

**EKONOMİK BÜYÜME, ELEKTRİK TÜKETİMİ ve KARBON EMİSYONU İLİŞKİSİ:
TÜRKİYE ÖRNEĞİ***

**THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH, ELECTRICITY
CONSUMPTION and CARBON EMISSIONS: THE CASE OF TURKEY**

*Elif KAZANASMAZ^a, Bilge Leyli DEMİREL^{b**}, Selin KARATEPE^c, Atike Elanur HIZARCI^d*

^a Hazine ve Maliye Bakanlığı, Çıncarcık Mal Müdürlüğü, Gelir Uzman Yardımcısı, elif_mrmr@hotmail.com, ORCID: 0009-0000-9710-0478

^{b**} Sorumlu Yazar, Prof. Dr., Yalova Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, bilgeleyli@yalova.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8807-4631.

^c Dr., Lethbridge College, Centre for Applied Research, Innovation and Entrepreneurship, selin.karatepe_yurdal@lethbridgecollege.ca, ORCID: 0000-0002-1803-4925.

^d Arş. Gör., Yalova Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, atike.hizarci@yalova.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0575-0460

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Tarihi: 08.09.2023

Gönderilme Tarihi: 11.09.2023

Düzenleme Tarihi: 27.09.2023

Kabul Tarihi: 27.09.2023

Anahtar Kelimeler: Elektrik

Tüketimi, Ekonomik Büyüme

Jel Kodları: Q43

ARAŞTIRMA MAKALLESİ

BENZERLİK/ PLAGIARISM

Ithenticate: %25

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye için ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbon emisyon ilişkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda ekonomik büyüme değişkenini temsilen kişi başına düşen GSYH, elektrik tüketimini temsilen kişi başına düşen enerji tüketimi ve karbon emisyonunu temsilen de kişi başına düşen karbondioksit (CO₂) emisyonu verileri kullanılmıştır. 1967-2017 dönemine ilişkin verilerin kullanıldığı çalışmanın ampirik bölümünde kısa ve uzun dönemli dinamik ilişkilerin tespiti amacıyla Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik ve Johansen Eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; ilgili dönemde Türkiye'de uzun dönemde elektrik tüketimi ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Karbondioksit emisyonu ise ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Granger nedensellik analizi sonuçları ise elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye ve karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

* Bu çalışma Yalova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Bilge Leyli DEMİREL danışmanlığında Elif KAZANASMAZ tarafından 21.02.2019 tarihinde tamamlanan "Ekonomik Büyüme, Elektrik Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

ARTICLE INFO*Article history:**Received* 08.09.2023*Revised* 11.09.2023*Accepted* 27.09.2023*Keywords:* Electricity Consumption, Economic Growth*Jel Codes:* Q43**ABSTRACT**

In this study, the short and long-run dynamic relationship between GDP per capita, CO2 emissions per capita, and electricity consumption per capita is examined for Turkey between 1967 and 2017 by using the Vector Error Correction Model, Granger Casualty test and Johansen Cointegration tests. According to empirical findings, electricity consumption has a positive long-run effect on economic growth in Turkey. On the other hand, carbon dioxide emissions have a detrimental impact on economic growth. Furthermore, the Granger causality test results show a unidirectional correlation from electricity consumption to economic growth and carbon dioxide emissions.

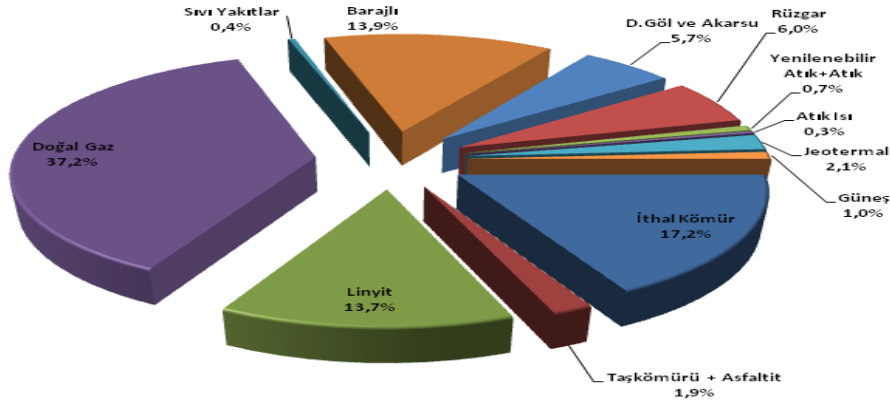
1. GİRİŞ

İnsanlığın ilk dönemlerinden günümüze kadar enerji; ısınma, barınma ve beslenme gibi temel gereksinimlerimizi karşılaması nedeniyle hayatımızda önemli bir yer kaplamaktadır. Ayrıca enerji üretim için ana faktörlerden biri olmasının yanı sıra, neredeyse tüm ekonomik süreçler için gereklidir. Enerji tüketimi en çok sanayi sektörünü etkilese de, hizmet ve tarım sektörleri için de önemli bir rol oynamaktadır. İlgili sektörlerdeki üretkenliğin artması, teknolojinin gelişmesi ve küreselleşme ile sektör enerjiye daha fazla bağımlı hale gelmiştir. Sektörlerde artan teknoloji kullanımı enerji tüketimini doğrudan etkilemektedir, bu nedenle enerji talebi dünya çapında potansiyel olarak artmaktadır. Ayrıca hızla artan nüfusun ve gelişen sanayinin enerji ihtiyacı sınırlı kaynaklarla karşılanamadığı için enerjinin üretimi ve tüketimi arasındaki uçurum giderek artmaktadır. Artan bu enerji talebini karşılamak için alternatif enerji kaynaklarına yönelim başlamıştır. Zaman içerisinde yaşam koşullarında meydana gelen bu değişikliklerle ve küreselleşmeyle birlikte enerjiye olan talep artmıştır. Artan bu talep; birincil, ikincil, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere dört gruba ayrılan enerji kaynaklarından karşılanmaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları oluşumunun milyonlarca yıl gerektirmesi nedeniyle tüketildiğinde geri dönüşümünün sağlanamadığı kaynakları ifade etmektedir. Bu kaynaklara kömür, petrol, doğalgaz, nükleer enerji vb. kaynaklar örnek olarak verilebilir (Safi, 2007: 14). Yenilenemeyen enerji kaynakları zaman açısından sürdürülebilir olmadığı için bir süre sonra enerji ihtiyacını karşılayamaz hale gelecektir. Ayrıca petrol, kömür, doğal gaz ve nükleer enerji gibi yenilenemeyen geleneksel enerji kaynakları insan sağlığını ve çevreyi tehdit etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları tüketildiğinde yeri tekrar doldurulabilen ve dolayısıyla tekrar kullanılabilen kaynaklardır. Dalga enerjisi, güneş, jeotermal, rüzgâr, akıntı ve gel git enerjisi ve hidrojen enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Çevreye etkileri bakımından yenilenebilir enerji kaynakları yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha avantajlıdır (Mahmutoğlu, 2013: 6). Buna ek olarak, yenilenebilir enerji kaynakları karbondioksit salınımını azaltarak çevreyi korumasının yanı sıra, enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına da katkı sağlamaktadır. Ayrıca sürekli kullanılabilir ve erişilebilir olması da enerjinin sürdürülebilir olduğunun bir işareti olarak gösterilebilir.

Enerji kaynaklarında bir diğer sınıflandırma şekli ise birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklindedir. Birincil kaynaklar; doğada bulunan (radyoaktif maddeler, hayvansal ve bitkisel atıklar, hidrolik enerji, güneş, petrol, rüzgâr, kömür ve doğalgaz vb.) enerji kaynaklarıdır ve gereksinim halinde doğrudan kullanılabilirler. İkincil enerji kaynaklarıysa birincil enerji kaynaklarından elde edilen (hava gazı, elektrik ve buhar enerjisi vb.) kaynaklardır (Mahmutoğlu, 2013: 6). Birincil enerji kaynaklarının üretim ve maliyet açısından ikincil enerji kaynaklarına göre daha avantajlı olmasına rağmen, bu kaynakların doğadaki sınırlı rezervleri nedeniyle bir gün tükenecek olması birçok ülkeyi alternatif enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir.

Şekil 1'de Türkiye'nin elektrik üretiminde kullandığı birincil enerji kaynaklarına yer verilmiştir. Şekilde de belirtildiği üzere elektrik üretiminde en çok %37,2 ile temiz bir yakıt olan doğalgazdan yararlanılmaktadır. Elektrik üretiminde doğalgazı %17,2 ile ithal kömür, %13,9 ile hidrolik enerji ve %13,7 ile linyit takip etmektedir. Elektrik üretiminde yenilenebilir kaynaklar, yenilenemeyen kaynaklara göre daha az tercih edilmektedir. Şekle göre 2017 yılında; rüzgâr %6, jeotermal enerji %2,1, güneş ise %1 oranında elektrik üretimine katkı sağlamıştır.



Şekil 1. 2017 Yılı Sonu Türkiye Elektrik Üretim Kaynaklarına Dağılımı

Kaynak: Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (2018)

Enerji talebi veya arzı hem ekonomik hem de sosyal olarak önemli bir göstergedir. Bireyler tüketim malı olarak ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla enerji satın alırken, enerji üretim girdisi olarak tarım, sanayi ve ulaşım gibi sektörler aracılığıyla ekonominin arz tarafını etkilemektedir. Bu özelliğiyle enerji ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin ve uluslararası politikalarının belirlenmesinde etkin bir rol oynamaktadır (Güvenek ve Alptekin, 2010:174). Örneğin enerji talebi fazla olan gelişmiş ülkeler, enerji zengini gelişmekte olan ülkeler üzerinde askeri ve siyasi baskılara yol açarak bu ülkelerin enerji kaynaklarını kendi istedikleri şekilde kullanılıp, fiyat politikalarının ise kendi çıkarlarına göre belirlenmesini sağlamaktadır.

Enerji ekonomik büyüme sürecinde sosyal ve politik önemin yanı sıra makroekonomik bir öneme de sahiptir. Bu nedenle, enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki rolü literatürde de önemli bir yer tutmaktadır. Sosyalist büyüme modeline göre enerjinin kişi başına kullanımı emeğin verimliliğini arttıracak, bu artış ise üretim sonucunda yaratılan değer artmasına neden olacaktır. Schumpeter büyüme modeli enerjinin üretilmiş bir üretim faktörü olduğunu ifade etmektedir. Harrod ve Domar modeline göre enerji üretim faktörü olarak yatırımlar içerisinde yer almaktadır. Solow modelinde tasarruf, nüfus ve enerji; ekonomik büyümenin belirleyicilerini oluşturmaktadır. Sanayide kullanılan enerji miktarı üretim miktarını da arttıracak, artan üretim miktarıyla gerçekleşecek hasıla artışı da ekonomik büyümenin artmasını sağlayacaktır (Gökçe, 2007: 8). İçsel büyüme modelinde teknoloji içsel bir faktör olarak yer alırken; beşeri ve fiziki sermaye, bilgi, teknoloji ve kamu yatırımlarının ekonomik büyümenin belirleyici unsurlarından olduğu ifade edilmiştir. Modelde enerji üretim faktörleri arasında yer almamış, ara mal olarak görülmüştür. Bu modele göre ekonomik büyüme sabit oranda artan enerji maliyeti ve enerji tasarrufu sağlayan teknolojiler ile sürdürülebilecektir. Ekolojik büyüme modelinde ekonomik büyümeye dayanan enerji kullanımının çevreye verdiği zarar nedeniyle enerji kaynaklarını yok edeceği vurgulanmaktadır. Modele göre enerji temel üretim faktörüdür ve tükendiği zaman büyüme de duracaktır (Aydın, 2018: 21).

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi iktisat literatüründe dört ana hipotez ile açıklanmaktadır. Bu hipotezler; Büyüme, Saklama, Tarafsızlık ve Geri Besleme Hipotezi olarak isimlendirilmektedir. Büyüme Hipotezi; enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu öne sürmektedir. Enerji tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi artırırken; enerji tüketimindeki bir azalma ekonomik büyümeyi de azaltacaktır. Büyüme Hipotezine göre; enerji, üretim sürecinin her aşamasında emek ve sermayeyi tamamlayıcı bir faktördür ve bu nedenle ekonomik büyümede etkin bir rol oynamaktadır. Diğer yandan, Koruma Hipotezi ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu öne sürmektedir. Ekonomik büyümede yaşanacak artış enerji tüketimini de arttırmaktadır. Özellikle enerjiye bağımlı ülkelerde enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik koruyucu politikalar ekonomik büyüme üzerinde etki yaratmamaktadır. Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını açıklayan hipotez ise Tarafsızlık hipotezidir. Bu nedenle enerji tüketiminde uygulanacak genişletici veya daraltıcı politikaların büyüme üzerinde herhangi bir etkisi olmayacaktır (Öztürk, 2010: 341). Son olarak,

Geri Besleme Hipotezine göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Enerji tüketimi arttıkça daha fazla ürün üretmek mümkün olacağından, bu tüketim ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır.

Ekonomik büyümenin olumlu etkilerinin yanında çevreye verdiği zarar nedeniyle olumsuz sosyal maliyetleri de bulunmaktadır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan hızlı yapılaşma, kentleşme, sanayileşme ve bunu takiben gerçekleşen nüfus artışı ile tüketim faktörünün ivme kazandığı bir kalkınma süreci başlamıştır. Elektrik enerjisi üretimi amacıyla kullanılan petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının sınırsız bir şekilde ve bilinçsizce tüketilmesi ile sera gazı salınımı gerçekleşmektedir. Karbon ve oksijenin birleşmesi sonucu oluşan karbondioksit (CO₂) emisyonu en önemli sera gazıdır. CO₂ emisyonunun atmosferde birikmesi sonucunda ise iklim değişiklikleri, küresel ısınma neticesinde biyolojik çeşitlilik kayıpları, okyanus seviyesinde yükselme, tropikal fırtına yoğunluğunda artış ve küresel ısınma gibi çevresel yıkımlar ortaya çıkmaktadır (Polat, 2014: 1).

Ekonomik büyüme süresince yaşanan çevre kirliliği, büyüme ile çevre arasındaki ilişkinin araştırılması gerekliliğini doğurmuştur. Grossman ve Krueger tarafından (1991) çevre ve ekonomik büyüme ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ile ortaya koyulmuştur. ÇKE'ye göre artan gelire birlikte çevre kirliliği de belirli bir gelir seviyesine kadar artmakta, bu seviyeden sonra azalmaktadır. Ekonomik büyümenin ilk dönemlerinde sanayileşmeye bağlı olarak sadece üretim artışına önem verilmekte, enerji üretiminde çevreyi kirleten düşük verimli teknolojiler kullanılmaktadır. Ekonomik büyümenin sonraki dönemlerinde ise ekonomik faaliyetlerde yapısal değişim yaşanmakta; sanayi sektöründen, doğal kaynakları daha az teknolojiyi ise daha çok kullanan hizmete ve bilgiye dayanan sektörlere geçiş yapılmaktadır. Artan gelire birlikte refah seviyeleri de artan bireyler yaşadıkları çevreye önem vererek çevre kirliliğinin azaltılması için yapısal değişimler istemektedir (Albayrak, 2018: 17).



Şekil 2. Çevresel Kuznets Eğrisi

Kaynak: Yandle vd. (2004).

Şekil 2'de çevresel Kuznets eğrisi yer almaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık gösterir. Gelişmekte olan ülkeler çevre için temiz teknolojileri maliyetleri nedeniyle tercih etmeyerek, daha ucuz olan ve temiz olmayan teknolojileri tercih etmektedir. Bu durumun nedeni ise asıl hedeflerinin üretim artışı sağlamak olmasıdır. Bunun yanı sıra bazı iktisatçılara göre çevre lüks bir maldır (gelir esnekliği > 1). Bu nedenle çevrenin korunması sadece geliri yüksek ülkelerin önem verdiği bir konudur (Koçak, 2012: 83). Gelişmiş ülkeler ise gelişmekte olan ülkelere göre daha fazla sermaye stoğuna sahiptirler. Buna bağlı olarak artan çevre sorunlarının maliyetleri üretici ve tüketici arasında paylaşılabilir. Bu ülkeler gelişmiş teknolojileri sayesinde çevre koruma sistemlerine de kolay erişebilmektedir (Külünk, 2013: 47). Grossman ve Krueger (1991)' e göre Kuznets Eğrisinde gelir artışıyla birlikte çevre tahribatının ilk aşamada artmasına, gelirin belirli bir seviyesinden sonra azalmasına ölçek, kompozisyon ve teknoloji etkileri neden olmaktadır. Ölçek etkisine göre; sanayileşme öncesi dönemlerde ekonominin tarıma dayalı olması nedeniyle sanayiye bağlı çevre kirliliği yaşanmamaktadır. Sanayileşmeyle birlikte kullanılan doğal kaynak miktarı artmakta, çevreye zararlı emisyon miktarı yükselmekte, düşük verimli ve çevre için zararlı teknolojiler kullanılmakta ve üretim ekonomik büyümenin sosyal maliyetleri düşünülmeden sadece çıktı miktarı artışına yönelik gerçekleştirilmektedir. Kısaca ölçek etkisi; üretim ölçeğindeki artışlara bağlı olarak artan doğal kaynak kullanımının çevreye verdiği zararları

ifade etmektedir (Albayrak, 2018: 18). Kompozisyon etkisine göre; büyümenin ilk aşamasında tarımdan sanayiye kayan ekonomik faaliyetler, sonraki aşamasında ise sanayi sektöründen hizmet sektörüne ve bilgiye dayalı sektörler geçmektedir. Bu sektörler doğal kaynaklara daha az bağımlı olması ve daha az çevre kirliliğine neden olması gibi yönlerle sanayi sektöründen ayrılmaktadır. Bu nedenle ekonomik büyümenin çevreye olumlu bir kompozisyon etkisi bulunmaktadır (Albayrak, 2018: 20). Son etki olan teknoloji etkisine göre ise; refah seviyeleri artan ülkelerde AR-GE faaliyetleri için ayrılan fonlar artmaktadır. Ekonomik büyüme çevreyi koruyan teknolojik gelişmeleri beraberinde getirmektedir. Yeni teknolojiler çevreyi kirleten eski nesil teknolojilerle yer değiştirmektedir (Albayrak, 2018: 21).

Yukarıda bahsi geçen nedenlerden dolayı, ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbon emisyonlarının birbirini etkilediği veya birbirleri ile ilişkileri olduğunu söylemek mümkündür. Bu bağlamda çalışmada Türkiye için ilgili değişkenler arasındaki ilişki incelenmektedir.

Çalışmanın ilk kısmında ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkileri inceleyen araştırmalara yer verilecektir. Devamında çalışmanın metodolojisi verilecektir. Türkiye için yapılan ampirik araştırma ile çalışma sonlandırılacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiye dair literatür taraması Tablo 1'de yer almaktadır. Tablo 1 incelendiğinde, bu değişkenler arasındaki ilişki ortaya koymak için Engle- Granger Nedensellik, Johansen veya Hatemi-J Eşbütünleşme ve Vektör- Hata düzeltme Modeli vb. birbirinden farklı modellerin kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 1. Ekonomik Büyüme, CO₂ Emisyonu, Elektrik Tüketimi İlişkisi İçin Literatür Taraması

Yazar	Ülke ve Dönem	Yöntem	Sonuç
Terzi (1998)	Türkiye / 1950-1991	Hata Düzeltme Modeli	ELK⇒ GSYH
Nişancı (2005)	Türkiye / 1970-2003	Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH
Altınay ve Karagöl (2005)	Türkiye /1950–2000	Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH
Wolde-rufael (2006)	17 Afrika Ülkesi/ 1971-2001	Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH 3 ülke için GSYH⇒ELK 6 ülke için
Karagöl vd. (2007)	Türkiye/ 1974-2004	Engle- Granger Nedensellik	ELK⇒GSMH
Kar ve Kınık (2008)	Türkiye/ 1975-2005	Johansen Eşbütünleşme Testi	ELK⇒ GSYH
Aktaş ve Yılmaz (2008)	Türkiye/ 1970-2004	Johansen Eşbütünleşme Testi	ELK⇒ GSYH
Aktaş (2009)	Türkiye/ 1970-2006	Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik	GSMH⇒ELK
Nazlıoğlu vd. (2014)	Türkiye/ 1967-2007	Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH
Kapusuzoğlu ve Karan (2010)	Türkiye/ 1975-2006	Johansen Eşbütünleşme, Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH
Shahbaz ve Feridun (2012)	Pakistan/1971-2008	Toda-Yamamoto	GSYH⇒ELK
Polat vd. (2011)	Türkiye/ 1950-2006	Granger Nedensellik	ELK⇒ GSMH

Ertuğrul (2011)	Türkiye/1998Ç1-2011Ç3	Johansen Eşbütünleşme Testi	ELK⇒ GSYH
Bayraktutan vd. (2014)	Seçilmiş 14 ülke	Hata Düzeltme Modeli	ELK⇔GSYH
Yapraklı ve Yurttañçıkımaz (2012)	Türkiye /1970-2010	Granger Nedensellik	ELK⇔GSYH
Bildirici vd. (2012)	Seçilmiş 13 ülke	Granger Nedensellik	GSYH⇒ ELK
Akbaşı ve Şentürk (2013)	Seçilmiş 9 ülke	Granger Nedensellik Panel Hata Düzeltme Modeli	ELK⇔GSYH
Iyke ve Odhiambo (2013)	Ghana/ 1971-2012	ARDL, Granger Nedensellik	GSYH⇒ ELK
Çağıl vd. (2013)	Türkiye/ 1989-2010	Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH
Saatçi ve Dumrul (2013)	Türkiye/ 1960-2008	Johansen Eşbütünleşme Testi, Hata Düzeltme Modeli	ELK⇒ GSYH
Aslan (2014)	Türkiye/1968-2008	Granger Nedensellik	ELK⇔GSYH
Altıntaş ve Koçbulut (2014)	Türkiye/1960-2001	Granger Nedensellik	ELK⇔GSYH
Kasperowicz (2014)	Polonya/ 2000-2012	Granger Nedensellik	ELK⇔GSYH
Acaravcı vd. (2015)	Türkiye/ 1974-2013	Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH
Ergün ve Polat (2015)	OECD/ 1980-2010	Johansen Eşbütünleşme Testi, Panel Hata Düzeltme Modeli	ELK⇔GSYH GSYH⇒ CO2
Salahuddin vd. (2015)	Körfez Birliği Konseyi/ 1980-2012	Panel Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik	ELK⇒ CO2 ELK⇒ GSYH CO2⇔GSYH
Dlamini vd. (2015)	Güney Afrika/ 1972-2009	Granger Nedensellik	İlişki saptanamamıştır
Shahbaz vd. (2015)	Türkiye/ 1971-2009	Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik	ELK⇔GSYH
İsmiç (2015)	Seçilmiş 8 ülke	Tesadüfi Katsayılar Modeli	EB⇒ELK
Topallı (2016)	Seçilmiş 4 ülke	Panel Eşbütünleşme Testi, Panel Nedensellik Testi	GSYH⇒ CO2
Savaş ve Dursun (2016)	Türkiye/ 1980-2010	Engle-Granger Nedensellik Testi ve Johansen Eş Bütünleşme Testi	GSYH⇒ ELK
Hepaktan ve Sertkaya (2016)	Türkiye/1980-2014	Johansen Eşbütünleşme Testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik	ELK⇒ GSYH GSYH⇒ ELK
Eren vd. (2016)	Türkiye/ 1975-2013	Hatemi-J Eşbütünleşme Testi	ELK⇒ GSYH
Ogundipe vd. (2016)	Nijerya/ 1970-2013	Johansen ve Juselius Eş Bütünleşme Testi	GSYH⇒ ELK
Tunalı ve Ulubaşı (2017)	G7 ülkeleri/ 1970-2015	Panel Regresyon	İlişki saptanamamıştır

Not: ELK, kişi başı elektrik tüketim; GSYH, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, EB; Ekonomik Büyüme, CO₂; Karbondioksit Emisyonu ve \Rightarrow nedenselliğin yönünü göstermektedir.

Çalışmaların ampirik bulguları incelendiğinde, elektrik tüketiminden GSYH'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğunu tespit eden çalışmalar mevcuttur (Terzi, 1998; Nişancı, 2005; Kapusuzoğlu ve Karan, 2010; Ertuğrul, 2011; Çağıl vd., 2013; Acaravcı vd., 2015). Bunun yanı sıra, Ogundipe vd. (2016) Nijerya için, Bildirici vd. (2012) seçilmiş olan 12 ülke ve Shahbaz ve Feridun (2012) Pakistan için yapmış oldukları çalışmalarda ise GSYH'den elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Türkiye için elektrik tüketimi ile GSYH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı Nazlıoğlu vd. (2014), Yapraklı ve Yurttaçıkırmaz (2012), Aslan (2014) ve Shahbaz vd. (2012) çalışmaları ile tespit edilmiştir.

CO₂ emisyonları ile ilgili literatür incelendiğinde ise; Ergün ve Polat (2015) OECD ülkeleri ve Topallı (2016) seçilmiş olan 12 ülke için GSYH'den CO₂'ye doğru bir nedensellik olduğunu; Salahuddin vd. (2015) ise Körfez Birliği Konseyi için çift yönlü nedensellik olduğunu belirlemiştir.

Dlamini vd. (2016) Güney Afrika için ve Tunalı ve Ulubaş (2017) Polonya için yapmış oldukları çalışmalarında ise çalışmaya konu değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını tespit etmiştir.

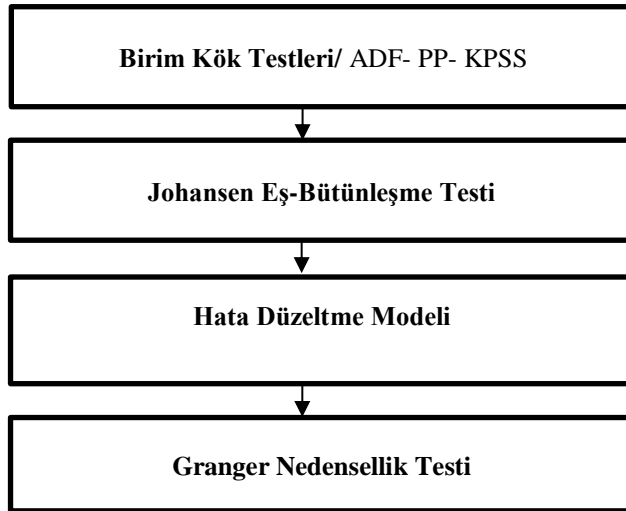
3.METODOLOJİ

Bu çalışmada, Türkiye kişi başı elektrik tüketimi, kişi başı CO₂ ve kişi başı GDP arasındaki nedensellik ilişkisi 1960-2017 dönemine ilişkin veriler ile test edilmiştir. Değişkenlere ilişkin veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan Değişkenler

Değişken	Veri Adı	Veri Birimi	Veri Kaynağı
GDP	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	2010 sabit \$	Dünya Bankası
ELK	Elektrik Tüketimi	Kişi Başı KWh	Dünya Bankası
CO₂	Karbon Emisyonu	Kişi Başı Metrik Ton	Dünya Bankası

Şekil 3'de çalışmanın metodolojisi yer almaktadır.



Şekil 3. Çalışma Metodolojisi

3.1. Birim Kök Testleri

Bir zaman serisinin, varyansı ile ortalaması zaman içerisinde değişmiyorsa ve iki dönem arasındaki ortak varyansı bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil de sadece iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı ise seri durağandır (Gujarati, 1999: 713). Zaman serisi kullanılan ampirik analizlerde öncelikle modelde kullanılan serilerin durağanlıklarının veya birim kökün var olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir.

Çalışmalarda değişkenlerin durağanlıklarının sınanması için genellikle Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi kullanılmaktadır. ADF testi, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini bağımsız değişken olarak modele dahil etmektedir. Böylece, otokorelasyona sahip hata teriminde, zaman serisinin gecikmeli değerleri ile otokorelasyon ortadan kaldırılmaktadır. Gecikme sayısıysa Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre seçilmektedir. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testinde aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır.

Sabitsiz denklem;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Sabitli-trendsiz denklem;

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Sabitli-trendli denklem;

$$\Delta Y_t = \mu + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Denklemlerde yer alan (Δ) birinci farkı, (Y_t) t dönemdeki zaman serisini, (μ) serinin sabit terimini, ε_t hata terimini, β_t zaman trendini ve (p) gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. ADF testinde; olağan en küçük kareler yöntemi tahminleri sonucunun değerinin yeterince negatif çıkması ya da (t_δ) değerinin kritik değerlerden daha küçük olması durumunda H_0 reddedilerek ve seri durağan hale gelmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 322-331).

Genişletilmiş Fuller (ADF) Birim Kök Testi'ne ait hipotezler aşağıdaki gibidir;

$H_0: \delta = 0$ (Birim kök vardır, seri durağan değildir)

$H_1: \delta < 0$ (Birim kök yoktur, seri durağandır)

Phillips ve Perron (1998) ise bir diğer birim kök testidir. Phillips ve Perron hata terimlerindeki otokorelasyon sorununun ortadan kaldırması amacıyla parametrik olmayan istatistiksel metotlar kullanmıştır. Bu testte, test istatistiklerinin asimtotik dağılımı üzerindeki otokorelasyonun etkisini kaldırmak amacıyla istatistikler dönüştürülmektedir. DF testinde kullanılan kritik değerler PP testinde de kullanılmaktadır (Külünk, 2013: 68). Phillips ve Peron'un geliştirdikleri model hata terimlerinin zayıf bağımlı ve heterojen dağılımlı olmasına olanak sağlamaktadır. Phillips Perron, ADF testinden farklı olarak hiçbir denklemde bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri yer almamaktadır (Güvenek, 2009:140-141).

Birim kök testlerinde yapısal kırılmaya konu olan durağan bir seri durağan değilmiş gibi görünebilmektedir. Bu durum, yapısal kırılma dikkate alınmadığı birim kök testlerinde sıfır hipotezinin yanlış bir şekilde reddedilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle Perron (1989), dışsal olduğu bilinen tek bir yapısal kırılma varsayımı altında uygulanabilecek bir birim kök testi geliştirmiştir. Perron birim kök testi, ADF süreci içine Perron (1989) tarafından önerilen düzeltme faktörünün eklenmesine dayanmaktadır (Güvenek, 2009: 140-141).

PP testinde aşağıdaki hipotezlerden yararlanılmaktadır;

$H_0: \delta = 0$ (Birim kök vardır, seri durağan değildir)

$H_1: \delta < 0$ (Birim kök yoktur, seri durağandır)

Çalışmada kullanılan son birim kök testi Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)'dir. KPSS birim kök testinde gözlenen serideki deterministik trendin arındırılarak serinin durağanlaştırılması amaçlanmaktadır. KPSS testinde H_0 serinin durağan olduğunu, H_1 ise seride birim kök olduğunu ifade etmektedir. Testte sıfır hipotezindeki durağanlık temelde trend durağanlığıdır, çünkü seriler trendden arındırılmıştır. Trendden arındırılan seride birim kök olmaması, serinin trend durağanlığını göstermektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 362-363). KPSS testinde sıfır hipotezi trend durağanlığını gösterdiği için ulaşılan rassal yürüyüş hipotezinin varyansının sıfır olması gerekmektedir. Rassal yürüyüşün normal ve durağan hatalarında normal bir temiz dizi olduğu varsayımıyla trend durağan hipotez için tek taraflı LM-istatistiği yerel en iyi değişmezlik gibi algılanabilmektedir. KPSS Testi'nin LM_c testi ile benzer şekilde belirlenmesi nedeniyle LM istatistiğinin oluşumu önemlidir. LM testinde sıfır hipotezi, rassal yürüyüşün sıfır varyansa sahip olduğu varsayımıyla serinin deterministik trend, rassal yürüyüş ve durağan hataların toplamından oluşmaktadır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 362-363).

$$Y_t = \beta_t + w_t + \varepsilon_t$$

$$w_t = w_{t-1} + u_t$$

Denklemlerde yer alan w_t modelin rassal yürüyüşü, ε_t ise durağan hataları ve t deterministik trendi ifade etmektedir. Ayrıca $u_t \sim IIDN(0, \sigma_u^2)$ 'dur. Durağanlık hipotezi u_t 'nin varyansının sıfır olduğunu varsaymaktadır. KPSS testi için oluşturulacak hipotezler; H_0 serinin trend durağan olduğunu yani seride birim kökün olmadığını, H_1 ise zaman serisinin durağan olmadığını yani seride birim kökün varlığını ifade etmektedir.

H_0 : Birim kök yoktur, seri durağan.

H_1 : Birim kök vardır, seri durağan değil.

3.2. Johansen Eşbütünleşme Testi

Ekonometrik analizlerde serilerin durağanlığını sağlamak için fark alınması hem kısa dönemli şokların etkisini hem de seriler arasındaki uzun dönemli ilişkileri ortadan kaldırmaktadır. Eşbütünleşme testi, durağan olmayan serilerin aynı sıradaki bileşimlerinin durağanlığının sınanmasını sağlayan ve durağan ilişki olması halinde seriler arasında uzun dönemli denge ilişkilerinin varlığını araştıran bir yöntemdir. Bu analizde, serilerin durağan olmadıkları bir durumda seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olabileceği ve bu ilişkinin durağan olabileceği varsayılmaktadır. Başka bir ifadeyle kendisine özgü kalıcı ve dışsal şokların etkisinde değil de ortak bir stokastik trendin etkisinde olan seriler eşbütünleşik seriler olarak ifade edilmektedir. Bu serilerin aynı dereceden durağan olmaları halinde seriler arasında eşbütünleşik bir ilişki olabilmektedir. Serilerin aynı stokastik trend etkisinde olmaları nedeniyle oluşturulan regresyon, sahte regresyondan daha çok anlamlı bir regresyondur (Tarı ve Yıldırım, 2009: 100).

Johansen eşbütünleşme analizi Johansen (1988) ve Johansen-Juselius (1990) tarafından geliştirilmiştir. Bu analizde eşbütünleşme ilişkisinin varlığının sınanması amacıyla iki testten yararlanılmaktadır. Bu testler maksimum iz test istatistiği (λ_{iz}) ve maksimum öz değer test istatistiğidir (λ_{max}).

$$\lambda_{iz}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i)$$

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \lambda_{i+1})$$

Denklemlerde yer alan T, matrislerden elde edilen özdeğerler gözlem sayısını göstermektedir. Genel bir alternatifte karşı r'ye eşit veya daha az sayıda koentegrasyon vektörü olduğunu ileri süren temel hipotez değerlendirilmektedir. Testin değeri, tüm karakteristik köklerin değeri sıfır olduğu zaman sıfıra eşit olacaktır. Diğer testte, temel hipotezde r tane koentegrasyon vektörü olduğu hipotezi, r+1 tane olduğunu ileri süren alternatif hipoteze karşı sınanmaktadır. Karakteristik kökler sıfıra eşit ise değeri küçük olacaktır (Bozkurt, 2007: 116-119).

✓ λ_{iz} test istatistiği için hipotezler aşağıdaki şekildedir;

$H_0: r \leq r_0$ eşbütünlük ilişkisi yoktur.

$H_1: r > r_0$ eşbütünlük ilişkisi vardır.

✓ λ_{max} test istatistiği için hipotezler aşağıdaki şekildedir;

$H_0: r = r_0$ eşbütünlük ilişkisi yoktur.

$H_1: r = r_{0+1}$ eşbütünlük ilişkisi vardır.

3.3. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)

Değişkenler arasındaki nedenselliğin yönü eşbütünlük testlerinde yer almamaktadır. Engle-Granger (1987) değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin olduğu bir durumda nedensellik ilişkisinin de var olduğunu ifade etmiştir. Engle-Granger (1987) geliştirdiği vektör hata düzeltme modeli ile hem değişkenler arasındaki nedenselliği ortaya çıkarmış, hem de kısa ve uzun dönem etkilerinin ayrıştırılmasını sağlamıştır (Çetin, 2012: 224). Vektör hata düzeltme modeline (VECM) ilişkin denklem aşağıdaki gibidir;

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^n \lambda_{1i} \Delta Y_{t-i} \gamma_1 ECT_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta Y_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^n \lambda_{2i} \Delta Y_{t-i} \gamma_2 ECT_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Hata düzeltme terimi ECT_{t-1} ile ifade edilmektedir ve eşbütünlük denklemlerinden elde edilen artık serilerin bir gecikmeli değerini yansıtmaktadır. Hata düzeltme teriminin katsayısı ise dengeden sapmalara bağımsız değişkenin verdiği tepkiyi gösterir. Analiz sonucunda hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı çıkması gerekir. Bu katsayıya ilişkin anlamlı t-istatistiği uzun dönemli nedensellik olduğunu göstermektedir. Modelde yer alan bağımsız değişkenlerin katsayılarının hepsinin F-istatistiklerinin anlamlı olması kısa dönemli bir nedensellik ilişkisinin de varlığını ifade etmektedir (Çetin, 2012: 224).

3.4. Granger Nedensellik Testi

Ampirik çalışmalarda kolay uygulanabilirlik açısından genellikle Granger nedensellik testi tercih edilmektedir. Granger nedensellik testi, değişkenler arasında bir ilişkinin mevcut olup olmadığı test ederek, değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya koyulması ve daha sonra bu ilişkinin yönünün belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Granger nedenselliği, aşağıdaki denklemler yardımı ile sınanmaktadır.

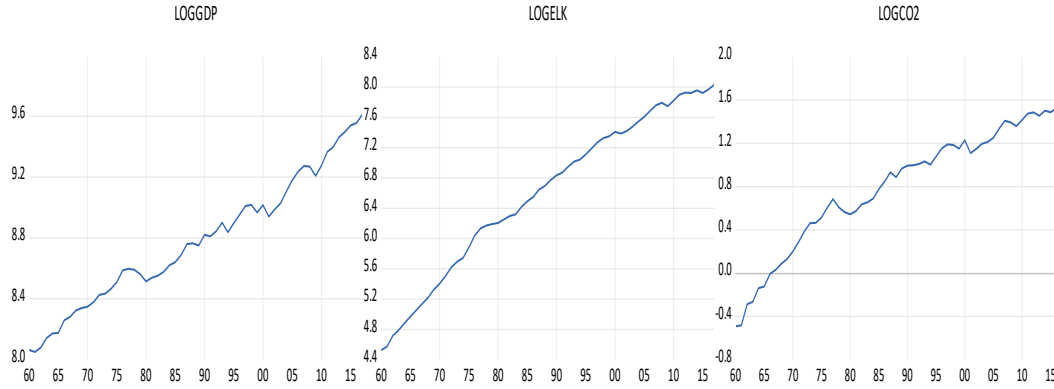
$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{t-i} + u_{1t}$$

$$X_t = \sum_{i=1}^m \theta_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m \gamma_j Y_{t-j} + u_{2t}$$

Denklemlerde, $\theta_i, \alpha_i, \beta_j$ ve γ_j gecikme katsayılarını, (m) gecikme uzunluklarını (u_{1t}) ve (u_{2t}) korelasyonsuz beyaz süreçleri ifade etmektedir. Granger nedensellik testi eşitliklerdeki bağımsız değişkenin gecikmeli değerinin katsayısının sıfıra eşit olduğu veya olmadığı test edilerek gerçekleştirilir. β_j değerinin, belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olması halinde “ X_t 'nin Y_t 'ye neden olduğu” sonucu ortaya çıkar ve bu ilişki, “ X_t Y_t 'nin Granger nedenidir” şeklinde ifade edilir ve “ X_t 'den Y_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik” olarak tanımlanır. γ_j 'nin, belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olması halinde “ Y_t 'nin X_t 'ye neden olduğu” sonucu ortaya çıkar ve bu ilişki, “ Y_t X_t 'nin Granger nedenidir” ve “ Y_t 'den X_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik” olarak ifade edilir. Her iki koşulunda geçerli olması durumunda yani β_j ve γ_j katsayılarının ikisinin de belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olması halinde “ X_t Y_t 'nin ve Y_t X_t 'nin Granger nedenidir” denilir. Bu ilişki ise çift yönlü nedensellik olarak tanımlanmaktadır. β_j ve γ_j katsayılarının ikisinin de belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaması durumunda ise iki değişken birbirinin nedeni değildir ve değişkenler birbirinden bağımsızdır denilir (Uzungöz ve Akçay, 2012: 8).

4. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmada öncelikle logaritması alınmış serilerin durağanlığı test edilmiştir ve aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



Şekil 1. Logaritmik GDP, Elektrik Tüketimi, CO₂ Emisyonu değişkenlerinin grafiği

Şekil 1’de logaritmik GDP, elektrik tüketimi ve CO₂ emisyonu değişkenlerinin grafiği yer almaktadır. Şekil 1 incelendiğinde değişkenlerin artış eğilimine sahip oldukları görülmektedir. Üç seri de belirli bir sabit ortalamaya sahip değildir. Serilerin zaman içerisinde sergiledikleri pozitif yönlü trend, serilerin durağan olmadığını göstermektedir.

Elektrik tüketimi, CO₂ emisyonu, GDP değişkenlerinin durağanlıklarının test edilmesi amacıyla logaritmik dönüşümlü serilere ADF, PP ve KPSS birim kök testleri uygulanmıştır.

Tablo 3’te Logelk, Loggdp ve Logco2 değişkenlerinin kesme ile kesme ve trend içeren modellerle seviyede ADF, PP ve KPSS birim kök testlerinin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3. Logelk, Loggdp ve Logco2 Seviyede Birim Kök Testleri

Seriler	Kesme			Kesme ve Trend		
	ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS
<i>Logelk</i>	-3,212	-4,398	0,924	-1,470	-0,865	0,258
<i>Loggdp</i>	0,421	0,435	0,936	-1,961	-2,149	0,138
<i>Logco2</i>	-2,685	-3,361	0,913	-2,850	-2,950	0,226

Tablo 3’e göre ADF ve PP birim kök testleri sonucunda hesaplanan değerlerin kritik değerlerden küçük olması nedeniyle H_0 hipotezi reddedilemez. KPSS birim kök testi sonucunda ise hesaplanan LM test istatistiği değerinin kritik değerlerden küçük olması nedeniyle H_0 hipotezi reddedilmiştir. Bu nedenle sınanan serilerde birim kök vardır, seriler durağan değildir. Serilerin durağanlıklarının sağlanması amacıyla 1.farkları alınmıştır.

Tablo 4. Logaritmik GSYH, Elektrik tüketimi, CO₂ Emisyonunun Farkta Birim Kök Testleri

<i>Seriler</i>	<i>Kesme</i>			<i>Kesme ve Trend</i>		
	<i>ADF</i>	<i>PP</i>	<i>KPSS</i>	<i>ADF</i>	<i>PP</i>	<i>KPSS</i>
<i>ΔLogelk</i>	-5,031***	-5,022***	0,767	-5,443***	-6,453***	0,039*
<i>ΔLoggdp</i>	-7,416***	-7,416***	0,107*	-7,378***	-7,378***	0,60*
<i>ΔLogco2</i>	-7,383***	-7,386***	0,475***	-8,043***	-8,032***	0,105*

Not: *** %1, ** %5 ve * %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4’de 1.farkları alınan serilerin ADF, PP ve KPSS test sonuçları bulunmaktadır. ADF ve PP birim kök testleri sonucunda hesaplanan değerlerin kritik değerlerden büyük olması nedeniyle H₀ hipotezi reddedilmiştir. KPSS birim kök testi sonucunda ise LM test istatistiği değerinin kritik değerlerden küçük olması nedeniyle H₁ hipotezi reddedilmiştir. Bu nedenle sınanan serilerde birim kök yoktur, seriler durağandır. Serilerin birinci farkları alındığında, zaman içerisinde serilerin ortalaması, varyansı ve kovaryansı değişmemektedir.

Aynı düzeyde durağan olan seriler arasındaki uzun dönem ilişkisinin incelenmesi amacıyla Johansen eşbütünleşme testine başvurulmuştur. Johansen eşbütünleşme testinin gerçekleştirilmesi için değişkenler arasında uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle Tablo 5’te VAR modeli tahmin edilerek uygun gecikme uzunluğuna ulaşılmıştır.

Tablo 5. VAR Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

<i>Lag</i>	<i>LogL</i>	<i>LR</i>	<i>FPE</i>	<i>AIC</i>	<i>SC</i>	<i>HQ</i>
0	60.03065	NA	2.43e-05	-2,112246	-2,001747	-2,069631
1	340.9446	520.2110*	1.03e-09*	-12.18313*	-11.74114*	-12.01267*
2	347.0029	10.54602	1.15e-09	-12,07418	-11,30069	-11,77588
3	353.3325	10.31477	1.28e-09	-11,97528	-10,87028	-11,54912
4	360.5903	11.02119	1.39e-09	-11,91075	-10,47426	-11,35675

Not: *Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Tablo 5 incelendiğinde; FPE, AIC, SC ve HQ bilgi kriterleri 1 gecikmeyi göstermektedir. Bu nedenle VAR gecikme uzunluğu (1) olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Johansen Eşbütünleşme İz Testi

<i>Sistem</i>	<i>H₀(H₁)</i>	<i>Model H₄ (r)</i>
	$r = 0$ ($r = 1$)	(42.9)***
<i>Logelk, Loggdp, Logco2</i>	$r \leq 1$ ($r = 2$)	(25.8)***
	$r \leq 2$ ($r = 3$)	(12.51)**

Not: Kritik değerler parantez içindedir. *** %1, ** %5, ve * %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 6’da Johansen Eşbütünleşme İz Testi yer almaktadır. Hesaplanan test istatistiklerinin 0.05 kritik değerinden büyük olması nedeniyle H_0 reddedilmektedir. Modelde 2 tane eşbütünleşik vektör vardır. Dolayısıyla Johansen eşbütünleşme testiyle elde edilen sonuçlara göre serilerin uzun dönemde birbirlerini etkilediğini söylemek mümkündür.

Tablo 7. Johansen Eşbütünleşme Max-Eigenvalue Testi

<i>Sistem</i>	<i>H₀ (H₁)</i>	<i>Model H₄ (r)</i>
	$r = 0 (r \geq 1)$	(25.823)**
<i>Logelk, Loggdp, Logco2</i>	$r \leq 1 (r \geq 2)$	(19.387)***
	$r \leq 2 (r \geq 3)$	(12.517)**

Not: Kritik değerler parantez içindedir. *** % 1, ** % 5, ve * %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 7’de Johansen Eşbütünleşme Max-Eigenvalue Test sonuçları bulunmaktadır. Hesaplanan test istatistiklerinin 0.05 kritik değerinden büyük olması nedeniyle sıfır hipotezi reddedilmektedir. Modelde 2 tane eşbütünleşik vektör vardır. Dolayısıyla Johansen eşbütünleşme testiyle elde edilen sonuçlara göre serilerin uzun dönemde birbirlerini etkilediğini söylemek mümkündür.

Eşbütünleşik yapıdaki Logelk, Loggdp ve Logco2 serilerinin aralarındaki uzun dönem denge ilişkisinden dolayı kısa dönemde de bu ilişkinin korunup korunmadığının ortaya çıkarılması amacıyla vektör hata düzeltme mekanizmasına başvurulmuştur.

Tablo 8’de VECM uzun dönem test sonuçlarına yer verilmiştir. GSYH ile elektrik tüketimi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Elektrik tüketimindeki %1’lik bir artış GSYH’yı %75 oranında arttırmaktadır. GSYH ile karbondioksit emisyonu arasında ise negatif yönlü bir ilişki vardır. Karbon emisyonundaki %1’lik bir artış GSYH’yı % 37 oranında azaltmaktadır.

Tablo 8. Vektör Hata Düzeltme Modeli Uzun Dönem Test Sonuçları

	Değişkenler				
	Kesme	Loggdp (-1)	Logelk(-1)	Logco2(-1)	Trend
Katsayılar	-11.559	1.000	0.751***	-0.375	-0,063
Standart Hata			0.240	0.273	0.008
T-istatistikleri			3.131	-1.370	-7.894

Not: *** %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 9’da VECM kısa dönem test sonuçları sunulmuştur. Hata düzeltme katsayısının istatistiksel olarak negatif ve anlamlı olması gerekmektedir. Modelin test sonuçlarına göre, hata düzeltme katsayısı -0.223 olarak tahmin edilmiştir. Hata düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olup hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını, yani kısa dönemde gerçekleşen dengeden sapma hareketlerinin uzun dönemde düzeltileceğini ima etmektedir. Sistemdeki değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi mevcut olup, kısa dönemli bir şok, $1/0,223= 4.48$ dönem sonra etkisini kaybedecektir.

Tablo 9. Vektör Hata Düzeltme Modeli Kısa Dönem Test Sonuçları

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Katsayılar	Standart Hata	T-istatistikleri
	D(Logelk(-1))	0.514142**	0.23827	2.15782
D(Loggdp)	D(Logco2(-1))	-0.002693***	0.14428	-0.01867
	$ECMt-1$	-0.223606***	0.05555	-4.02502

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Vektör hata düzeltme modeline ilişkin kısa dönem sonuçlarına göre, elektrik tüketimi %1 arttığında, GDP % 0.51 artmaktadır ve bu sonuç % 5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Karbon emisyonu %1 arttığında, GDP % 0.002 azalmaktadır ve bu sonuç % 1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Hata düzeltme teriminin ($ECMt-1$) katsayısı ise negatif ve % 1 düzeyinde anlamlıdır.

Johansen eşbütünleşme testi, GDP ile elektrik tüketimi ve karbon emisyonu arasında bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır. Değişkenler arasındaki etkileşimin yönünün tespiti amacıyla Granger Nedensellik testi kullanılmıştır. Granger Nedenselliği Tablo 10'da yer alan hipotezler altında AIC 1 gecikmesine göre sınanmıştır.

Tablo 10. Granger Nedensellik Testi Sonuçları

H_0	Ki- Kare	Olasılık Değeri
D(Logelk) → D(Loggdp)	4.656199	0.0309
D(Logco2) → D(Loggdp)	0.000349	0.9851
D(Loggdp) → D(Logelk)	0.399247	0.5275
D(Logco2) → D(Logelk)	0.164652	0.6849
D(Loggdp) → D(Logco2)	1.394475	0.2377
D(Logelk) → D(Logco2)	5.964375	0.0146

Tablo 10'da yer alan sonuçlara göre elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki hipotez aşağıdaki şekilde kurulmuştur;

H_0 : Elektrik tüketimi, ekonomik büyümenin Granger Nedeni değildir.

H_1 : Elektrik tüketimi, ekonomik büyümenin Granger Nedeni'dir.

Tablodaki birinci denklemde olasılık değerinin (0.03), kritik değer olan % 5'ten küçük olması nedeniyle H_0 hipotezi reddedilmiştir. Bu sonuca göre; kısa dönemde elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

Elektrik tüketimi ve karbondioksit emisyonu arasındaki hipotez ise aşağıdaki şekilde kurulmuştur;

H_0 : Elektrik tüketimi, karbondioksit emisyonunun Granger Nedeni değildir.

H_1 : Elektrik tüketimi, karbondioksit emisyonunun Granger Nedeni'dir.

Tablodaki birinci denklemde olasılık değerinin (0.01), kritik değer olan % 5'ten küçük olması nedeniyle H_0 Hipotezi reddedilmiştir. Bu sonuca göre; kısa dönemde elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu nedensellik "Elektrik tüketimi, karbondioksit emisyonunun Granger Nedeni'dir" şeklinde ifade edilmektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde teknoloji kullanımının artması ve küreselleşme ile enerjiye her alanda ihtiyaç duyulmaya ve kullanılmaya başlanmıştır. Aynı zamanda enerji insanların en temel ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Nüfus arttıkça enerji kullanımı giderek artmakta ve bunun sonucunda enerji kaynakları sürekli olarak azalmaktadır. Enerji tüketimi dünya ekonomisinde büyük bir öneme sahiptir (Aslan, 2016) ve ekonomik büyümenin sağlanmasında önemli tetikleyicilerden biri olmaya devam etmektedir (Destek, 2017). Özellikle 1970 petrol krizinden sonra yenilenebilir ve sürdürülebilir yapıya sahip enerji kaynaklarının önemi ve tüketimi giderek artmıştır (Bildirici ve Özaksoy, 2013).

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini konu alan çalışmalar incelendiğinde; Büyüme, Koruma, Geri Besleme ve Yansızlık olmak üzere dört hipotez üzerinde durmaktadır. Büyüme hipotezine göre enerji tüketimi ekonomik büyümeyi arttırmaktadır. Saklama hipotezine göre ekonomik büyüme enerji tüketimini arttırmaktadır. Geri besleme hipotezine göre enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Yansızlık hipotezine göre ise enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki ise literatürde Çevresel Kuznets Eğrisi açısından incelenmiştir. Bu teoriye göre artan gelirle birlikte karbondioksit emisyonu da belirli bir gelir seviyesine kadar artmakta, bu seviyeden sonra ise azalmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin elektrik tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmak ve ekonomi açısından başarılı ve uygulanabilir enerji politikaları önermektir. Bu amaçla geliştirilen modelde bağımlı değişken olarak ekonomik büyüme; bağımsız değişken olarak ise elektrik tüketimi ve karbondioksit emisyonu kullanılmıştır.

Çalışmada 1960 -2017 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Ampirik araştırmada öncelikle serilerin durağanlıkları ADF, PP ve KPSS birim kök analizleriyle test edilmiş ve serilerin birinci farklarında durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bunu takiben değişkenler arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisinin tespit edilmesi için Johansen Eşbütünleşme Testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Granger Nedensellik Analizi yapılmıştır.

Johansen eşbütünleşme testi ve Vektör Hata Düzeltme modelinden elde edilen bulgulara göre; Türkiye'de 1960-2017 yılları arasında uzun dönemde elektrik enerjisi tüketimi ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Karbondioksit emisyonu ise ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Granger nedensellik analizi sonuçları ise elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye ve karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığını göstermiştir. Analiz sonucunda ulaşılan elektrik enerjisi tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi Büyüme Hipotezini desteklemektedir. Büyüme Hipotezine göre; elektrik tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi de arttırırken, elektrik tüketimindeki azalış ekonomik büyümeyi de azaltmaktadır. Nedensellik analizi sonucunda ulaşılan bir diğer sonuç ise elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığıdır. Buna göre elektrik tüketimindeki artış karbondioksit emisyonunu da arttırmaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi açısından incelenen ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Ampirik analizin sonuçları literatürdeki diğer araştırmalar ile karşılaştırıldığında, araştırma sonuçlarının Terzi (1998), Nişancı (2005), Altınay ve Karagöl (2005), Kopusuzoğlu ve Karan (2010), Shahbaz ve Feridun (2011), Polat vd. (2011), Acaravcı vd. (2015) ve Salahuddin vd. (2015) bulgularıyla örtüştüğü görülmektedir.

Her ekonomik birimin günlük yaşantısında temel girdi olarak kullandığı elektriğin tüketim miktarındaki artışın ekonomik büyümeye ve dolayısıyla kalkınmaya pozitif katkısı olacağı açıktır. Yenilenebilir enerjide yeterli yatırıma sahip olunmaması ve yenilenemeyen enerjide girdi maliyetlerinin düşük olması nedeniyle Türkiye’de elektrik üretiminde yenilenemeyen enerji kullanımı oldukça yaygındır. Elektrik üretiminde dolayısıyla elektrik tüketiminde yaşanan artış ise karbondioksit emisyonu ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Analiz sonuçlarından hareketle karbondioksit emisyonunun azaltılması için elektrik tüketiminin de azaltılması gerekmektedir. Fakat elektrik tüketimindeki azalma ekonomik büyümeyi de azaltacaktır. Bu sonuç istenmeyen bir durumdur. Karbondioksit emisyonunu azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak ve karbon vergisi uygulaması vb. düzenlemeleri yürürlüğe sokmak gerekmektedir.

Yazar Katkı Oranı Beyanı

Çalışmanın tamamı yazarlar tarafından ortak olarak yazılmıştır.

Çatışma Beyanı

Çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Destek Beyanı

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

KAYNAKÇA

- Acaravcı, A., S. Erdoğan ve G. Akalın. (2015). The Electricity Consumption, Real Income, Trade Openness and Foreign Direct Investment: The Empirical Evidence from Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5 (4), 1050-1057.
- Akbaş, Y. ve M. Şentürk. (2013). Mena Ülkelerinde Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki Karşılıklı İlişkinin Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41, 45-67.
- Aktaş, C. (2009). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Hata Düzeltme Modeliyle Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25, 61-68.
- Aktaş, C. ve V. Yılmaz. (2008). Causal Relationship Between Electricity Consumption And Economic Growth In Turkey. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 45-54.
- Albayrak, E. (2018). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Altınay, G. ve E. Karagöl. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27 (6), 849–856.
- Aslan, A. (2014). Causality Between Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey: An ARDL Bounds Testing Approach. *Energy Sources*, 9 (1), 25-31.
- Aydın, B. (2018). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Avrupa Birliği ve Türkiye Üzerine Ampirik Bir İnceleme. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Bayraktutan, Y., S. Uçak ve M. Bicil. (2012). Yükselen Piyasalarda Elektrik Tüketimi-Büyüme İlişkisi: Nedensellik Analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 241-254.
- Bildirici, M., T. Bakırtaş ve F. Kayıkçı. (2012). Economic growth and electricity consumption: Auto regressive distributed lag analysis. *Journal of Energy in Southern Africa*, 23(4), 29-45.
- Bozkurt, H. (2007). Zaman Serileri Analizi. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Çağlı G., Türkmen, S. ve Çakır, Ö. (2013). Enerji ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Açısından Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 161-174.
- Çetin, M. (2012). Sabit Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme: Ampirik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7 (1), 211-230.
- Destek, M. A. (2017). Biomass Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from Top 10 Biomass Consumer Countries. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. 12 (10), 853-858.
- Dlamini, J., Balcılar, M., Gupta, R. ve Lotz, R. (2015). Revisiting the Causality between Electricity Consumption and Economic Growth in South Africa: Evidence from Bootstrap Rolling Window Approach. *International Journal of Economic Policy in Emerging Eco Policy in Emerging Economies*, 8(2), 1-26.
- Eren, M. V., M. Polat ve H. İ. Aydın. (2016). Türkiye’de Yapısal Kırılmalı Testlerle Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Analizi. *Akademik Bakış Dergisi*, 56, 275-289.
- Ergün, S. ve M. Polat. (2015). OECD Ülkelerinde Co2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 45, 115-141.
- Ertuğrul, M. H. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analizi. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*. 2, 49-73.
- Gökçe, C. (2007). Ekonomik Büyüme Sürecinde Enerjinin Değişen Rolü. (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Afyon.
- Gujarati, D.N. (1999). Temel Ekonometri. İstanbul: Literatür Yayınları.

- Güvenek, B. (2009). Enerji piyasası reformları ve bu reformların elektrik enerjisi piyasası üzerine etkisi: Elektrik enerjisi üreten kuruluşlar üzerine bir uygulama. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Konya.
- Güvenek, B. ve V. Alptekin. (2010). Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi. Enerji Piyasa ve Düzenleme Dergisi, 1 (2), 172-193.
- Hepaktan, E. ve Y. Sertkaya. (2016). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, Kişi Başına GSYİH, CO2 Emisyonu ve Petrol Tüketimi İlişkisi. Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 7 (12), 163-182.
- İsmiç, B. (2015). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Nüfus İlişkisi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5(1), 259-274.
- Iyke, B. ve N. Odhiambo. (2012). The Dynamic Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Ghana: A Trivariate Causality Model. Managing Global Transitions, 12 (2), 141–160.
- Kapusuzoğlu, A. ve M. H. Karan (2010). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma. İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 1(3), 57-68.
- Kar, M. ve E. Kınık. (2008). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, X (n), 33-353.
- Karaca, O. (2003). Türkiye’de Enflasyon- Büyüme İlişkisi: Zaman Serisi Analizi. Doğu Üniversitesi Dergisi, 247-255.
- Karagöl, E., Ertuğrul, M. ve Erbaykal, E. (2007). Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. Doğu Üniversitesi Dergisi, 8 (1), 72-80.
- Kasperowicz, R. (2014). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Poland. Journal of International Studies, 7 (1), 46-57.
- Kavak, K. (2005). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi. Devlet Planlama Teşkilatı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Müdürlüğü (Uzmanlık Tezi).
- Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de Enerji Tüketimi Büyüme ve Cari Açık İlişkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Gaziantep.
- Koçak, E. (2012). Türkiye'nin Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kayseri.
- Külünk, İ. (2013). Enerji Verimliliği ve Karbon Salınımı Çerçevesinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bolu.
- Mahmutoğlu, M. (2013). Türkiye Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2010). Ekonometrik Zaman Serileri Analizi. Ankara: Nobel Yayınları.
- Nazhoğlu, S., Kayhan, S. ve Adıgüzel, U. (2014). Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey: Cointegration, Linear and Nonlinear Granger Causality. Energy Sources, 9(4), 315–324.
- Nişancı, M. (2005). Türkiye’de Elektrik Enerjisi Talebi ile Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 107-121.
- Ogundipe, A., Akinyemi, O. ve Ogundipe, O. M. (2016). Electricity Consumption and Economic Development in Nigeria. International Journal of Energy Economics and Policy, 6(1), 134–143.
- Öztürk, İ. (2010). A literature survey on energy–growth nexus. Energy Policy. 38 (1). (340-349).
- Pekcan, D. (2015). Doğal Tekelin Regülasyonu ve Düzenleyici Kurum: Türkiye Elektrik Piyasası Örneği. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi İktisat Anabilim Dalı İktisat Bilim Dalı. Bursa.
- Polat, M. (2014). Sürdürülebilir Kalkınmada Elektrik Tüketimi Ve Büyüme İlişkisi. (Doktora Tezi). İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Malatya.
- Polat, Ö., Uslu, E. ve Sayın, S. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(1), 349-362.
- RK(Rekabet Kurumu Elektrik Toptan Satış Ve Perakende Satış Sektör Araştırması. <http://www.tenva.org/wp-content/uploads/2015/01/rk-ek.pdf>. Erişim Tarihi: 10 Kasım 2017.
- Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2013). Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, XXXII (2), 1-24.
- Safı, M. H. (2007). Türkiye’de Enerji Kaynakları ve İthal Kömürün Yeri. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Salahuddin, M., Gow, J. ve Oztürk, I. (2015). Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust? Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 317–326.
- Savaş, D. ve Durğun, B. (2016). Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6 (11), 213-244.
- Shahbaz, M. ve Feridun, M. (2012). Electricity consumption and economic growth empirical evidence from Pakistan. Quality & Quantity, 46 (5), 1583–1599.

- Shahbaz, M., Ozturk, İ. ve Ali, A. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth Causality Revisited: Evidence from Turkey," *Bulletin of Energy Economics (BEE)*, 3(4),176-193.
- Taban S. (2011). *İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Tam, M. (2009) Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri). *Hidroelektrik Santraller ve Santral İşletmeciliği*. FORM 2009, 70-186. Trabzon.
- Tarı, R. ve Yıldırım, D.Ç. (2009). Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye İçin Bir Uygulama. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 97-105.
- Taşkıran, E. (2011). Türkiye’de Elektrik Piyasasında Fiyat Oluşumunun Dünü Bugünü ve Geleceği.(Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Terzi, H. (1998). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 13 (44), 62-71.
- Topallı, N. (2016). CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika için Panel Veri Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 427-447.
- Tunalı, H. ve Ulubaş, M.A. (2017). Elektrik Enerjisi Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G7 Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama (1970-2015). *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 20(1), 1-13.
- Wolde-Rufae, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34 (10), 1106–1114.
- Yandle, B., M. Bhattarai ve M. Vijayaraghavan (2004). *Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods and Policy Implications*. Research Study, 2, 1-16.
- Yapraklı, S. ve Yurttaçıkız, Ç. (2012). Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(2), 195-215.