

Türkiye’de Büyüme ve Sektörel Bazda Elektrik Tüketimi Arasındaki İlişki

Selim BAŞAR¹
Bengü TOSUN²
Ayvaz BARTİK³



Geliş Tarihi/ Received	Kabul Tarihi/ Accepted	Yayın Tarihi/ Published
21/04/2020	01/07/2020	15/07/2020
Citation/Atıf: Başar, S. Tosun, B. ve Bartik, A., (2020), Türkiye’de Büyüme ve Sektörel Bazda Elektrik Tüketimi Arasındaki İlişki, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 34(3): 1089-1109, DOI: 10.16951/atauniiibd.724638		

Özet: İnsanlığın var oluşundan günümüze kadar geçen sürede değişen hayat şartlarına bağlı olarak kullanılan enerji kaynakları farklılık göstermiştir. Özellikle Sanayi Devrimi ile birlikte üretim ve tüketimin artması ve dolayısıyla büyüme olgusunun ekonomiler açısından önemli bir hedef haline gelmesi, enerji kaynaklarının üretim sürecinde daha fazla kullanılmasına, buna bağlı olarak enerji tüketiminin büyüme ile ilişkilendirilmesine yol açmıştır. Bu durum konuya ilişkin olarak geliştirilen çalışmaların artmasına neden olmuş, literatürde enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki bazı kullanım avantajları sebebiyle elektrik enerjisi perspektifinden sıklıkla ele alınmıştır.

Elektrik tüketimi, üretim sürecinde geniş bir kullanım alanına sahip olması ve hem tek başına, hem de emek ve sermaye faktörlerinin bir tamamlayıcısı olması yönüyle büyüme sürecine önemli derecede katkı sunmaktadır. Elektrik tüketimi - büyüme ilişkisi ise özellikle oluşturulacak enerji politikaları açısından önem arz etmektedir. Türkiye için gerçekleştirilen çalışmada, 1990 – 2018 dönemi kapsamındaki veriler kullanılarak sektörel elektrik tüketimi - büyüme ilişkisi ARDL Sınır Testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda, hane halkı ve aydınlatma sektörlerindeki elektrik tüketiminin büyüme üzerindeki etkisinin pozitif, sanayi sektöründeki elektrik tüketiminin etkisinin negatif olduğu tespit edilmiştir. İlişkinin yönünü belirlemek amacıyla yapılan nedensellik testi sonuçları ise, büyümeden hane halkı ve resmi dairelerdeki elektrik tüketimine; sanayi ve aydınlatma sektörlerindeki elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Tüketimi, Büyüme, ARDL, Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi.

Relationship between Growth and Sectoral Electricity Consumption in Turkey

Abstract: In the period from the existence of mankind to the present, the energy sources used differ depending on the changing life conditions. Especially with the Industrial Revolution, the increase in production and consumption, and the fact that growth has become an important target for economies, has led to more use of energy resources in the production process and,

¹Prof. Dr. Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü, <https://orcid.org/0000-0003-0926-2843>

²Doktora Öğrencisi Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0002-5969-4612>

³Doktora Öğrencisi Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0003-2856-5137>

accordingly, the association of energy consumption with growth. This situation has increased the studies developed on the subject, and in the literature, the relationship between energy consumption and growth has been handled from the perspective of electrical energy due to some usage advantages.

The fact that electricity consumption has a wide use in the production process and contributes significantly to the growth process both alone and as a complement to labor and capital factors. The relationship electricity consumption - growth is especially important in terms of energy policies to be created. This study was performed for Turkey, with the using of data from 1990 - 2018 period, the relationship sectoral electricity consumption - growth were examined by the ARDL Bounds Test and Toda-Yamamoto causality test. As a result of the analysis, it has been determined that the effect of electricity consumption in the household and illumination sectors on growth is positive and the effect of electricity consumption in the industry sector is negative. The causality test results conducted to determine the direction of the relationship, it has been observed that there is a one-way causality relationship from growth to electricity consumption of households and government agencies and from electricity consumption of industry and illumination sectors to growth.

Key Words: Electricity Consumption, Growth, ARDL, Toda-Yamamoto Causality Analysis.

EXTENDED SUMMARY

1. Background

In the process that started with the Industrial Revolution and extends to the present day, the increase in production and consumption activities accelerated the growth process of economies.

With the increase in production, energy use has increased and energy has been an important factor of the production process. The need for energy has become more evident with the effect of technological developments. Energy, which is an important input especially for investments, has contributed to growth. Among the energy sources, electricity distinguished from others with its features such as being available from primary sources, not polluting the environment during use, ease of transmission, division, and wide consumption area. Therefore, the effect of electricity consumption on the growth process has become an issue to be examined. Examining the relationship between electricity consumption and growth is important for establishing energy policies.

2. Purpose

The study aims to analyze the relationship between sectoral electricity consumption and growth for Turkey with the data of 1990-2018 period. For this purpose, the relationship between variables is investigated by using the electricity consumption data of household, industrial, commercial, illumination and government agencies sectors. There has been an increase in electricity consumption with the increase in growth in Turkey. However, the sectoral shares of electricity consumption have changed over time. With the growth, electricity consumption increased in household, commercial and government agencies sectors. For this reason, it is thought that determining the direction of the relationship between sectoral electricity consumption and growth will contribute to the policies to be implemented.

3. Methodology

In the analysis, whether the variables contain unit root or not is investigated with the Lee Strazicich unit root test, and it is seen that the variables are stationary at different levels. Since the variables are not stationary at the same level, the ARDL Bounds Test approach developed by Pesaran, Shin, Smith (2001) is used to investigate the short and long term relationship between the variables. In the ARDL Bounds Test approach, a F statistic is calculated to determine the cointegration relationship between the variables. The calculated statistic is compared with the critical values calculated by Pesaran et al. (2001) and comments can be made about the cointegration relationship. Following the determination of the cointegration relationship between the variables, the long-term and short-term coefficients are calculated according to the ARDL model. After estimating short and long term relationships, the causal relationship between sectoral electricity consumption and growth is investigated. For this purpose, the causality test of Toda and Yamamoto (1995), which can be used even though the variables are stationary at different levels regardless of the cointegration relationship, is applied.

4. Results and Conclusions

As a result of the analysis, it is observed that there is a positive relationship between electricity consumption and growth in the household and illumination sectors, and a negative relationship between growth and electricity consumption in the industrial sector. However, there is no statistically significant relationship between growth and electricity consumption in government agencies. In addition, it is observed that there is a one-way causality relationship from growth to electricity consumption of households and government agencies and from electricity consumption of industry and illumination sectors to growth. There is no causal relationship between electricity consumption of trade sector and growth. According to the results, the relationship between electricity consumption of industry and illumination sectors and growth can be evaluated within the framework of the growth hypothesis. The relationship between electricity consumption of households and government agencies and growth can be considered within the framework of the conservation hypothesis. The relationship between electricity consumption of trade sector and growth can be explained within the framework of the neutrality hypothesis.

1. Giriş

Sanayi Devrimi ile başlayan ve günümüze kadar uzanan süreçte üretim ve tüketim faaliyetlerinde artış yaşanmış; dolayısıyla ekonomilerin büyüme süreci hızlanmıştır. Üretimdeki artış ile enerji kullanımı da artış göstermiş; enerji, üretim sürecinin önemli bir faktörü haline gelmiştir. Teknolojik gelişmelerin etkisiyle artan enerji ihtiyacı, bilhassa yatırımlar için önem arz eden bir girdi olarak öne çıkmış, bu anlamda ekonomik büyüme sürecine katkı sağlamıştır.

Enerji kaynakları temel olarak “birincil enerji kaynakları” ve “ikincil enerji kaynakları” olmak üzere iki başlığa ayrılarak incelemeye tabi tutulmaktadır. Birincil enerji kaynaklarını kömür, rüzgâr, petrol, doğalgaz gibi kaynaklar oluşturmakta; ikincil enerji kaynakları ise elektrik, benzin ve mazot benzeri petrol ürünleri gibi birincil kaynakların belirli süreçlerden geçirilerek işlenmesi ile elde edilen kaynaklardan meydana gelmektedir. Enerji kaynakları içerisinde elektrik, birincil kaynaklardan elde edilebilmesi, kullanım esnasında çevreyi kirletmemesi, iletim kolaylığı, bölünebilir olması, tüketim alanının geniş olması gibi özellikleri ile öne çıkmaktadır (Ağır ve Kar, 2010: 151).

Türkiye açısından incelendiğinde, elektrik tüketiminin yıllar içerisinde artış gösterdiği göze çarpmaktadır. 1990 yılı itibariyle Türkiye’de 46,820 GWh olarak gerçekleşen elektrik tüketiminin 2018 yılı itibariyle 258,232 GWh seviyesine ulaştığı görülmektedir. Elektrik tüketiminin sektörler içerisindeki payı incelendiğinde ise, 1990 yılında %62.4 sanayi, %19.6 mesken, %5.5 ticaret, %3.1 resmi daire, %2.6 aydınlatma ve %6.8 diğer sektörler olarak gerçekleşen sektörel elektrik tüketimi, 2018 yılında %45.6 sanayi, %21.1 mesken, %20.4 ticaret, %4.6 resmi daire, %1.8 aydınlatma ve %6.5 diğer sektörler şeklinde gerçekleşmiştir. Buradan hareketle büyüme hızlandıkça elektrik tüketiminde artış yaşandığı, ancak elektrik tüketiminin sektörel paylarının zaman içerisinde değişiklik gösterdiği ve büyüme ile birlikte hane halkı, ticaret ve resmi daire sektörlerinde elektrik tüketiminin arttığı sonucuna ulaşılabilmektedir. Bu doğrultuda, elektrik tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkinin yönünün elektrik tüketiminden büyümeye doğru gerçekleşebileceği gibi, büyümeden elektrik tüketimine şeklinde ortaya çıkabileceği söylenebilir. Dolayısıyla, büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin incelenmesi, enerji politikalarının oluşturulması noktasında önem arz etmektedir.

Elektrik tüketimi - büyüme ilişkisi, enerji tüketimi ile büyüme ilişkisi çerçevesinde *büyüme (growth) hipotezi*, *koruma (conversation) hipotezi*, *çift yönlü nedensellik (feedback) hipotezi* ve *yansızlık (neutrality) hipotezi* olmak üzere dört yaklaşım ile açıklanmaktadır. *Büyüme hipotezi*, elektrik tüketiminin büyüme üzerinde önemli bir rolü olduğunu ileri sürmektedir. Bu görüşe göre, üretim sürecine bir girdi şeklinde katkıda bulunmasına ek olarak elektrik tüketimi, sermaye ve emek faktörlerini tamamlayıcısı olarak rol almakta ve böylece büyüme üzerinde etkili olmaktadır. Hipotez, elektrik tüketimindeki artışın büyümeyi pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. *Koruma hipotezinde*, büyümedeki artışın elektrik tüketimini pozitif yönde etkilediğini öne sürülmektedir. Bu durumda elektrik tüketimini, enerji israfını ve atıkları azaltmaya yönelik olarak uygulanacak olan enerji tasarrufu politikalarının büyüme üzerindeki etkisinin çok az olacağı veya hiçbir etkisinin olmayacağı düşünülmektedir. Ancak Squalli (2007), elektrik tüketimindeki artışın büyümeyi negatif etkileyebileceğini öne sürmektedir. Bu durum ekonomide nispeten verimsiz sayılabilecek sektörlerdeki aşırı elektrik kullanımından, kapasite kısıtlamalarından veya enerji üretimindeki verimsizliklerden kaynaklanabileceği

gibi, üretim esnasında daha az elektrik kullanan sektörlerin ülke üretimindeki payının artması ile ilişkilendirilebilir. Diğer taraftan yazar, büyümedeki artışın da elektrik tüketimini olumsuz yönde etkileyebileceğini öne sürmektedir. Yazara göre elektrik tüketimi üzerindeki söz konusu olumsuz etki, enerji tüketiminin altyapı, siyasi ve yönetsel engellerle kısıtlanmasından dolayı ortaya çıkabilir. Ek olarak, kaynakların yanlış yönetimi yoksulluk seviyesinde artışa neden olabilir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak enerji dahil olmak üzere mal ve hizmetlere olan talep azalabilir. *Çift yönlü nedensellik hipotezinde*, elektrik tüketimi ile büyüme arasındaki karşılıklı bir ilişki olduğu vurgulanmakta, her iki değişkenin birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğu belirtilmektedir. *Yansızlık hipotezinde* ise, elektrik tüketiminin ülkenin üretimini çok küçük bir bölümünü temsil ettiği düşünülmektedir, dolayısıyla elektrik tüketiminin büyüme üzerindeki etkisinin çok küçük olacağı veya iki değişken arasında anlamlı bir ilişki tespit edilemeyeceği savunulmaktadır. Koruma hipotezinde olduğu gibi yansızlık hipotezinde de enerji tasarrufu politikalarının büyüme üzerindeki herhangi bir etkisinin olmayacağı ileri sürülmektedir (Squalli, 2007: 1193-1194; Apergis ve Payne, 2009: 642-643; Payne, 2010: 723).

Elektrik tüketiminin büyüme sürecindeki yeri ve öneminden hareketle geliştirilen çalışmada, Türkiye için elektrik tüketimi – büyüme ilişkisi araştırılmış, bu amaç doğrultusunda mesken, sanayi, ticaret, aydınlatma ve resmi daireler sektörlerindeki elektrik tüketimi verileri kullanılarak sektörel bazda elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi 1990-2018 dönemi kapsamında ARDL Testi ve Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile incelenmiştir. Konuya ilişkin olarak geliştirilen çalışmalarda genel olarak toplam enerji tüketiminin ele alındığı görülmektedir. Elektrik tüketimi kapsamında geliştirilen çalışmalarda ise genel olarak toplam elektrik tüketimi kullanılmakta, sektörel açıdan inceleme yapılan kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca söz konusu çalışmaların ağırlıklı olarak nedensellik analizleri çerçevesinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu çalışmada elektrik tüketiminin sektörel olarak ele alınması ve nedensellik analizlerinin yanı sıra katsayı tahminleri ile sektörel elektrik tüketiminin büyüme üzerindeki etki düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın izleyen bölümünde konu ile ilgili geliştirilen çalışmalara ilişkin literatür özeti sunulmuş, ardından veri seti, yöntem ve elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

2. Literatür Özeti

Enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisi ve enerji politikalarının oluşturulmasındaki yeri ve öneminden ötürü literatürde konuyla ilişkin olarak pek çok çalışmanın geliştirildiği görülmektedir. Söz konusu çalışmaların temelini Kraft ve Kraft (1978) tarafından gerçekleştirilen analiz oluşturmaktadır. Sims (1972) tarafından geliştirilen yöntem ile 1947-1974 dönemi kapsamında ABD için enerji tüketimi - büyüme ilişkisi incelenmiş, elde

edilen bulgular nedensellik ilişkisinin büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü olarak gerçekleştiğini göstermiştir. Dolayısıyla çalışmada enerji tasarrufuna yönelik politikaların cazip bir politika seçeneği olacağı ve bu politikaların büyümeyi olumsuz yönde etkilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Akarca ve Long (1980), Kraft ve Kraft (1978)’in çalışmasında kullanılan veri ve metodolojiyi kullanarak 1947-1972 dönemi kapsamında analizi yeniden gerçekleştirmiş, ancak değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Enerji tüketimi - büyüme ilişkisini inceleyen temel çalışmalardan bir diğeri Erol ve Yu (1987)’ya aittir. Çalışmada değişkenler arasındaki ilişki, altı sanayileşmiş ülke için 1952-1982 dönemi kapsamında incelenmiştir. Analiz sonucunda nedensellik ilişkisinin Kanada için enerji tüketiminden büyümeye, Almanya ve İtalya için büyümeden enerji tüketimine gerçekleştiği görülmüş, Japonya için ise çift yönlü bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir. İngiltere ve Fransa’da ise değişkenler arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Stern (1993) ise diğer çalışmalardan farklı olarak çok değişkenli bir analiz gerçekleştirmiş ve büyüme ile emek, sermaye ve enerji tüketimi ilişkisini incelemiştir. VAR analizi ve Granger nedensellik testleri kullanılarak yürütülen analiz sonucunda değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı görülmüş ancak, yakıt kompozisyonunun değiştirilmesi ile oluşturulan enerji tüketimi serisi ile büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin enerjiden büyümeye doğru gerçekleştiği tespit edilmiştir. Masih ve Masih (1996), altı Asya ülkesi için 1955-1990 dönemi kapsamında eşbütünleşme ve nedensellik testlerini kullanarak enerji tüketimi ile büyüme ilişkisini araştırmışlardır. Eşbütünleşme sonuçları Hindistan, Pakistan ve Endonezya için değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu göstermiş, söz konusu ülkeler için gerçekleştirilen test sonuçları nedenselliğin Hindistan açısından enerji tüketiminden büyümeye, Endonezya açısından büyümeden enerji tüketimine olduğunu göstermiş, Pakistan açısından çift yönlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Eşbütünleşik olmayan Malezya, Singapur ve Filipinler’de ise değişkenler arasında bir nedenselliğin söz konusu olmadığı tespit edilmiştir.

İlgili literatürde enerji tüketimi-büyüme ilişkisini sektörel açıdan ele alan çalışmalar da mevcuttur. Şahbaz ve Yanar (2013), çalışmalarında Türkiye’de sektörel enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiyi 1970-2010 dönemi kapsamındaki verileri kullanarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi yöntemi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgular, büyümeden tarım ve çevrim santrali sektörleri enerji tüketimine doğru tek yönlü; büyüme ile enerji tüketiminin enerji dışı amaçlarla yapıldığı sektörler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Sanayi ve konut sektörlerindeki enerji tüketimi ile büyüme arasında ise herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Yılmaz vd. (2016), Türkiye’de sektörel enerji tüketimini 1970-2013 dönemi için çıktı, yapısal ve yoğunluk etkileri kapsamında ayrıştırma analizi yöntemini kullanarak ele almışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, sektörel enerji tüketimi ile üretim artışı arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüş, enerji

yoğun sektörlerin büyüme içindeki payının yüksek olmasından kaynaklı olarak büyümenin sektörel enerji tüketimindeki artışın temel kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Usta ve Berber (2017), Türkiye’de sektörel enerji tüketimi - büyüme ilişkisini 1970-2012 dönemi kapsamında Toda-Yamamoto nedensellik analizini kullanarak incelemiştir. Analiz bulguları, ulaştırma ve sanayi sektörlerindeki enerji tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu göstermiştir. Tarım ve hane halkı sektörlerindeki enerji tüketimi ile büyüme arasında ise herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir.

Enerji tüketiminin çalışmalarda yaygın olarak kullanılması, yapılan analizlerin farklılaşmasına yol açmış, toplam enerji tüketiminin yanı sıra kömür, doğalgaz, elektrik tüketimi gibi farklı enerji bileşenleri kullanılarak yapılan çalışmaların sayısı zaman içinde artış göstermiştir. Tablo 1.’de elektrik tüketimi- büyüme ilişkisini araştıran çalışmaların bazıları sunulmaktadır.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazarlar (Yıl)	Dönem, Ülke/Ülke Grubu	Yöntem	Sonuç
Uluslararası Çalışmalar			
Ghosh (2002)	1950-1997, Hindistan	Granger Nedensellik	Büyüme → Elektrik tüketimi
Jumbe (2004)	1970-1999, Malavi	Granger Nedensellik	Büyüme ↔ Elektrik tüketimi
Narayan ve Prasad (2008)	1960-2002, 30 OECD ülkesi	Bootstrapped Granger Nedensellik	8 ülke: Elektrik tüketimi → Büyüme 6 ülke: Büyüme → Elektrik tüketimi
Wolde-Rufael (2006)	1971-2001, 17 Afrika ülkesi	Toda Yamamoto Nedensellik	6 ülke: Büyüme → Elektrik tüketimi 3 ülke: Elektrik tüketimi → Büyüme 3 ülke: Büyüme ↔ Elektrik tüketimi
Apergis ve Payne (2011)	1990-2006, Düşük, alt-orta, üst-orta ve yüksek gelir grubuna mensup 88 ülke	Panel eşbütünleşme, Vektör Hata Düzeltme	Yüksek ve Üst Orta gelir: Kısa ve uzun dönemde Büyüme ↔ Elektrik tüketimi Alt orta gelir: Kısa dönemde - Elektrik tüketimi → Büyüme, Uzun Dönemde: Büyüme → Elektrik tüketimi Düşük gelir: Elektrik tüketimi → Büyüme
Abdoli, Gudarzi, Dastan (2015)	1980-2011, OPEC ülkeleri	Panel Eşbütünleşme, Panel Hata Düzeltme	Büyüme → Elektrik tüketimi
Ulusal Çalışmalar			
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000, Türkiye	Granger Nedensellik	Elektrik tüketimi → Büyüme
Karagöl, Erbaykal, Ertuğrul (2007)	1974-2004, Türkiye	ARDL Sınır Testi	Elektrik tüketimi büyümeyi (-) yönde etkilemektedir.

Tablo 1 Devamı: Literatür Özeti

Kar ve Kınık (2008)	1975-2005, Türkiye	Johansen eşbütünleşme, Hata Düzeltme Granger Nedensellik	Toplam elektrik tüketimi→ Büyüme Sanayi elektrik tüketimi→ Büyüme Büyüme↔ Hane halkı elektrik tüketimi	
Polat, Uslu, San (2011)	1950-2006, Türkiye	ARDL Sınır Testi, Hata Düzeltme Granger Nedensellik	Elektrik tüketimi→ Büyüme	
Aktaş ve Yılmaz (2012)	1970-2004, Türkiye	Hata Düzeltme Granger Nedensellik	Kısa dönemde - Büyüme↔ Elektrik tüketimi, Uzun Dönemde: Büyüme →Elektrik tüketimi	
Yapraklı ve Yurttaçıkırmaz (2012)	1970-2010, Türkiye	Johansen Eşbütünleşme, Hata Düzeltme Granger Nedensellik	Büyüme↔ Elektrik tüketimi	
Tayyar (2019)	1970-2017, Türkiye	Toda-Yamamoto ve Dolado-Lütkepohl Nedensellik	Toda-Yamamoto	Dolado-Lütkepohl
			Büyüme ↔ Ticari, Mesken, Sanayi Büyüme→Aydınlatma Toplam ve Resmi →Büyüme	Büyüme →Mesken, Aydınlatma ve Diğer

Literatür özetindeki çalışmalarda genellikle nedensellik analizlerinin gerçekleştirildiği görülmektedir. Ancak yapılan analizler sonucunda herhangi bir fikir birliğine ulaşılamamış, elde edilen bulgular çalışılan dönem, ele alınan ülkeler ve kullanılan yöntemle ilgili olarak değişkenlik göstermiştir. Bazı çalışmalarda nedenselliğin elektrik tüketiminden büyümeye doğru olduğu tespit edilirken, bazı çalışmalarda tersi bulgulara ulaşılmıştır. Ayrıca literatürde, nedenselliğin yönünün çift yönlü olarak gerçekleştiği bulgusuna ulaşan çalışmalar da mevcuttur. Her ne kadar değişkenler arasındaki ilişkinin yönü hakkında bir fikir birliğine varılamamış olsa da, elektrik tüketimi - büyüme ilişkisinin incelenmesinin, oluşturulacak enerji politikalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

3. Veri Seti, Yöntem ve Bulgular

Türkiye için 1990-2018 dönemi verileri ile gerçekleştirilen bu çalışmada, elektrik tüketiminin büyüme üzerindeki etkisinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Analizde kullanılan değişkenlerin açıklamaları Tablo 2.’de yer almaktadır.

Tablo 2: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişken	Açıklama	Kaynak
lngdp	GSYİH (ABD Doları)	Dünya Bankası
lnpop	15-64 yaş arasındaki toplam nüfus	Dünya Bankası
lncap	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Dünya Bankası
house	Hane halkı elektrik tüketimi (%)	TEDAŞ
indust	Sanayi sektöründeki elektrik tüketimi (%)	TEDAŞ
commer	Ticaret sektöründeki elektrik tüketimi (%)	TEDAŞ
illum	Aydınlatma sektöründeki elektrik tüketimi (%)	TEDAŞ
gov	Resmi dairelerdeki elektrik tüketimi (%)	TEDAŞ

Analizde bağımlı değişken olarak ve büyümeyi temsilen doğal logaritması alınarak ABD doları cinsinden GSYİH verileri kullanılmıştır. Sektörel elektrik tüketimini temsilen toplam elektrik tüketiminin yüzdesi cinsinden hane halkı, sanayi ve ticaret sektörü elektrik tüketimi verileri kullanılmış, elektrik tüketimi verileri dışında emek ve sermaye değişkenleri doğal logaritmaları alınarak açıklayıcı değişken olarak modellere dahil edilmiştir. Analizler hane halkı, sanayi ve ticaret sektörleri olmak üzere beş ayrı model oluşturularak gerçekleştirilmiş, söz konusu modellere ait denklemler aşağıda sunulmuştur:

$$\text{lngdp}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{lnpop}_t + \beta_3 \text{lncap}_t + \text{house}_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\text{lngdp}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{lnpop}_t + \beta_3 \text{lncap}_t + \text{indust}_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{lngdp}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{lnpop}_t + \beta_3 \text{lncap}_t + \text{commer}_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\text{lngdp}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{lnpop}_t + \beta_3 \text{lncap}_t + \text{illum}_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\text{lngdp}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{lnpop}_t + \beta_3 \text{lncap}_t + \text{gov}_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

Denklemlerde lngdp_t , GSYİH; lnpop_t , toplam işgücü; lncap_t , gayrisafi sermaye oluşumu; house_t , hane halkı elektrik tüketimi, indust_t , sanayi sektörü elektrik tüketimi; commer_t , ticaret sektörü elektrik tüketimi; illum_t aydınlatma sektörü elektrik tüketimi ve gov_t , resmi dairelerdeki elektrik tüketimi değişkenlerini göstermektedir. ε_t hata terimidir.

Analizde öncelikle serilerin birim kök içerip içermedikleri araştırılmıştır. Zaman serisi analizlerinde serilerin durağan olması önem arz etmektedir, birim kök içeren seriler ile gerçekleştirilen analiz sonucunda sahte regresyon problemi ile karşılaşılması olası olduğundan analizler uygun olmayan sonuçlar verecektir (Göktaş, 2005: 5). Analizde ele alınan dönem göz önünde bulundurularak iki yapısal kırılma içeren Lee ve Strazicich (2003) Birim Kök Testi kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 3.'te yer almaktadır.

Tablo 3: Lee- Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Kırılma Tarihleri	t istatistiği	Kritik Değerler
lngdp	2000 2008	-7.1630**	1% -7.196
			5% -6.312
			10% -5.893
lnicap	2000 2008	-5.8466	1% -7.196
			5% -6.312
			10% -5.893
lnpop	2000 2011	-5.1148	1% -6.693
			5% -6.175
			10% -5.825
house	2000 2006	-16.867***	1% -6.750
			5% -6.108
			10% -5.779
indust	2003 2015	-7.0201***	1% -6.821
			5% -5.917
			10% -5.541
commer	2002 2008	-6.3263**	1% -7.196
			5% -6.312
			10% -5.893
illum	2002 2015	-7.6424***	1% -6.821
			5% -5.917
			10% -5.541
gov	2002 2011	-6.0194*	1% -7.004
			5% -6.185
			10% -5.828
Δlnicap	1999 2006	-8.4537***	1% -6.932
			5% -6.175
			10% -5.825
Δlnpop	1999 2006	-7.1256***	1% -6.932
			5% -6.175
			10% -5.825
Δgov	2004 2007	-7.7457***	1% -6.963
			5% -6.201
			10% -5.890

Not: Δ ifadesi serinin farkının alındığını***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Birim kök testi sonuçları, lncap, lnpop ve gov değişkenlerinin birinci farklarında durağan olduklarını, diğer değişkenlerin ise düzey değerlerinde durağan olduklarını göstermektedir. Değişkenler aynı düzeyde durağan olmadıklarından, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkisinin araştırılması için Pesaran, Shin, Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL Sınır Testi yaklaşımı kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi yaklaşımında öncelikle değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin tespiti için bir F istatistiği hesaplanmakta, hesaplanan istatistik Pesaran ve diğ. (2001) kritik değerleri ile karşılaştırılarak eşbütünleşme ilişkisi hakkında yorum yapılabilmektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespitinin ardından belirlenen

ARDL modeline göre uzun dönem ve kısa dönem katsayıları tespit edilmektedir.

Analizler (1), (2), (3), (4) ve (5) nolu eşitliklerde verilen her model için ayrı olarak gerçekleştirilmiştir. Sınır testi yaklaşımı uygulanmadan önce ilk olarak uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için, Akaike, Schwarz, Hannan – Quin gibi bilgi kriterlerinden faydalanılmakta, en küçük bilgi kriterine sahip ve otokorelasyon içermeyen gecikme uzunluğu, modellerin gecikme uzunluğu olarak belirlenmektedir. Çalışmada maksimum gecikme uzunluğunun 4 olmasına karar verilmiş, gecikmelere ilişkin Akaike kriter göstergeleri ve Breusch-Godfrey otokorelasyon test istatistikleri Tablo 4.'te sunulmuştur.

Tablo 4: Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

	Gecikme uzunluğu	AIC	LM(1)
	Model 1	1	-3.274*
2		-3.274	0.417
3		-3.205	0.179
4		-3.857	0.000
Model 2	Gecikme uzunluğu	AIC	LM(1)
	1	-3.345*	0.112*
	2	-3.300	0.341
	3	-3.300	0.341
	4	-3.772	0.000
Model 3	Gecikme uzunluğu	AIC	LM(1)
	1	-3.087*	0.810*
	2	-3.057	0.894
	3	-3.073	0.291
	4	-3.363	0.033
Model 4	Gecikme uzunluğu	AIC	LM(1)
	1	-3.142	0.468
	2	-3.241*	0.530*
	3	-3.241	0.530
	4	-3.481	0.000
Model 5	Gecikme uzunluğu	AIC	LM(1)
	1	-3.089	0.811
	2	-3.148	0.995
	3	-3.126	0.394
	4	-3.194*	0.419*

Not: AIC, Akaike Kriter Değeri; LM(1), Breusch-Godfrey otokorelasyon test istatistiğidir. * işareti, uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Tablo 4.'teki bulgulardan hareketle en küçük Akaike değerini sağlayan ve otokorelasyon içermeyen gecikme uzunlukları uygun gecikme uzunluğu olarak belirlenmiştir. Gecikme uzunluklarının tespitinin ardından her bir model için tespit edilen gecikme uzunlukları doğrultusunda Sınır testi uygulanmış, test sonuçları Tablo 5.'te sunulmuştur.

Tablo 5: Sınır Testi Sonuçları

	k	F-istatistiği	%1 Kritik Değer		%5 Kritik Değer		%10 Kritik Değer	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
Model 1	3	4.578**						
Model 2	3	80.505***						
Model 3	3	2.504	4.29	5.61	3.23	4.35	2.72	3.77
Model 4	3	74.009***						
Model 5	3	51.214***						

Not: k bağımsız değişken sayısıdır. Kritik değer göstergeleri Pesaran ve diğ. (2001) Tablo CI(iii)’ ten elde edilmiştir.***,** sırasıyla %1 ve %5 önem seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Gerçekleştirilen sınamada Model 3 dışındaki diğer modeller için hesaplanan F istatistiklerinin Pesaran ve diğ. (2001) tarafından belirlenen kritik değerlerden büyük olduğu tespit edilirken, Model 3’e ait F istatistiğinin tüm önem seviyelerinde kritik değerlerden küçük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla Model 3 dışındaki diğer modellerde değişkenler arasında eş bütünleşik ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir.

Eşbütünleşme ilişkisi tespit edilen modeller, uygun gecikme uzunlukları doğrultusunda ARDL yaklaşımı ile tahmin edilmiştir. Ardından modellerin geçerliliğinin tespitine yönelik olarak tanısal testler uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre, tahmin edilen modellerde değişen varyans problemi olmadığı, hata terimlerinin normal dağılım gösterdiği ve model kurma hatasının olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca modellerin istikrarlılığını araştırmak için CUSUM ve CUSUMSQ grafiklerinden yararlanılmıştır. İstatistiklerin %5 önem seviyesinde kritik sınırlar arasında olması ARDL modelinden elde edilen katsayılar açısından istikrarlılığı ifade etmektedir. Belirlenen ARDL modellerinden elde edilen uzun dönemli katsayılar ise Tablo 6.’da sunulmaktadır.

Tablo 6: Uzun Dönem Katsayılarının Tahmini

Değişkenler	Model 1 ARDL(1,1,0,0)	Model 2 ARDL(1,0,1,0)	Model 4 ARDL(1,0,2,0)	Model 5 ARDL(1,0,3,4)
c	-4.174 (0.250)	13.893*** (0.004)	1.764 (0.627)	5.692 (0.230)
ln cap	0.732*** (0.000)	0.805*** (0.000)	0.886*** (0.000)	0.736*** (0.000)
ln pop	0.643** (0.024)	-0.340 (0.232)	0.147 (0.606)	0.158 (0.604)
house	0.0432*** (0.001)			
indust		-0.412*** (0.000)		
illum			0.074* (0.061)	
gov				0.501 (0.601)

Not: Parantez içi olasılık değerini, ***,** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, büyüme ile hane halkı ve aydınlatma sektöründeki elektrik tüketimi arasında pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre hane halkı ve aydınlatma sektöründeki elektrik tüketimindeki bir birimlik artış, büyümeyi sırasıyla 0.04 ve 0.07 birim artırmaktadır. Büyüme ile sanayi sektörü arasındaki ilişkinin negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu, sanayi sektörünün elektrik tüketimindeki bir birimlik artışın büyümeyi 0.4 birim azalttığını göstermektedir. Büyüme ile resmi dairelerdeki elektrik tüketimi arasında ise istatistiki olarak anlamlı bir ilişki elde edilememiştir.

Uzun dönem tahmininin ardından kısa dönem tahmini gerçekleştirilmiştir. Kısa dönem tahmininde, uzun dönem modeline ait hata teriminin bir dönem gecikmeli değeri, değişken olarak kısa dönem modeline ilave edilmektedir. İlave edilen bu değişken, kısa dönemde meydana gelebilecek bir dengesizlik durumunun ne kadarlık bir kısmının uzun dönemde düzeltilileceğini ifade etmektedir. Hata terimi katsayısının (-) işaretli ve istatistiki olarak anlamlı olması beklenmektedir. Kısa dönem ilişkisi ARDL yaklaşımından hareketle oluşturulan Hata Düzeltme Modelleri ile tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 7.'de yer almaktadır.

Tablo 7: Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Değişkenler	Model 1 ARDL(1,1,0,0)	Model 2 ARDL(1,0,1,0)	Model 4 ARDL(1,0,2,0)	Model 5 ARDL(1,0,3,4)
EC (-1)	-0.656*** (0.000)	-0.869*** (0.000)	-0.767*** (0.000)	-0.779*** (0.000)
$\Delta \ln cap$	0.649*** (0.000)			
$\Delta \ln pop$		19.693 (0.000)	17.432 (0.169)	2.298 (0.860)
$\Delta \ln pop$ (-1)			-30.230 (0.020)	-8.333 (0.712)
$\Delta \ln pop$ (-2)				-19.146 (0.189)
Δgov				-0.029 (0.143)
$\Delta gov(-1)$				-0.045 (0.023)
$\Delta gov(-2)$				-0.047 (0.018)
$\Delta gov(-3)$				-0.050 (0.010)

Not: Parantez içi olasılık değerini, ***,** sırasıyla %1 ve %5 önem seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Hata düzeltme modeli sonuçları, hata düzeltme terimlerinin beklentilere uygun olarak (-) işaretli ve %1 önem seviyesinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular, meydana gelebilecek olan dengeden herhangi bir sapmanın bir sonraki dönemde giderileceğini ifade etmektedir.

Modellere ilişkin hata düzeltme terimi katsayıları, meydana gelebilecek bir dengesizliğin sırasıyla %65, %86, %76 ve %77sinin gelecek dönemde giderileceği anlamına gelmektedir.

Kısa ve uzun dönem ilişkilerinin tahmininin ardından sektörel elektrik tüketimi ve büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesi amacıyla Toda ve Yamamoto (1995) tarafından literatüre kazandırılan nedensellik testi uygulanmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik analizinde eş bütünleşme ilişkisine bakılmaksızın değişkenler farklı düzeylerde durağan olsalar dahi VAR analizi yapılabilmekte ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi incelenabilmektedir. Analizde öncelikle, k , VAR modelinin optimal gecikme uzunluğunu, d_{max} değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesini ifade etmek üzere, $k+d_{max}$ dereceden bir VAR modeli oluşturulmakta, ardından Wald testi aracılığı ile nedensellik ilişkisi tespit edilebilmektedir. Toda-Yamamoto nedensellik analizine ilişkin sonuçlar Tablo 8.’de sunulmaktadır.

Tablo 8: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

	$k+d_{max}$	Ki-kare istatistiği	Olasılık değeri
lngdp→house	3	10.445***	0.005
house→lngdp	3	1.861	0.394
lngdp→indust	3	0.398	0.819
indust→lngdp	3	5.931**	0.050
lngdp→commer	3	0.653	0.721
commer→lngdp	3	4.444	0.108
lngdp→illum	3	0.152	0.926
illum→lngdp	3	13.569***	0.001
lngdp→gov	3	9.352***	0.009
gov→lngdp	3	0.289	0.865

*Not: Maksimum bütünleşme derecesi $d_{max}=1$, optimal gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriterine göre $k=2$ olarak belirlenmiştir. Tahmin edilen VAR modelinin uygun gecikme uzunluğu ve modelin geçerliliğini gösteren tanısal testlere ilişkin sonuçlar sırasıyla Ek 3. ve Ek 4.’te yer almaktadır. *,** sırasıyla %1 ve %5 önem seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.*

Analiz bulguları, nedenselliğin büyümeden hane halkı ve resmi dairelerdeki elektrik tüketimine; sanayi ve aydınlatma sektörlerinden büyümeye doğru gerçekleştiğini göstermektedir. Büyüme ve ticaret sektöründeki elektrik tüketimi arasında ise, herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç

Elektrik tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlayan çalışmada, Türkiye’de sektörel elektrik tüketimi - büyüme ilişkisi 1990-2018 dönemi kapsamında incelenmiştir. Çalışmada büyümeyi temsil etmek üzere ABD doları cinsinden GSYİH, sektörel elektrik tüketimini temsil etmek üzere toplam elektrik tüketiminin yüzdesi cinsinden hane halkı, sanayi, ticaret,

aydınlatma ve resmi daire sektörlerindeki elektrik tüketimi verileri kullanılmıştır. Farklı düzeylerde durağan olduğu tespit edilen değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Sınır Testi aracılığıyla belirlenmiş, test sonuçları büyüme ile hane halkı, sanayi, aydınlatma ve resmi daire sektörlerindeki elektrik tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermiştir. Ardından uzun dönemli katsayılar tahmin edilmiş, elde edilen sonuçlara göre büyüme ile hane halkı ve aydınlatma sektöründeki elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin pozitif, büyüme ile sanayi sektöründeki elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin negatif yönlü olduğu görülmüştür. Büyüme ile resmi dairelerdeki elektrik tüketimi arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki elde edilememiştir. ARDL analizinin ardından, nedenselliğin yönünün belirlenmesi amacıyla Toda-Yamamoto testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre büyümeden hane halkı ve resmi dairelerdeki elektrik tüketimine doğru, sanayi ve aydınlatma sektörlerinden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiş; büyüme ve ticaret sektöründeki elektrik tüketimi arasında ise herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sanayi ve aydınlatma sektörlerindeki elektrik tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki, büyüme hipotezi çerçevesinde değerlendirilebilir. Büyüme hipotezinde söz konusu sektörlerdeki elektrik tüketiminin büyüme üzerinde önemli bir etkisi bulunduğu öne sürülmektedir. Dolayısıyla sanayi ve aydınlatma sektörlerinde elektrik tüketimindeki artışın büyümeyi olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Hane halkı ve resmi dairelerdeki elektrik tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki, koruma hipotezi çerçevesinde ele alınabilir. Buna göre söz konusu sektörler için büyüme üzerinde olumsuz bir etki yaratmaması beklenmektedir. Ticaret sektöründeki elektrik tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki ise, yansızlık hipotezi çerçevesinde açıklanabilir. Elde edilen bu sonuç, ticaret sektöründeki elektrik tüketiminin, üretimin küçük bir bölümünü temsil ettiği anlamına gelmekte, dolayısıyla büyüme üzerinde herhangi bir etkisinin bulunamayabileceği düşünülmektedir. Hane halkı ve resmi daire sektörleri açısından elde edilen bulgulara benzer şekilde, ticaret sektöründe uygulanacak enerji tasarruf politikalarının büyümeyi olumsuz yönde etkilemeyeceği tahmin edilmektedir. Çalışmanın bulguları hane halkı sektörü açısından Tayyar (2019) ve sanayi sektörü açısından Kar ve Kınık (2008) çalışmaları ile örtüşmektedir.

Büyümeden hane halkı ve resmi dairelerdeki elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunması, büyüme sonrasında söz konusu sektörlerde enerji talebinde artışların yaşanabileceğini, ekonominin daralması durumunda ise enerji arz fazlasının meydana gelebileceğini göstermektedir. Sanayi ve aydınlatma sektörlerinden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olması ise, söz konusu sektörlerde uygulanabilecek olan enerji tasarrufuna yönelik politikaların büyüme üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğine işaret etmektedir. Her ne kadar enerji tasarruf politikaları hane

halkı ve resmi daire sektörleri açısından bir problem teşkil etmese de, enerjiye duyulan ihtiyacın ithalat aracılığıyla karşılanması, enerji tasarruf politikalarının önemini artırmaktadır. Buradan hareketle enerjinin etkin bir şekilde kullanılmasına yönelik politikaların uygulanması, enerji ihtiyacına yönelik olarak yurtiçi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile sektörler açısından oluşabilecek risklerin ortadan kaldırılabilmesi düşünülmektedir.

Ayrıca, elde edilen bulgular elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Verilerin yayımlanma sıklıkları göz önünde bulundurulduğunda, elektrik tüketimi verilerinin günlük bazda sunulması, ekonomik göstergelerin kısmen de olsa kısa dönemde izlenmesine imkân vermektedir. Bu durum, küresel ölçekte meydana gelebilecek krizlerde ekonomik durum hakkında tespit yapılabileceğini ve politika belirleme sürecinde elektrik tüketimine ilişkin verilerin kullanılabilmesini göstermektedir. Böylece gerekli önlemlerin alınabilmesi açısından bir büyüme göstergesi olarak elektrik tüketiminin önemi artırmakta, elektrik tüketimi verileri incelenerek büyüme hakkında öngörülebilir bulunabilmek mümkün olmaktadır. Önümüzdeki dönemde gerçekleştirilecek olan çalışmalarda analizlerin günlük elektrik tüketimi verileri ile gerçekleştirilmesi, ekonomik değişkenler ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin daha net biçimde ortaya konulabilmesini sağlayabilecek ve politika oluşturma süreçlerine katkıda bulunabilecektir.

Kaynaklar

- Abdoli, G., Gudarzi, Y. ve Dastan, S. (2015), "Electricity consumption and economic growth in OPEC countries: a cointegrated panel analysis". *OPEC Energy Review*, 39(1), 1-16.
- Ağır, H. ve Kar, M. (2010), "Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi". *Sosyoekonomi*, 6(12), 149-175.
- Akarca, A. T. ve Long, T. V. (1980), "On the relationship between energy and GNP: a reexamination". *The Journal of Energy and Development*, 326-331.
- Aktaş, C. ve Yılmaz, V. (2012), "Causal relationship between electricity consumption and economic growth in Turkey". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 4(8), 45-54.
- Altınay, G. ve Karagöl, E. (2005), "Electricity consumption and economic growth: evidence from Turkey". *Energy economics*, 27(6), 849-856.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2009), "Energy consumption and economic growth: evidence from the Commonwealth of Independent States". *Energy Economics*, 31(5), 641-647.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011), "A dynamic panel study of economic development and the electricity consumption-growth nexus". *Energy Economics*, 33(5), 770-781.

- Erol, U. ve Yu, E. S. (1987), "On the causal relationship between energy and income for industrialized countries". *The Journal of Energy and Development*, 113-122.
- Ghosh, S. (2002), "Electricity consumption and economic growth in India". *Energy policy*, 30(2), 125-129.
- Göktaş, Ö. (2005), "Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi". *İstanbul: Beşir Kitabevi*.
- Jumbe, C. B. (2004), "Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: empirical evidence from Malawi". *Energy economics*, 26(1), 61-68.
- Kar, M. ve Kınık, E. (2008), "Türkiye’de elektrik tüketimi çeşitleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ekonometrik bir analizi". *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 10(2), 333-353.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H. M. (2007), "Türkiye’de ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi ilişkisi: sınır testi yaklaşımı". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), 72-80.
- Kraft, J. ve Kraft, A. (1978), "On the relationship between energy and GNP". *The Journal of Energy and Development*, 401-403.
- Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2003), "Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks". *Review of economics and statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Masih, A. M. ve Masih, R. (1996), "Energy consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques". *Energy economics*, 18(3), 165-183.
- Narayan, P. K. ve Prasad, A. (2008), "Electricity consumption–real GDP causality nexus: Evidence from a bootstrapped causality test for 30 OECD countries". *Energy policy*, 36(2), 910-918.
- Payne, J. E. (2010), "A survey of the electricity consumption-growth literature". *Applied energy*, 87(3), 723-731.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001), "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships". *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Polat, Ö., Uslu, E. ve San, S. (2011), "Türkiye’de elektrik tüketimi, istihdam ve ekonomik büyüme ilişkisi". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 349-362.
- Sims, C. A. (1972), "Money, income, and causality". *The American economic review*, 62(4), 540-552.
- Squalli, J. (2007), "Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of OPEC members". *Energy Economics*, 29(6), 1192-1205.
- Stern, D. I. (1993), "Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach". *Energy economics*, 15(2), 137-150.

- Şahbaz, A. ve Yanar, R. (2013), "Türkiye’de toplam ve sektörel enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisinin ekonometrik analizi". *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 50(575), 31-44.
- Tayyar, A. E. (2019), "Türkiye’de Sektörel Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisi: MWALD Temelli Nedensellik Analizlerinin Uygulanması". *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(4), 1937-1956.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995), "Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes". *Journal of econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Usta, C. ve Berber, M. (2017), "Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi". *International Journal of Economic & Social Research*, 13(1), 173-187.
- Wolde-Rufael, Y. (2006), "Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries". *Energy policy*, 34(10), 1106-1114.
- Yapraklı, S. ve Yurttañıkımaz, Z. Ç. (2012), "Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik: Türkiye üzerine ekonometrik bir analiz". *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(2), 195-215.
- Yılmaz, A., Ürut Kelleci, S., ve Bostan, A. (2016), "Türkiye Ekonomisinde Sektörel Enerji Tüketiminin Ayrıştırma Yöntemiyle Analizi". *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2), 1-27.

Ekler

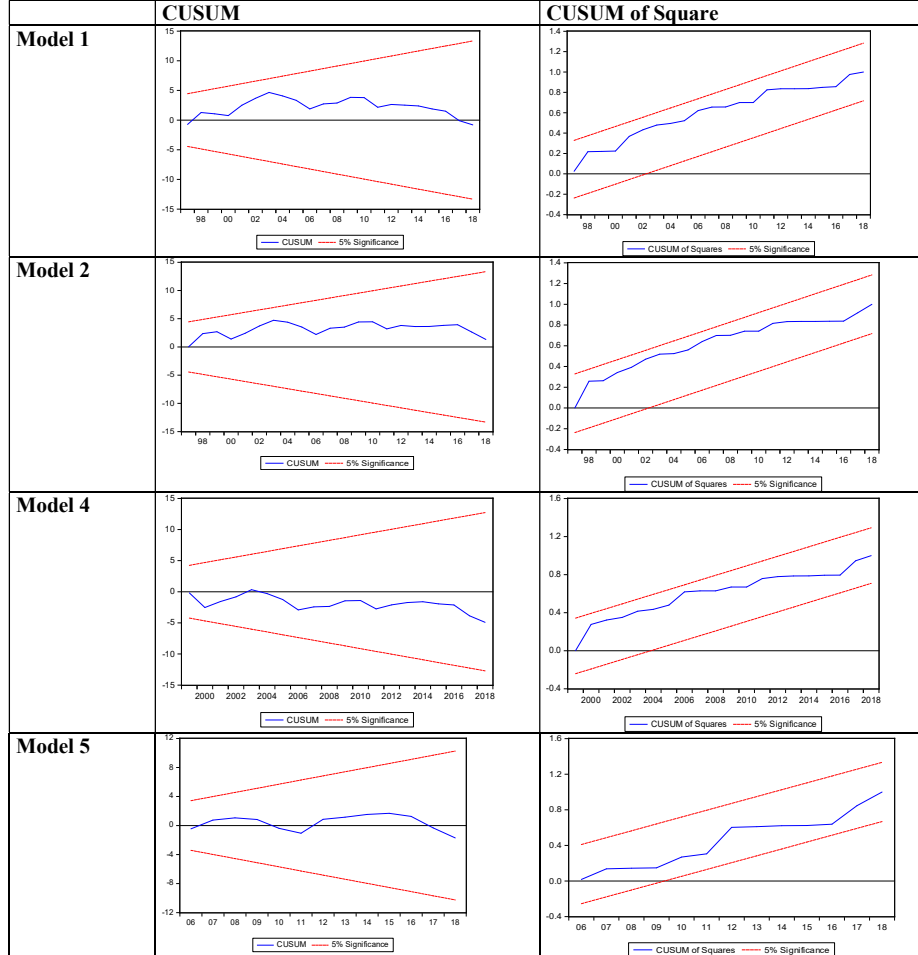
Ek 1: Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Model 1 ARDL(1,1,0,0)	Model 2 ARDL(1,0,1,0)	Model 4 ARDL(1,0,2,0)	Model 5 ARDL(1,0,3,4)
c	-2.720 (0.312)	12.078 (0.002)	1.354 (0.623)	4.439 (0.208)
lngdp(-1)	-0.656 (0.001)	-0.869 (0.000)	-0.767 (0.000)	-0.779 (0.000)
lnicap		0.700 (0.000)	0.680 (0.000)	0.574 (0.000)
lnicap (-1)	0.480 (0.001)			0.736*** (0.000)
Δlnicap	0.649 (0.000)			
lnpop	0.422 (0.008)			
lnpop (-1)		-0.295 (0.222)	0.113 (0.616)	0.123 (0.613)
Δlnpop		19.693 (0.113)	17.432 (0.239)	2.298 (0.897)
Δlnpop (-1)			-30.238 (0.055)	-8.333 (0.757)
Δlnpop (-2)				-19.146 (0.311)
house	0.028 (0.004)			
indust		-0.035 (0.001)		
illum			0.056 (0.039)	
gov(-1)				0.039 (0.600)
Δgov				-0.029 (0.387)
Δgov(-1)				-0.045 (0.301)
Δgov(-2)				-0.047 (0.109)
Δgov(-3)				-0.050 (0.044)

Ek 2: ARDL Modeline İlişkin Tanısal Testler

	Normallik Testi (Jarque-Bera)	Değişen Varyans Testi (Breusch – Pagan- Godfrey)	Ramsey-Reset
Model 1	0.235 (0.889)	8.155 (0.147)	1.535 (0.229)
Model 2	1.452 (0.483)	2.006 (0.848)	0.929 (0.345)
Model 4	1.244 (0.536)	6.462 (0.373)	1.963 (0.177)
Model 5	2.445 (0.294)	3.838 (0.954)	3.263 (0.097)

Ek 2: ARDL Modeline İlişkin Tanısal Testler (Devamı)



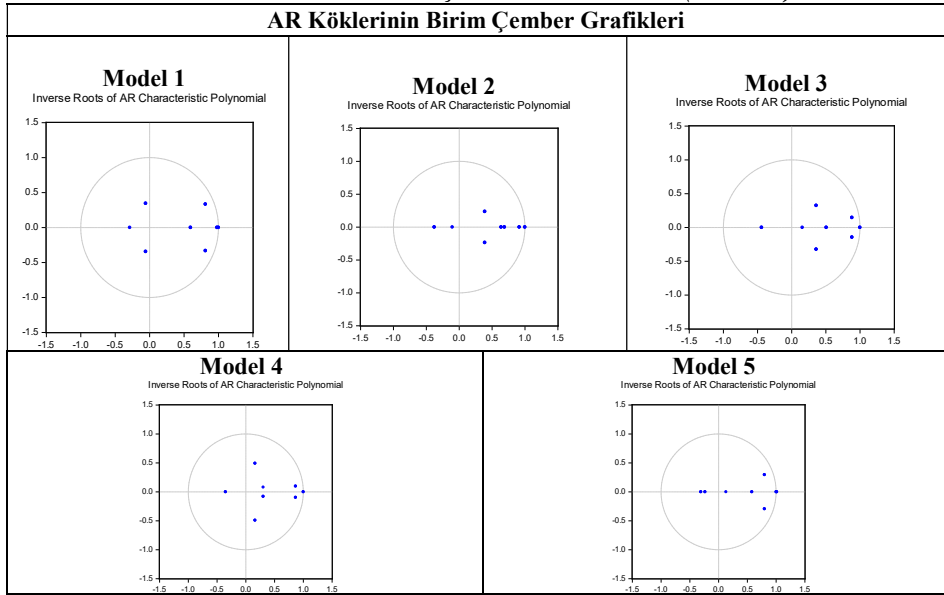
Ek 3: VAR Modeli Uygun Gecikme Uzunluğu

Model	Gecikme uzunluğu		AIC
	Model 1	1	-11.301
	2	-13.602*	
Model 2	Gecikme uzunluğu		AIC
	1	-12.153	
	2	-12.868*	
Model 3	Gecikme uzunluğu		AIC
	1	-13.968	
	2	-15.168*	
Model 4	Gecikme uzunluğu		AIC
	1	-12.398	
	2	-14.616*	
Model 5	Gecikme uzunluğu		AIC
	1	-11.059	
	2	-12.387*	

Ek 4: VAR Modeline İlişkin Tanısal Testler

	Otokorelasyon Testi		Normallik Testi			Değişen Varyans Testi
	1 Gecikme	2 Gecikme	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera	
Model 1	1 Gecikme	15.413 (0.494)	2.080 (0.721)	0.420 (0.980)	2.500 (0.961)	165.010 (0.190)
	2 Gecikme	36.420 (0.270)				
Model 2	1 Gecikme	23.453 (0.109)	5.997 (0.199)	2.234 (0.692)	8.232 (0.411)	155.555 (0.361)
	2 Gecikme	12.555 (0.713)				
Model 4	1 Gecikme	14.145 (0.587)	6.923 (0.140)	1.683 (0.793)	8.606 (0.376)	152.167 (0.435)
	2 Gecikme	12.331 (0.720)				
Model 5	1 Gecikme	11.003 (0.809)	8.519 (0.743)	6.541 (0.162)	15.061 (0.058)	179.396 (0.051)
	2 Gecikme	13.758 (0.849)				

Ek 4: VAR Modeline İlişkin Tanısal Testler (Devamı)



Not: Her bir model için tahmin edilen VAR modellerinde herhangi bir değişen varyans, otokorelasyon problemlerinin bulunmadığı, modellerin normal dağılım gösterdiği ve herhangi bir istikrar sorunu gözlenmediği tespit edilmiştir.