileri de 17,5 MW'lık kurulu güce ulaşmıştır. Toplam kurulu güç içerisinde jeotermal ve rüzgar enerjilerinin payı 1990 yılında % 0,11 ve 2000 yılında ise yalnızca % 0,13 düzeyindedir.

Kurulu güç içerisinde 1980, 1990 ve 2000’li yıllarda termik santrallerin payı % 58’ler düzeyine gerilerken, hidrolik kaynaklı kurulu güç kapasitesinin ağırlığı yine aynı dönemlerde % 41’ler düzeyine ulaşmıştır. Ancak, 2000 yılından sonra tekrar termik santrallerin ağırlığı artarak % 65-66’lar seviyesine yükselmiştir. 2014 yılında termik santrallerin kurulu güç büyüklüğü 41801,8 MW’a yükselmiş, toplam kurulu güç içerisindeki payı % 60,13 olarak gerçekleşmiştir. Hidrolik kurulu gücü yine aynı dönemde 23643,2 MW’a yükselmiş, fakat toplam kurulu güç içerisindeki ağırlığı 2000’lerin başındaki seviyesini koruyamayarak % 34,01’e düşmüştür. Rüzgar ve jeotermal kaynaklı kurulu gücün kapasitesi ve toplam kurulu güç içerisindeki ağırlığı 2006 yılından itibaren artmaya başlamış ve 2014 yılında kurulu güç 4074,8 MW’a yükselirken, toplam kurulu güç içerisindeki payı ise sadece % 5,86 olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılı itibariyle Türkiye’nin toplam kurulu gücü 69519,8 MW’tır ve 1923-2014 yılları arasında Türkiye’nin elektrik enerjisi kurulu gücü 2100 kattan fazla artış göstermiştir.

Tablo 2. Türkiye’de Toplam ve Kişi Başına Brüt Elektrik Üretimi (GWh)* ve Net Elektrik Tüketimi (kWh)** (1923-2014)

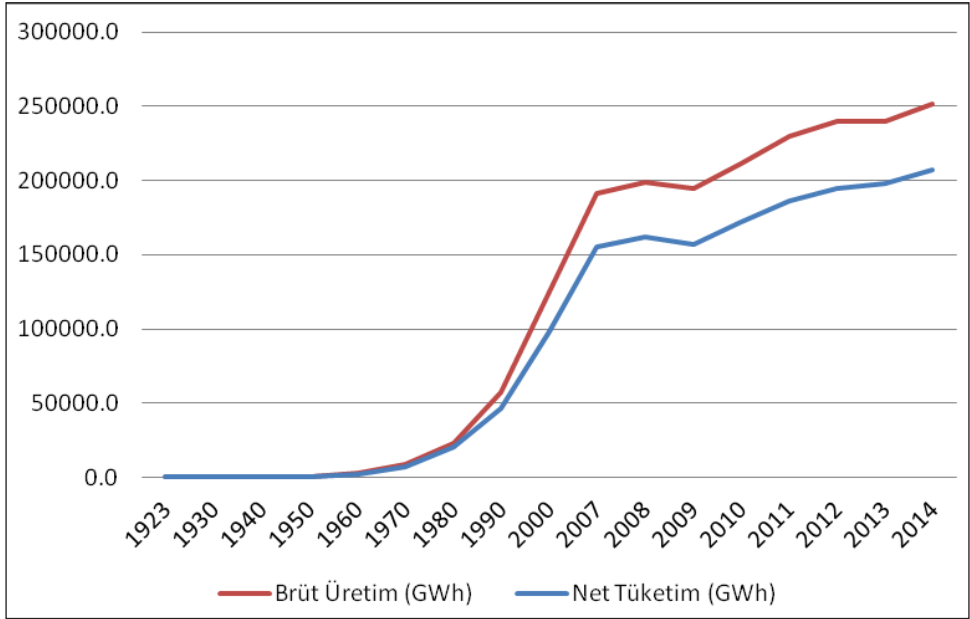
Yıllar	Brüt Üretim (GWh)	Net Tüketim (GWh)	Kişi Başına Brüt Üretim (kWh)	Kişi Başına Net Tüketim (kWh)
1923	44,5	41,3	3,6	3,3
1930	106,3	96,7	7,4	6,7
1940	396,9	359,3	22,4	20,3
1950	789,5	678,8	37,9	32,6
1960	2815,1	2395,7	102,0	87,0
1970	8623,0	7307,8	244,0	207,0
1980	23275,4	20398,2	520,0	456,0
1990	57543,0	46820,0	1019,0	829,0
2000	124921,6	98295,7	1841,0	1449,0
2007	191558,1	155135,2	2714,0	2198,0
2008	198418,0	161947,6	2774,0	2264,0
2009	194812,9	156894,1	2685,0	2162,0
2010	211207,7	172050,6	2865,0	2334,0
2011	229395,1	186099,5	3069,9	2490,5
2012	239496,8	194923,4	3166,8	2577,4
2013	240154,0	198045,2	3132,4	2583,2
2014	251962,8	207375,1	3242,9	2669,1

Kaynak: TEİAŞ, Türkiye Kişi Başına Kurulu Güç, Brüt Üretim ve Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1923-1974) ve TEİAŞ, Türkiye ve Kişi Başına Kurulu Güç – Brüt Üretim – Arz – Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2014), *Gigawatt saat, **Kilowatt saat.

Tablo 2 ise, 1923-2014 yılları arasında Türkiye’de toplam ve kişi başına brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketimine ilişkin bilgileri göstermektedir. Tablo 2’de yer alan bilgilere göre, 1923 yılında brüt üretim 44,5 GWh ve net tüketim ise 41,3 GWh’tir. Ayrıca, yine aynı yılda Türkiye’de kişi başına brüt üretim 3,6 kWh iken, kişi başına net tüketim 3,3 kWh’tir. Tabloya bakıldığında 1960’lı yıllara kadar brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketiminin yatay bir seyir izlediği görülmekte, 1970’li yıllardan itibaren ise hem brüt elektrik üretiminin hem de net elektrik tüketiminin hızla yükseldiği görülmektedir. 2014 yılında brüt elektrik üretimi 251962,8 GWh’e ve net elektrik tüketimi de 207375,1 GWh’e yükselmiştir. Yine aynı yıl kişi başına brüt elektrik üretimi 3242,9 kWh olarak gerçekleşirken, kişi başına net elektrik tüketimi 2669,1 kWh olarak gerçekleşmiştir.

1923-2014 yılları arasında brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketiminin gelişimi Şekil 1’de de gösterilmiştir.

Şekil 1. Türkiye’de Brüt Elektrik Üretimi ve Net Elektrik Tüketimi (1923-2014)



Kaynak: Tablo 2’deki Veriler Kullanılarak Hazırlanmıştır.

Buna göre, brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketiminde özellikle 1960’lı yıllara kadar yatay bir seyir izlenirken, 1960’lı yıllardan itibaren brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketiminin hızlı bir şekilde arttığı gözlenmektedir. Brüt elektrik üretimi ve net elektrik tüketimi, kişi başına GSYİH, sanayi ve hizmetler sektöründeki hızlı gelişme ve aynı zamanda kentleşmenin etkisiyle istikrarlı bir biçimde büyümüştür (Bölük ve Koç, 2010: 610). Yani, 1960’larla

birlikte ortaya çıkan sanayileşme süreci ve 1980’lerde yaşanan yapısal dönüşüm, hızlı kentleşme gibi durumlar, Türkiye’de elektrik tüketiminin ve üretiminin hızlı biçimde artmasının temel sebeplerini oluşturmaktadır.

Tablo 3. Türkiye’de ve Bazı OECD Ülkelerinde Elektrik Üretimi ve Tüketimi (TWh)*, 1973-2013

Ülke	1973		1990		2000		2013	
	Üretim	Tüketim	Üretim	Tüketim	Üretim	Tüketim	Üretim	Tüketim
Fransa	182,5	160,0	420,7	323,3	540,7	410,4	548,6	486,4
Almanya	375,9	337,6	550,0	481,0	576,5	501,4	596,7	576,4
Yunanistan	14,8	13,0	35,0	29,7	53,8	45,0	52,5	55,1
İtalya	145,5	125,8	216,6	218,8	276,6	279,3	278,8	310,7
Japonya	470,3	421,7	842,0	758,8	1058,5	956,5	1007,3	997,7
G. Kore	14,8	12,8	105,4	94,4	290,1	263,1	521,4	523,6
İngiltere	282,0	242,5	319,7	284,4	377,1	340,3	341,2	346,7
ABD	1965,5	1715,9	3218,6	2712,6	4052,7	3589,8	4093,1	4109,8
Türkiye	12,4	10,5	57,5	46,8	124,9	98,3	228,9	209,2
OECD	4484,7	3901,4	7672,4	6630,1	9795,5	8577,6	10369,0	10179,0

Kaynak: OECD/IEA, (2011). Electricity Information 2011, IEA, Key World Energy Statistics 2015, OECD, Energy Generation Data. * Terawatt saat.

Tablo 3 ise, bazı OECD ülkelerinin ve Türkiye’nin 1973-2013 yılları arasında elektrik üretimi ve tüketimi değerleri TWh cinsinden karşılaştırmaktadır. Tablodaki verilere göre OECD ülkeleri arasında Yunanistan’dan sonra en düşük elektrik üretimi ve tüketimi değerlerine sahip olan ülke Türkiye’dir. Tabloda yer alan tüm ülkelerin (Yunanistan, Japonya ve İngiltere’nin 2000 ve 2013 yılları hariç) elektrik üretimi ve tüketimleri 1973 yılından 2013 yılına kadar sürekli bir şekilde artmıştır. Türkiye’de elektrik üretimi ve tüketimi değerleri 1973 yılında 12,4 Twh ve 10,5 Twh iken, 1990 yılında sırasıyla 57,5 Twh ve 46,8 Twh, 2000 yılında sırasıyla 124,9 TWh ve 98,3 Twh ve son olarak 2013 yılında sırasıyla 228,9 TWh ve 209,2 TWh’tir. Türkiye’nin elektrik üretimi ve tüketimi değerlerinin Yunanistan’dan daha fazla olmasının sebebi Türkiye’nin nüfus büyüklüğüne bağlanabilir. Ancak, Türkiye’nin nüfusundan daha az nüfusa sahip olan İngiltere, Fransa, İtalya ve Güney Kore’nin elektrik üretimi ve tüketimi değerlerinin Türkiye’den daha fazla olmasının en önemli nedeni olarak, bu ülkelerdeki kişi başına düşen GSYİH değerlerinin yüksekliği ve bu ülkelerin sanayi ve hizmetler sektörlerinin gelişmişlik düzeylerinin Türkiye’nin gelişmişlik düzeyinden daha ileride olması düşünülebilir.

LİTERATÜR

Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin belirlenmesine yönelik çalışmalar literatürde geniş yer tutmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarında Tablo 4'te değinilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, ele alınan çalışmaların veri seti, örneklem ülke veya ülke grubu, ampirik modelde kullanılan değişkenler ve yöntemle ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tablo 4. Literatürde Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Analiz Eden Bazı Ampirik Çalışmalar

YAZAR (YAYIN YILI)	VERİ	ÜLKE	DEĞİŞKENLER	YÖNTEM	SONUÇ
Ghosh (2002)	1950-1997	Hindistan	- Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	- Johansen-Juselius Eşbütünlüşme Analizi - Granger Nedensellik Testi	Ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Shiu ve Lam (2004)	1971-2000	Çin	- Elektrik Tüketimi - Reel GSYİH	- Johansen Eşbütünlüşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000	Türkiye	- Elektrik Tüketimi - Reel GSYİH	Granger ve Dolado-Lütkepohl Nedensellik Testi	Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Akinlo (2009)	1980-2006	Nijerya	- Elektrik Tüketimi - Reel GSYİH	- Johansen Eşbütünlüşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Odhiambo (2009)	1971-2006	Güney Afrika	- Kişi Başına Düşen Konut Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla - İstihdam Oranı	- Johansen Eşbütünlüşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	-Elektrik tüketimi ve istihdam ekonomik büyümenin Granger nedenidir - Ekonomik büyüme elektrik tüketiminin Granger nedenidir -Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme istihdamın Granger nedeni değildir

Tablo 4. Literatürde Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkinini Analiz Eden Bazı Ampirik Çalışmalar (devamı)

YAZAR (YAYIN YILI)	VERİ	ÜLKE	DEĞİŞKENLER	YÖNTEM	SONUÇ
Quedraogo (2010)	1968-2003	Burkina Faso	- Elektrik Tüketimi - Reel GSYİH - Brüt Yatırımlar	- ARDL Eşbütünleşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	-Ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır -Brüt yatırımlar ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır
Shahbaz ve Feridun (2012)	1971-2008	Pakistan	- Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	- ARDL Eşbütünleşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi -Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Belaïd ve Abderrahmani (2013)	1971-2010	Cezayir	- Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla - Brent Petrol Fiyatı	- Johansen ve Gregory-Hansen Eşbütünleşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	Ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır
Karanfil ve Li (2015)	1980-2010	160 Ülke	- Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla - Kişi Başına Elektrik İthalatı - Kentli Nüfus Oranı	- Perdoni Panel Eşbütünleşme Analizi - Panel Granger Nedensellik Testi -Panel Vektör Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	Farklı ülke gruplarına yönelik farklı sonuçlara ulaşılmıştır (Detaylı bilgi için bkz. ss. 270-271 Tablo 2-3)
Iyke (2015)	1971-2011	Nijerya	- Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla - Tüketici Fiyatları Endeksi	- TAR, MTAR ve Johansen Eşbütünleşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	-Tüketici fiyatları endeksinden elektrik tüketimi ve ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır - Elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır
Bashier (2016)	1976-2013	Ürdün	- Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi - Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	- ARDL Eşbütünleşme Analizi - Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi	Ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır

Literatür incelemesi kapsamında Tablo 4’te sonuçları özetlenen çalışmalar değerlendirildiğinde, çalışmaların genel olarak toplam elektrik tüketimi ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) veya kişi başına düşen elektrik tüketimi ve kişi başına düşen GSYH arasındaki ilişkiyi analiz ettiği görülmektedir. Analiz sonuçları, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü, ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü ve ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında iki yönlü nedensellik bulunduğunu göstermektedir.

VERİ SETİ VE METODOLOJİ

Çalışmada, Türkiye’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1960-2012 dönemi için araştırılmaktadır. Bu kapsamda elektrik tüketimi ve ekonomik büyümeyi temsil eden veri seti yıllık frekansta olup, Dünya Bankası veri tabanından derlenmiştir. Elektrik tüketimini kişi başına düşen elektrik kullanımı (KWh) gösterirken, ekonomik büyümeyi ise sabit fiyatlarla (2005) kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH \$) büyüklüğü temsil etmektedir. Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi temsil eden model Denklem 1’de gösterilmektedir.

$$GDPPC_t = \alpha_0 + \alpha_1 ELC_t + \mu_t \quad (1)$$

Denklem 1’de yer alan GDPPC; ABD doları cinsinden sabit fiyatlarla kişi başına düşen GSYH’yi, ELC ise kilowatt saat cinsinden kişi başına elektrik tüketimini göstermektedir. μ ise hata terimidir. Denklem 1’de ele alınan model ve değişkenler, Ghosh (2002), Shahbaz ve Faridun (2012) ve Bashier (2016) çalışmalarıyla da paralellik göstermektedir.

Ekonometrik analiz çerçevesinde Denklem 1’de yer alan seriler arasındaki uzun dönemli ilişki, yani eşbütünleşme ilişkisi belirlenmektedir. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi analiz edilmeden önce serilerin durağanlığı incelenmektedir. Ekonometrik sonuçlara EViews 8 paket programı yardımıyla ulaşılmıştır.

Birim Kök Testi

Ekonometrik analiz çerçevesinde kullanılacak zaman serilerinin durağanlığı önemli bir konudur. Granger ve Newbold (1974), durağan olmayan serilerle analiz yapılması durumunda tahmin edilen regresyon ilişkisinin sahte olabileceğini belirtmiştir (Savaşan ve Çetintaş, 2008). Bu nedenle öncelikle, ekonometrik çalışmaların önemli bir kısmında serilerin durağanlığının incelenmesi amacıyla kullanılan Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen PP Birim Kök Testi ile birlikte Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (1992) tarafından geliştirilen ve KPSS testi olarak bilinen birim kök testi yardımıyla serilerin

durağanlığı araştırılmıştır. Tablo 5, PP ve KPSS birim kök test sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 5. PP ve KPSS Birim Kök Test Sonuçları

ELC Değişkeni İçin PP Birim Kök Testi Sonuçları					
Model	Düzyey	Birinci Fark	MacKinnon (1996) Kritik Değerler		
			1%	5%	10%
Sabit	12.06 [16]	-4.78 [0]	-3.56	-2.91	-2.59
Sabit ve Trend	1.83 [17]	-8.01 [17]	-4.14	-3.49	-3.17
GDPPC Değişkeni İçin PP Birim Kök Testi Sonuçları					
Model	Düzyey	Birinci Fark	MacKinnon (1996) Kritik Değerler		
			1%	5%	10%
Sabit	2.37 [7]	-7.00 [4]	-3.56	-2.91	-2.59
Sabit ve Trend	-1.51 [3]	-7.74 [6]	-4.14	-3.50	-3.17
ELC Değişkeni İçin KPSS Birim Kök Testi Sonuçları					
Model	Düzyey	Birinci Fark	Kwiatkowski vd. (1992) Kritik Değerler		
			1%	5%	10%
Sabit	0.93 [5]	1.05 [3]	0.73	0.46	0.34
Sabit ve Trend	0.25 [5]	0.15 [15]	0.21	0.14	0.11
GDPPC Değişkeni İçin KPSS Birim Kök Testi Sonuçları					
Model	Düzyey	Birinci Fark	Kwiatkowski vd. (1992) Kritik Değerler		
			1%	5%	10%
Sabit	0.96 [5]	0.30 [4]	0.73	0.46	0.34
Sabit ve Trend	0.20 [5]	-	0.21	0.14	0.11

Not: PP ve KPSS testinde yer alan köşeli parantezler Bartlett Kernel bant genişliğini göstermektedir.

PP Birim kök testinde “birim kök vardır” şeklindeki sıfır hipotezinin herhangi bir kritik düzeyde reddedilmesi gerekmektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi için, PP testi sonucunda hesaplanan t-istatistik değerinin MacKinnon (1996) tarafından hesaplanan kritik değerlerden yüksek olması gerekmektedir. ELC ve GDPPC serilerine öncelikle PP testi yapılmış ve serilerin birinci farkı alındığında elde edilen t-istatistik değerinin, MacKinnon (1996) tarafından hesaplanan kritik değerleri % 1 seviyesinde aştığı belirlenmiştir.

KPSS Birim kök testinde ise sıfır hipotezi, PP testinin tersine “seri durağandır” şeklindedir. Burada da serinin durağan olabilmesi için hesaplanan LM istatistik değerinin, Kwiatkowski vd. (1992) tarafından hesaplanan kritik değerlerden küçük olması gerekmektedir. ELC serisine KPSS testi uygulandığında sa-

bitli ve trendli modelde birinci farkında durağan olduğu görülmektedir. GDP-PC serisi ise sabitli modelde birinci farkında durağan iken, sabitli ve trendli modelde ise düzeyde durağan olduğu görülmüştür.

Eşbütünleşme Analizi

Birim kök testlerini takiben seriler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını saptamak amacıyla eşbütünleşme analizi yapılması gerekmektedir. Literatürde birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönleri bulunan ve seriler arasındaki uzun dönemli ilişkileri araştıran çeşitli yöntemler bulunmakta ve bu yöntemlerden, Engle-Granger (1987), Johansen (1988) ve Johansen-Juselius (1990) serilerin birinci farkında durağan olmaları durumunda uygulanabilmektedirler (Karagöl vd, 2007: 75). Çalışmada Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Autoregressive Distributed Lag) eşbütünleşme (sınır testi) yaklaşımı tercih edilmiştir. ARDL yönteminde, durağanlık düzeyleri dikkate alınmaksızın serilerin düzey değerleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını incelemek mümkündür. Ayrıca sınır testi yaklaşımı, serilerin durağanlık düzeyleri ile ilgili bir kısıtlama getirmemesine ek olarak, az sayıda veri setine sahip olan modellerde de uygulanabilmektedir (Narayan, 2005).

$$\Delta GDPPC_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_1 \Delta GDPPC_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_2 \Delta ELC_{t-i} + \alpha_3 GDPPC_{t-1} + \alpha_4 ELC_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Sınır testi, Denklem 2'de ifade edilen kısıtlanmamış hata düzeltme modeli (UECM)'nin tahmin edilmesi yoluyla uygulanmaktadır. Denklem 2'de yer alan m seriler için uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Denklem 2'de yer alan katsayılar için $H_0: \alpha_3 = \alpha_4 = 0$ ve $H_1: \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq 0$ hipotezlerinin test edilmesi sonucunda belirlenmektedir. Yapılan Wald testi sonucunda hesaplanan F istatistiği Pesaran vd. (2001)'deki tablo alt ve üst kritik değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan F istatistik değerinin üst kritik değerden yüksek olması seriler arasında eşbütünleşmenin varlığını göstermektedir. Diğer iki alternatif durumdan birincisi olan, hesaplanan F istatistik değerinin alt sınırdan küçük olması durumunda eşbütünleşmenin olmadığına karar verilir. İkinci alternatif durum olan, hesaplanan F istatistik değerinin alt ve üst sınırlar arasında kalması durumunda ise eşbütünleşmeye ilişkin herhangi bir karar verilememektedir.

Tablo 6. Sınır Testi İçin Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

m	AIC	LM Testi (prob.)
1*	12.32	0.27
2	12.36	0.38
3	12.44	0.12
4	12.45	0.06
5	12.35	0.29

Not: m gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine (AIC) göre belirlenmiştir. LM testi otokorelasyonun varlığına yönelik olasılık değerlerini göstermektedir. (Prob. > 0,05 olması otokorelasyonun varlığına işaret eden sıfır hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir.)

Sınır testi yönteminin uygulanması sırasında ilk olarak Denklem 2 için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 6, AIC kriterine göre belirlenen uygun gecikme uzunluğunun 1 olduğunu göstermektedir. 1 gecikme uzunluğuna göre model tahmin edildiğinde otokorelasyon sorunuyla da karşılaşılmamıştır.

Tablo 7. Sınır Testi Sonuçları

k	F İstatistiği	% 5 Anlamlılık Düzeyindeki Kritik Alt ve Üst Sınırlar		Sonuç
		Alt Sınır I(0)	Üst Sınır (I)	
1	10.65	3.62	4.16	Eşbütünleşme Vardır

Not: k, modeldeki bağımsız değişken sayısını göstermektedir. Kritik alt ve üst sınır değerleri Peseran vd. (2001: 300) Tablo CI(ii)’den alınmıştır.

Tablo 7, sınır testi sonuçlarını göstermektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi, ilgili katsayılara Wald testi uygulanması sonucunda F istatistik değeri 10,65 olarak hesaplanmıştır. F istatistik değerinin % 5 anlamlılık düzeyindeki kritik üst sınırı aşması seriler arasındaki eşbütünleşmenin varlığını göstermektedir.

Uzun ve Kısa Dönem Katsayılarının Tahmini

Sınır testi sonuçları seriler arasında eşbütünleşmeyi gösterdiği için, Denklem 3’te seriler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ifade eden ARDL modelinin tahmin edilmesi gerekmektedir.

$$GDPPC_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} GDPPC_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} ELC_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklemden bulunan m ve n seriler için uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Uzun dönem ARDL modelinin tahmininden önce yine seriler için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Uygun gecikme uzunlukları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Uzun Dönem ARDL Modeli İçin Gecikme Uzunluğunun Tespiti

m (GDPPC)	AIC	LM Testi (Prob.)	n (ELC)	AIC	LM Testi (Prob.)
0	-	-	0	13.39	0.13
1*	13.67	0.65	1	12.32	0.22
2	13.72	0.68	2*	12.31	0.13
3	13.77	0.16	3	12.32	0.29
4	13.82	0.07	4	12.38	0.13
5	13.78	0.21	5	12.38	0.07

Not: m ve n gecikme uzunlukları Akaike bilgi kriterine (AIC) göre belirlenmiştir. LM testi otokorelasyonun varlığına yönelik olasılık değerlerini göstermektedir. (Prob. > 0,05 olması otokorelasyonun varlığına işaret eden sıfır hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir.)

Tablo 8, AIC kriterine göre belirlenen uygun gecikme uzunluklarının sırasıyla 1 ve 2 olduğunu göstermektedir. Buna göre, uzun dönemde tahmin edilecek model ARDL (1,2) modelidir.

Tablo 9. ARDL (1,2) Modeli İçin Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: GDPPC		
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği
C	682.1633	3.71*
GDPPC(-1)	0.7545	11.14*
ELC	4.0147	11.97*
ELC(-1)	-3.7882	-6.68*
ELC(-2)	0.1910	0.49
Uzun Dönem Katsayıları		
ELC	1,7019	11,72*
C	2780,246	26,12*
Tanımlayıcı İstatistikler		
R ²	0.9960	
Düzeltilmiş R ²	0.9957	
F-istatistiği	2919,95 (0,00)	
Serisel Korelasyon (LM)	3.94 (0.13)	
Değişen Varyans (BPG)	6.38 (0.17)	
Normallik (JB)	0.37 (0.82)	

Not: * % 1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. LM, Breusch-Godfrey Serisel Korelasyon Test Sonucunu, BPG, Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Test Sonucunu, JB, Jarque-Bera Normallik Test Sonucunu ifade etmektedir.

Tablo 9, ARDL (1,2) modelinin tahmin sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen uzun dönem tahmin sonuçlarına göre, ELC uzun dönem katsayısı % 1 düze-

yinde anlamlıdır. Buna göre, 1960-2012 döneminde Türkiye’de kişi başına düşen elektrik tüketimindeki 1 KWh’lık artış, kişi başına düşen GSYH’yi yaklaşık 1,70 dolar arttırmıştır. Model istatistiksel olarak ta güvenilirdir.

Uzun dönem tahmininden sonra, kısa dönemdeki etkileri belirlemek için ise Denklem 4 yardımıyla ARDL yaklaşımına dayalı hata düzeltme modeli (ECM) gösterilmektedir.

$$\Delta GDPPC_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta GDPPC_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta ELC_{t-i} + ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Yine denklemde bulunan m ve n seriler için uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Ayrıca modelde yer alan ECT_{t-1} , uzun dönem denkleminde elde edilen hata terimleri serisinin bir gecikmeli değeri olup, kısa dönem modelinde yer alan “hata düzeltme terimi”dir. Hata düzeltme teriminin katsayısı, kısa dönem dengesizliğin ne ölçüde uzun dönemde düzeltileceğini göstermektedir. Teorik beklenti, katsayının işaretinin negatif ve istatistik bakımından anlamlı olması yönündedir.

Kısa dönem ARDL modelinin (hata düzeltme modelinin) tahmininden önce uzun dönem modelinde olduğu gibi, yine seriler için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Hata düzeltme modeli için uygun gecikme uzunlukları Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. Kısa Dönem ARDL Modeli İçin Gecikme Uzunluğunun Tespiti

m (GDPPC)	AIC	LM Testi (Prob.)	n (ELC)	AIC	LM Testi (Prob.)
0	-	-	0	12.76	0.00
1*	13.76	0.09	1*	12.27	0.56
2	13.79	0.14	2	12.30	0.74
3	13.84	0.16	3	12.34	0.14
4	13.85	0.59	4	12.35	0.22
5	13.91	0.14	5	12.34	0.56

Not: m ve n gecikme uzunlukları Akaike bilgi kriterine (AIC) göre belirlenmiştir. LM testi otokorelasyon varlığına yönelik olasılık değerlerini göstermektedir. (Prob. > 0,05 olması otokorelasyonun varlığına işaret eden sıfır hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir.)

Tablo 10, AIC kriterine göre belirlenen uygun gecikme uzunluklarının her iki değişken için de 1 olduğunu göstermektedir. Buna göre, kısa dönemde tahmin edilecek model ARDL (1,1) modelidir.

Tablo 11. ARDL(1,1) Modeline Dayalı Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Δ GDPPC		
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği
C	8.4434	0.35
Δ GDPPC(-1)	0.6871	4.01*
Δ ELC	4.005	13.05*
Δ ELC(-1)	-3.5533	-5.57*
ECT(-1)	-1.1234	-4.88*
Kısa Dönem Katsayıları		
Δ ELC	1,4445	1,096
C	26,9859	0,3381
ECT(-1)	-1.1234	-4.8812*
Tanımlayıcı İstatistikler		
R ²	0.7924	
Düzeltilmiş R ²	0.7740	
F-istatistiği	42,96 (0,00)	
Serisel Korelasyon (LM)	1.15 (0.56)	
Değişen Varyans (BPG)	8.10 (0.08)	
Normallik (JB)	0.47 (0.78)	

Not: * % 1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. LM, Breusch-Godfrey Serisel Korelasyon Test Sonucunu, BPG, Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Test Sonucunu, JB, Jarque-Bera Normallik Test Sonucunu ifade etmektedir.

Tablo 11, ARDL (1,1) hata düzeltme modelinin tahmin sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre, ELC kısa dönem katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Modelde hata düzeltme teriminin katsayısı (ECT_{t-1}) -1,1234 şeklindedir. Katsayının işareti teorik beklentilere uygun olarak negatiftir ve katsayı istatistiksel olarak da % 1 düzeyinde anlamlıdır. Hata düzeltme katsayısının -1'den küçük olması Narayan ve Smyth (2006)'e göre, sistemin dalgalanarak uzun dönem dengeye yöneleceğini göstermektedir. Ayrıca Banerjee vd. (1998), hata düzeltme katsayısının istatistikî açıdan anlamlılığının yüksek olmasının, seriler arasındaki eşbütünleşmenin daha ileri derecede bir kanıtı olduğunu ifade etmektedir (Savaşan ve Çetintaş, 2008). Türkiye için elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini 1960-2012 dönemi için analiz eden kısa dönem ARDL(1,1) modelinde hata düzeltme terimine ait katsayının istatistiksel bakımdan anlamlı olması, modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu doğrulamaktadır.

Granger (1969) Nedensellik Testi

Önceki bölümde yapılan eşbütünleşme analizi sonucunda kişi başına düşen elektrik tüketimi ve kişi başına düşen GSYH değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlanılmıştır. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme, değişken-

ler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi göstermekle birlikte, Oladipo ve Akinboba (2011: 5)'ya göre; regresyon analizini neticesinde ortaya konulan ilişkiler, değişkenler arasındaki nedenselliğin varlığı ve bu nedenselliğin yönü hakkında bilgi vermemektedir. Ekonometrik çalışmalarda değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini analiz eden ve literatürde en çok kullanılan nedensellik testi Granger (1969) tarafından geliştirilen testtir. Granger (1969) nedensellik testi aşağıdaki iki modelin tahminine dayanmaktadır.

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m \beta_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$Y_t = \chi_0 + \sum_{j=1}^m \chi_j Y_{t-j} + \sum_{j=1}^m \delta_j X_{t-j} + \eta_t \quad (6)$$

Modellerde yer alan ε_t ve η_t hata terimleri birbirleriyle ilişkisizdir. m , mevcut zaman serisi boyutundan daha küçük olan uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir (Granger, 1969, s.431).

Granger nedensellik testine göre ilk denklem Y 'den X 'e doğru, ikinci denklem ise, X 'ten Y 'ye doğru nedenselliği göstermektedir. Granger nedensellik testinde öncelikle bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri uygun gecikme sayısı ile modele bağımsız değişken olarak dâhil edilirken, daha sonra aynı gecikme sayısı ile diğer değişken de modele dâhil edilir (Bağdigen ve Beşer, 2009, s.9). Uygun gecikme sayısının belirlenmesinde bilgi kriterlerinden yararlanılmaktadır. Denklem 5'te yer alan β ve Denklem 6'da yer alan δ katsayılarının Wald testi kullanılarak gecikmeleriyle birlikte topluca anlamlı olup olmadıkları sınanır ($H_0: \beta_1=\beta_2=\dots=\beta_j=0$ ve $H_0: \delta_1=\delta_2=\dots=\delta_j$). Wald testi sonucunda elde edilen F istatistiği, F tablo değerleriyle karşılaştırılarak katsayıların sıfırdan farklı olup olmadıkları belirlenmektedir. Yukarıdaki modellerde sıfır hipotezini sıyanan F istatistiği, Granger nedensellik istatistiği ve buna bağlı olarak yapılan sınama da Granger nedensellik sınaması olarak ifade edilmektedir (Granger, 1969; Stock ve Watson, 2011, s.552).

Çalışmada da GDPPC ve ELC değişkenleri arasındaki Granger (1969) Nedensellik Testi sonuçları aşağıdaki Tablo 12'de özetlenmiştir.

Tablo 12. Granger (1969) Nedensellik Testi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	Sıfır Hipotezi	Gecikme Uzunluğu	Gözlem Sayısı	F İstatistiği (Prob.)	Sonuç
ELC → GDPPC	ELC, GDPPC'nin Granger Nedeni Değildir.	4	48	2,2446 (0,0818)	H ₀ Red
GDPPC → ELC	GDPPC, ELC'nin Granger Nedeni Değildir.	4	48	4,2718 (0,0058)	H ₀ Red

Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde, Olabilirlik Oranı (LR), Son Tahmin Hatası (FPE), Akaike (AIC) ve Hannan-Quinn (HQ) bilgi kriterleri uygun gecikme uzunluğunun 4 olduğunu göstermiştir. Tablo 12'deki sonuçlar incelendiğinde her iki durumda da sıfır hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Buna göre GDPPC ve ELC değişkenleri arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

SONUÇ

Türkiye'de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada, öncelikle değişkenlere ilişkin verilerin durağanlıkları test edilmiştir. Değişkenler arasındaki bütünleşme derecesinin farklı olduğu durumlarda da kullanılabilen ve bu açıdan diğer eşbütünleşme testlerine göre avantajlı olan ARDL eşbütünleşme yaklaşımı tercih edilmiştir. Eşbütünleşme test sonuçları iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğunu göstermiş ve elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki için uzun ve kısa dönem katsayılar tahmin edilmiştir.

Uzun dönem tahmin sonuçlarına göre, ELC uzun dönem katsayısı % 1 düzeyinde anlamlıdır. Bu durum, 1960-2012 döneminde Türkiye'de kişi başına düşen elektrik tüketimindeki 1 KWh'lik artışın kişi başına düşen GSYH'yi yaklaşık 1,70 dolar arttırdığını ifade etmektedir. Elde edilen kısa dönem katsayıları ise anlamsızdır. Fakat, kısa dönem hata düzeltme modelinde yer alan hata düzeltme teriminin (ECT_{t-1}) katsayısı -1,1234 olarak tahmin edilmiştir. Bu katsayının % 1 düzeyinde anlamlı olması teorik beklentilere de uyumludur ve seriler arasındaki ilişkinin güçlü olduğuna dair bir kanıttır.

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin yanında bu ilişkinin yönü de araştırılmış ve Granger nedensellik testi sonucunda elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalarla da karşılaştırıldığında sonuçlar arasında paralellik olduğu görülmektedir. Literatürdeki çalışmalar içinde; Ghosh (2002) ve Shahbaz ve Feridun (2012) ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunduğunu ifade ederken, Shiu ve

Lam (2004), Altınay ve Karagöl (2005), Akinlo (2009) ve Lyke (2015) ise nedenselliğin yönünün elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu ifade etmişlerdir. 1960-2012 döneminde Türkiye ekonomisi çerçevesinde yapılan analize en yakın sonuçlar ise, Odhiambo (2009), Quedraogo (2010), Belaid ve Abderrahmani (2013) ve Bashier (2016) tarafından sırasıyla Güney Afrika, Burkina Faso, Cezayir ve Ürdün için elde edilen sonuçlardır. Bu ülkelere ve 1960-2012 yılları arasında Türkiye’ye yönelik elde edilen sonuçlar, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında iki yönlü nedenselliğe işaret etmektedir. Bu kapsamda Türkiye’de yaşanan ekonomik ilerlemeler ve üretimdeki artış elektrik tüketimini etkilerden, aynı zamanda elektrik tüketimi de özellikle de sanayi kesiminde üretim artışına yol açmakta ve ekonomik ilerlemeyi desteklemektedir.

KAYNAKÇA

- Akan, Y. ve Tak, S., (2003). Türkiye Elektrik Enerjisi Ekonometrik Talep Analizi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler 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. doi: 10.1016/j.jpplmod.2009.03.004.
- Altınay, G. and Karagol, E. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey, *Energy Economics*, 27(6), 849-856. doi: 10.1016/j.eneco.2005.07.002.
- Bağdigen, M. vr Beşer B. (2009), Ekonomik Büyüme ile Kamu Harcamaları Arasındaki Nedensellik İlişkinin Wagner Tezi Kapsamında Bir Analizi: Türkiye Örneği, *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 1-17.
- Bashier, Al-Abdulrazag A. (2016). Electricity Consumption and Economic Growth in Jordan: Bounds Testing Cointegration Approach, *European Scientific Journal*, 12(1), 429-443. doi: 10.19044/esj.2016.v12n1p429.
- Bélaïd, F., and Abderrahmani, F. (2013). Electricity Consumption and Economic Growth in Algeria: A Multivariate Causality Analysis in The Presence of Structural Change. *Energy Policy* 55, 286-295. doi: 10.1016/j.enpol.2012.12.004.
- Bölük, G. and Koç, A. A., (2010). Electricity Demand of Manufacturing Sector in Turkey: A Translog Cost Approach, *Energy Economics*, 32, 609-915. doi: 10.1016/j.eneco.2010.01.007.
- EÜAŞ, (2010). Elektrik Üretim Sektör Raporu 2010, 24 Ocak 2016 tarihinde, http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSekt%C3%B6r+Raporu%2fSektör_Raporu_EUAS_2010.pdf. adresinden erişildi.
- Ghosh, S. (2002). Electricity Consumption and Economic Growth in India, *Energy Policy*, 30(2), 125-129. doi: 10.1016/S0301-4215(01)00078-7.
- Granger, W.J. (1969), Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods, *Econometrica*, 37(3), 424-438. doi: 10.2307/1912791.
- Hamzaçebi, C. ve Kutay, F., (2004). Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 227-233.
- IEA, (2015). Key World Energy Statistics 2015, 25 Ocak 2016 tarihinde, https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf. adresinden erişildi.
- Iyke, B. N. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: A Revisit of The Energy-Growth Debate, *Energy Economics*, 51, 166-176. doi: 10.1016/j.eneco.2015.05.024.

- Jamil, F. and Ahmad, E., (2011). Income and Price Elasticities of Electricity Demand: Aggregate and Sector-wise Analyses, *Energy Policy* 39, 5519-5527. doi: 10.1016/j.enpol.2011.05.010.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. and Ertuğrul, H. M., (2007). Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), 72-80.
- Karanfil, F., and Li, Y. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: Exploring Panel-Specific Differences, *Energy Policy*, 82, 264-277. doi: 10.1016/j.enpol.2014.12.001.
- Kınık, E. (2008). *Türkiye’de Mesken Elektrik Talebi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., and Shin, Y. (1992). Testing The Null Hypothesis of Stationarity Against The Alternative of A Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have A Unit Root?. *Journal of Econometrics*, 54(1), 159-178. doi: 10.1016/0304-4076(92)90104-Y.
- Mavi Kitap, (2011). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri, 4 Ocak 2016 tarihinde , [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments %2fMavi+Kitap%2fMavi_Kitap_2011.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMavi_Kitap_2011.pdf). adresinden erişildi.
- Narayan, P.K. (2005), The Saving and Investment Nexus For China: Evidence From Cointegration Tests, *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990. doi: 10.1080/00036840500278103.
- Narayan, P.K. and Smyth, R. (2006), What Determines Migration Flows From Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-US Migration 1972-2001, *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342. doi: 10.1093/cep/byj019.
- Odhambo, N. M. (2009). Electricity Consumption And Economic Growth in South Africa: A Trivariate Causality Test, *Energy Economics*, 31(5), 635-640. doi: 10.1016/j.eneco.2009.01.005.
- OECD/IEA, (2011). Electricity Information 2011, 3 Ocak 2016 tarihinde, http://www.oecd-ilibrary.org/energy/electricity-information-2011_electricity-2011-en. adresinden erişildi.
- OECD, Energy Generation Data, 25 Ocak 2016 tarihinde , <https://data.oecd.org/energy/electricity-generation.htm>. adresinden erişildi.
- Oladipo, S.O. and Akinbobola, T.O. (2011), Budget Deficit And Inflation In Nigeria: A Causal Relationship, *Journal Of Emerging Trends In Economics And Management Sciences*, 2(1), 1-8.

- Peseran, M.H., Smith R.J. and Shin Y. (2001), Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships, *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. doi: 10.1002/jae.616.
- Phillips, P. and Perron P. (1988). Testing For a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika* 75(2), 335-346. doi: 10.1093/biomet/75.2.335.
- Ouédraogo, I. M. (2010). Electricity Consumption and Economic Growth in Burkina Faso: A Cointegration Analysis, *Energy Economics*, 32(3), 524-531. doi: 10.1016/j.eneco.2009.08.011.
- Savaşan, F., ve Çetintaş, H. (2008). Kamu Sağlık-Eğitim Harcamaları ve Büyüme, 24. *Türkiye Maliye Sempozyumu*, 18-23.
- Shahbaz, M. and Feridun, M. (2012). Electricity Consumption and Economic Growth Empirical Evidence From Pakistan, *Quality & Quantity*, 46(5), 1583-1599. doi: 10.1007/s11135-011-9468-3.
- Shiu, A., and Lam, P. L. (2004). Electricity Consumption And Economic Growth in China, *Energy policy*, 32(1), 47-54. doi: 10.1016/S0301-4215(02)00250-1
- Stock, J.H. ve Watson, M.W. (2011), *Ekonometriye Giriş*. B. Saraçoğlu (Çev.), Ankara: Efil.
- TEİAŞ, Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi 1913-2014, 22 Şubat 2016 tarihinde, [http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/istatistik2014/kguc\(1-13\)/1.xls](http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/istatistik2014/kguc(1-13)/1.xls). adresinden erişildi.
- TEİAŞ, Türkiye Kişi Başına Kurulu Güç, Brüt Üretim ve Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1923-1974), 22 Şubat 2016 tarihinde, [http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/ist2006/27_\(23-74\).xls](http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/ist2006/27_(23-74).xls). adresinden erişildi.
- TEİAŞ, Türkiye ve Kişi Başına Kurulu Güç – Brüt Üretim – Arz – Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2014), 22 Şubat 2016 tarihinde, [http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/istatistik2014/uretim%20tuketim\(24-48\)/33\(1975-2014\).xls](http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/istatistik2014/uretim%20tuketim(24-48)/33(1975-2014).xls) adresinden erişildi.
- The World Bank, World Development Indicators, 26 Şubat 2016 tarihinde, <http://databank.worldbank.org/data>. adresinden erişildi.