

Yayın Geliş Tarihi (Submitted): 21/03/2021

Yayın Kabul Tarihi (Accepted): 31/05/2021

Makele Türü (Paper Type): Araştırma Makalesi – Research Paper

Please Cite As/Atıf için:

Barut M. E. ve Çelik E. (2021), Türkiye’de sanayide tüketilen elektrik enerjisi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Granger nedensellik analizi, *Nicel Bilimler Dergisi*, 3(1), 43-58. doi: 10.51541/nicel.900484

TÜRKİYE’DE SANAYİDE TÜKETİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: GRANGER NEDENSELLİK ANALİZİ

Muhammed Emin Barut¹ ve Emine Çelik²

ÖZET

Elektrik enerjisi, enerji kaynakları arasında hem kullanım ve erişim kolaylığı sağlaması hem de çevreye en az zarar veren enerji kaynağı olması nedeniyle ön plana çıkmış ve kullanım alanları her geçen gün artmıştır. Elektrik enerjisinin kullanıldığı önemli alanlardan biri ise ülke ekonomisine önemli derecede katma değer sağlayan sanayi sektörüdür. Bu çalışma Türkiye’de sanayide tüketilen elektrik enerjisi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Türkiye’de sanayide tüketilen elektrik enerjisi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1970-2019 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Granger nedensellik testiyle analiz edilmiştir. Granger nedensellik analizi sonucunda Türkiye’de sanayi tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır. Diğer bir ifade ile sanayide tüketilen elektrik enerjisi büyümenin; büyüme de sanayide tüketilen elektrik enerjisinin nedenidir. Sonuçlar doğrultusunda Türkiye enerji açığı olan ve bu açığını dış piyasalardan tedarik eden bir ülke konumunda olduğu görülmüştür. Bundan dolayı enerji ihtiyacını güvenli, kesintisiz ve ucuz bir şekilde karşılayabilmesi için ülke içerisinde elektrik enerjisi üretimine ağırlık vermesi gerekmektedir. Ülke içerisinde enerji ihtiyacını karşılayacak

¹Sorumlu yazar, 100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5873-1787>

²Doktora Öğrencisi, Alanya Alaadin Keykubat Üniversitesi, Ankara, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4731-9054>

politikalar ile yatırımların gerçekleşmesi, Türkiye'nin dış ticaretteki enerji bağımlılığını azaltacak ve ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Kaynakları, Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Nedensellik.

INDUSTRIAL ELECTRICITY CONSUMED IN TURKEY WITH THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH: GRANGER CAUSALITY ANALYSIS

ABSTRACT

Electricity has come to the fore among energy sources due to its ease of use and access, as well as the least harmful energy source, and its usage areas have increased day by day. One of the most important areas where electrical energy is used is the industry sector, which provides the highest added value to the country's economy. This study aimed is to reveal the relationship between economic growth with electrical energy consumed in industry in Turkey. The relationship between economic growth with electrical energy consumed in industry in Turkey was analyzed with the Granger causality test using annual data for the 1970-2019 period. As a result of Granger causality analysis, a bidirectional causality relationship has emerged between economic growth the with electrical energy consumed in industry in Turkey. In other words, the electrical energy consumed in the industry is cause of economic growth, in economic growth is the cause of the electrical energy consumed in the industry. In line with the results, it has been seen that Turkey has an energy deficit and supplies this deficit from foreign markets. Therefore, in order for Turkey to meet its energy needs in a safe, uninterrupted and cheap way, political governments and policy makers should focus on electricity generation within the country. The realization of the policies and investments that will meet the energy needs in the country will contribute to the economic growth by reducing the energy dependence in foreign trade of Turkey.

Keywords: Energy Sources, Electricity Consumption, Economic Growth, Causality.

1. GİRİŞ

İngiltere'de başlayan sanayi devrimiyle birlikte dünya hızlı bir sanayileşme sürecine girmiştir. Sanayileşme süreci ise hem üretim artışlarına hem de üretim artışlarına paralel olarak

enerji talebinde artışlara neden olmuştur. Bir ülkede üretimin dolayısıyla da enerji tüketiminin artması ekonomik büyümenin gerçekleştiğini gösteren önemli göstergelerden biridir. Enerji tüketiminin ekonomik büyüme için kritik bir konumda olması enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi gereğini ortaya koymuştur. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi ilk kez 1978 yılında Kraft ve Kraft tarafından incelenmiştir. Amerika’da yapılan çalışmada büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya çıkmıştır. Kraft ve Kraft tarafından yapılan çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişkinin var olduğu ortaya çıkmıştır.

Türkiye’de de enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmanın son dönemlerde yapılan diğer çalışmalardan farkı hem 2019 yılı verilerinin kullanılması hem de ekonomik büyümenin en önemli göstergelerinden biri olan sanayi sektörü elektrik tüketimini tek başına ele alınmasıdır. Sanayi sektöründeki elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi Türkiye’nin 1970-2019 yıllarına ait 50 yıllık zaman serileri kullanılarak incelenmiştir Ekonomik büyümeye ait veriler Dünya Bankası’ndan (World Bank), sanayi sektörü elektrik tüketim verileri de Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) elektronik veri sistemlerinden elde edilmiştir. Analizler Eviews 10 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada öncelikle serilerin durağanlık dereceleri ADF birim kök testi ile belirlendikten sonra ilişkinin yönünün belirlenmesi için Granger nedensellik analizi uygulanmıştır.

2. LİTERATÜR

Enerji, madde içerisinde ışık, ısı vb. formlarda bulunan güç olarak tanımlanmaktadır. Enerji, ülkelerin ekonomik büyüme ve gelişmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. (F.F. Aydın, 2010). Ekonomik büyüme, hem bir ülkenin üretim düzeyinde uzun dönemde meydana gelen artışları hem de bir ülkenin mal ve hizmet üretim kapasitesinin genişlemesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, üretim faktörlerindeki (işgücü, doğal kaynaklar ve sermaye) artışa bağlı olarak bir yıldan diğer bir yıla kişi başına düşen gelir miktarı da büyümeyi ifade etmektedir. Ekonomik büyüme genelde Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) artışına bağlı olarak ölçülmektedir (Köse, 2016).

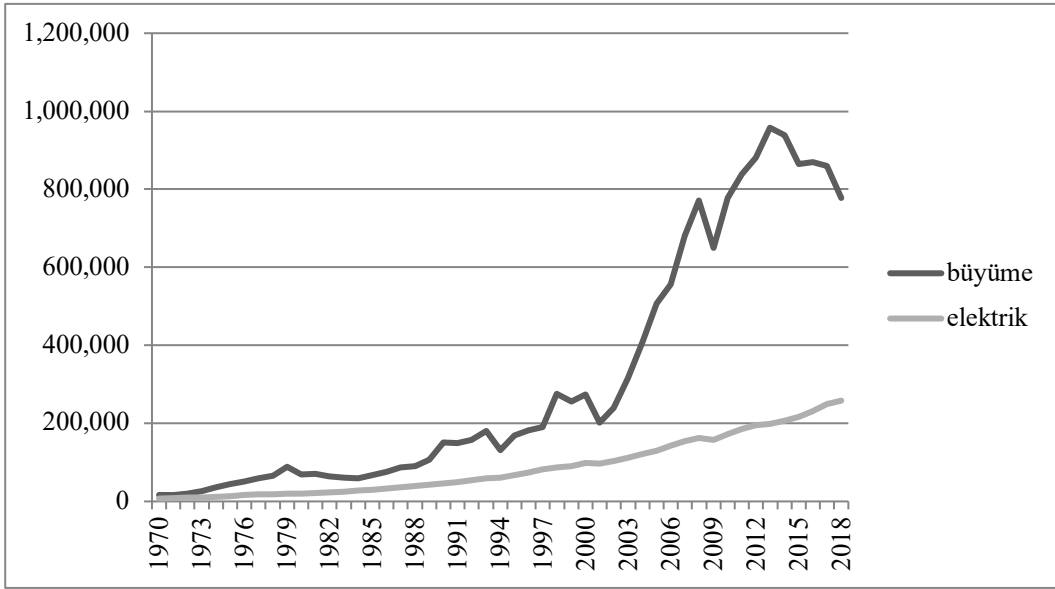
İngiltere’de 18. yüzyılda ortaya çıkan sanayi devrimi, dünya genelinde üretimde aşamalı olarak bir artışı beraberinde getirmiştir. Küreselleşmeyle de dünyada mal, hizmet ve sermaye

hareketlerinin serbest dolaşımını engelleyen kısıtlamaların ortadan kalkması üretim artışına ivme kazandırmıştır (Bayar, 2014). Üretim artışı, üretimde kullanılan temel girdilerden biri olan enerji talebinin artmasına neden olmuştur (M. Aydın, 2018).

Enerji talebinde meydana gelen artışlar enerji politikalarında temel hedefin enerjinin verimli bir şekilde kullanılması üzerine yoğunlaşmasına neden olmuştur. Enerji politikaları kapsamında enerji verimliliğini sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi, en düşük enerji tüketimi ile en yüksek enerji üretimi ve iletimini sağlayan yapılar oluşturulmaya çalışılmaktadır (Pamir, 2003). 1970'lerde yaşanan petrol krizinin petrol fiyatlarını artırması yeni enerji kaynaklarının özellikle de elektrik enerjisi kullanımını ön plana çıkarmıştır (Şengönül ve Koşaroğlu, 2018).

Talebi sürekli artan enerjinin üç temel özelliği vardır. Bunlar; enerji kaynakların yeterli düzeyde olmayışı, yani kıt oluşu, dünyada eşitsiz dağılım göstermesi ve çevre kirliliğine yol açmasıdır (Akpolat ve Altındaş, 2013). Sürdürülebilir ekonomik gelişmenin sağlanabilmesi için ülkelerin enerji ihtiyaçlarını ucuz, güvenilir ve kesintisiz bir şekilde sağlamaları gerekmektedir (Özata, 2010). Enerji kaynaklarının dünya genelinde eşit dağılmaması ve yenilenemeyen enerji kaynakları rezervlerindeki artışa paralel olarak enerji talebinin artış göstermesi ülkeleri alternatif enerji kaynakları bulmaya yöneltmektedir (Karadaş vd., 2017). Alternatif kaynak arayışında elektrik enerjisi ön plana çıkmaktadır. Elektrik enerjisi, sanayide makinelerin kullanımından hanelerin aydınlatılmasına kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Elektrik enerjisini diğer enerji kaynaklarından üstün kılan en önemli özellik bir enerji kaynağını (petrol ve kömür gibi fosil yakıtları) farklı bir enerji kaynağına dönüştürebilmesidir. Bu özellik elektrik enerjisine hem stratejik hem de ekonomik değer katmaktadır (Korkmaz ve Güngör, 2016).

Enerji kaynaklarının eşitsiz dağılımı ülkeleri enerji ithalatına bağımlı hale getirmektedir. Türkiye'de enerji sektörüne bağımlılık %80'lerdedir. Türkiye'nin enerji talebi 1980'lerde serbest piyasaya açılma ile artış göstermiştir (Özata, 2010). Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen teknolojik ve altyapı yetersizlikleri ile bilgi eksikliği gibi nedenlerden dolayı var olan potansiyeli etkin bir şekilde kullanamamaktadır (Uygun ve Günay, 2018). Şekil 1'de Türkiye'nin 1970-2018 yılları arasında elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme verilerine ait bilgiler yer almaktadır.



Şekil 1. Türkiye’de 1970-2018 Yılları Arası Ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi

Kaynak: TÜİK ve Dünya Bankası verilerinden faydalanarak hazırlanmıştır.

Şekil 1’de verilen büyüme oranlarına bakıldığında Türkiye’nin kendi iç dinamiklerinden kaynaklanan 1980 ve 1994 yapısal kriz yılları ile dünya ölçeğinde yaşanan 2000, 2008 ekonomik kriz yıllarında ekonomik büyümede sert düşüşlerin yaşandığı görülmektedir. Genel olarak 2000’li yıllar sonrasında ekonomik büyümede büyük artışların yaşandığı ancak 15 Temmuz 2016 darbe girişimi sonrasında bu artış eğiliminin düşüşe geçtiği görülmektedir. Elektrik enerjisi tüketimi ise büyümeye oranla daha yavaş artarken 2000’lerden sonra hızlı bir artış sürecine girmiştir.

Enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin bilinmesi enerji politikalarının belirlenmesi ve uygulanması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca enerji tüketiminin büyümenin bir sonucu mu yoksa ön koşulu mu olduğu konusunda kesin bir yargıya varılamamaktadır (Mehrara, 2007). Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde kullanılan yöntem veya analiz edilen ülkelere ve zaman dilimlerine göre elektrik tüketimiyle büyüme arasındaki nedenselliğin farklılaştığı görülmektedir.

Enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi temel olarak dört hipotez etrafında şekillenmektedir. İlk hipotez olan büyüme hipotezine göre enerji tüketiminden ekonomik büyüme yönünde bir nedensellik söz konusudur. Yani üretim sürecinde emek ve sermayenin tamamlayıcısı olarak kullanılan enerji ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır

(M. Aydın, 2018). Aynı zamanda enerji girdilerin dönüştürülmesinde, çıktıların elde edilmesinde, teknoloji transferlerinde ve mal ile hizmetlerin pazarlanması gibi üretim sürecinin bütün aşamalarında değer yaratmaktadır. Ekonomik büyümenin olumsuz etkilenmemesi için üretim sürecinin kesintiye uğramadan devam etmesi, hiçbir tıkanıklığın yaşanmaması gerekmektedir. (Şengönül ve Koşaroğlu, 2018). Koruma hipotezine göre, ekonomik büyümede meydana gelen artış enerji tüketiminde de bir artışa neden olmaktadır. Ekonomik büyüme enerji tüketiminin nedeni olduğundan enerji tasarrufu sağlamak için uygulanan politikaların ekonomik büyüme üzerinde önemli bir katkı sağlamayacağı düşünülmektedir (Başar vd., 2020). Çift yönlü nedensellik (Feedback) hipotezinde enerji harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi çift yönlüdür. Büyümedeki artış enerji tüketiminde, enerji tüketimindeki artış da büyümede artış sağlamaktadır. Bu durumla karşılaşan ülkelerin ihtiyaç duydukları enerjiyi kendileri üretebilecek politikalar uygulamaları gerekmektedir (Akpolat ve Altıntaş, 2013). Dördüncü hipotez olan yansızlık hipotezine göre, enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır (Acaracvı ve Erdoğan, 2017). Bu hipoteze göre enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki yansızlık ilişkisinden dolayı enerji tüketimi ile ilgili uygulanan koruyucu ve kapsamlı politika uygulamalarının ekonomik büyümeye hiçbir etkisi olmamaktadır (Şengönül ve Koşaroğlu, 2018). Enerji tüketimiyle ekonomik büyüme üzerine aynı ülkede yapılan çalışmalarda farklı dönemlere ait zaman serileri ve/veya farklı analizlerin yapılması her çalışmada farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

1970’li yıllardan günümüze kadar geçen zaman sürecinde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik çalışmalar giderek artmıştır. Bunun en önemli nedeni 1970 yılında yaşanan ve etkisi tüm dünya ülkelerinde hissedilen petrol krizi olmuştur. Bu kapsamda bu çalışmada literatür araştırmasında ilk olarak dünya çapında ardından Türkiye özelinde yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Dünya çapında enerji/elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen çalışmalar aşağıda değerlendirilmiştir.

Kraft ve Kraft (1978), 1947-1974 dönemine ait verileri kullanarak ABD’nin enerji tüketimi ile ekonomik büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisini Sims nedensellik analiziyle incelemişlerdir. Analizin sonucuna göre büyümeden enerji tüketimi yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır.

Yu ve Choi (1985) tarafından 1954-1976 dönemine ait veriler ile Filipinler ve Kore Cumhuriyeti’nde enerji tüketimi ile büyüme arasındaki nedensellik Granger nedensellik testiyle

incelenmiştir. Yapılan analizin sonucuna göre Filipinler’de enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, Kore Cumhuriyetinde ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedenselliğin varlığı ortaya çıkmıştır.

Masih ve Masih (1996), 1955-1996 dönemine ait veriler ile Hindistan, Pakistan, Endonezya, Malezya, Singapur ve Filipinler’de enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemdeki ilişkinin varlığını Koentegrasyon, nedensellik ilişkisini de Granger nedensellik ile test etmişlerdir. Yapılan analizlerin sonucuna göre Hindistan, Pakistan ile Endonezya’da uzun dönemli bir ilişkinin olduğu, Malezya, Singapur ve Filipinler’deyse uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca Hindistan’da enerji tüketiminden büyümeye, Pakistan ve Endonezya’daysa ekonomik büyümeden enerji tüketimi yönünde bir nedenselliğin varlığı ortaya çıkmıştır.

Mehrara (2007), 1971-2002) dönemine ait veriler ile İran, Kuveyt, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, Umman, Cezayir, Nijerya, Meksika, Venezüela ile Ekvator’da enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği birim kök, Koentegrasyon ve Granger nedensellik testleri ile incelemiştir. Yapılan analizin sonucuna göre analize tabi tutulan ülkelerde enerji tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasında uzun dönemde bir ilişkinin olduğu, ayrıca hem uzun hem de kısa dönemde büyümeden enerji kullanımına doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu ortaya çıkmıştır.

Karadaş, Koşaroğlu ve Salihoğlu (2017), 2004-2012 dönemine ait veriler ile Avrupa Birliği üyesi ülkelerin enerji talebiyle ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği panel veri analiziyle test etmişlerdir. Analizin sonuçlarına göre Avrupa Birliği üyesi ülkelerin enerji talepleriyle ekonomik büyümeleri arasında güçlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Altınar (2019), 1971-2014 dönemine ait veriler ile MİNT ülkelerinde enerji tüketimiyle büyüme arasındaki nedenselliği Granger nedensellik testiyle incelemiştir. Yapılan analiz sonucunda Meksika haricinde MINT ülkelerinde yansızlık hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Ancak ülke bazında yapılan analizler sonucunda Meksika’da büyümeden enerji tüketimi yönünde tek yönlü bir nedenselliğin olduğu görülmüştür.

Türkiye’nin enerji/elektrik tüketimiyle ekonomik büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen çalışmalar aşağıda değerlendirilmiştir.

Terzi (1998), 1950-1991 dönemine ait veriler ile Türkiye’nin enerji tüketimiyle ekonomik büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisini Engle-Granger nedensellik testi ile analiz

etmiştir. Analizin sonucuna göre elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığı ortaya çıkmıştır.

Mucuk ve Uysal (2009), 1960-2006 dönemine ait veriler ile Türkiye’de enerji tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisini eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizleri ile incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre değişkenler eşbütünsellik göstermektedir. Ayrıca enerji tüketiminden ekonomik büyüme yönünde tek yönlü bir nedenselliğin varlığı da ortaya çıkmıştır.

Korkmaz ve Güngör (2016), 1970-2014 dönemine ait veriler ile Türkiye’de net elektrik ve petrol tüketimiyle büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini Granger nedensellik analizi ile incelemiştir. Granger nedensellik analizine göre petrol tüketiminden net elektrik tüketimine, net elektrik tüketiminden büyümeye yönünde tek bir yönlü nedenselliğin olduğu ortaya çıkmıştır.

Tayyar (2019), 1970-2018 dönemine ait veriler ile Türkiye’nin sektörel açıdan elektrik tüketimiyle ekonomik büyümesi arasındaki ilişkiyi MWALD, Toda- Yamamoto ve Dolado-Lütkepohl testleri ile analiz etmiştir. Toda-Yamamoto testi sonucuna göre ticari, mesken ve sanayi sektörlerinde elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Dolado-Lütkepohl testine göre de mesken ve aydınlatma sektörleri için koruma hipotezi geçerliken geriye kalan sektörlerde yansızlık hipotezinin olduğu tespit edilmiştir.

Başar, Tosun ve Bartık (2020), 1990-2018 dönemine ait veriler ile Türkiye’nin sektörel elektrik tüketimiyle ekonomik büyümesi arasındaki ilişkiyi ARDL sınır ve Toda-Yamamoto nedensellik testleriyle incelemiştir. Analiz sonucuna göre ekonomik büyüme üzerinde hane halkı ve aydınlatma sektörlerindeki elektrik tüketiminin pozitif, sanayi sektörünün ise negatif etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Nedensellik testi analizine göre ise ekonomik büyümeden hane halkı ve resmi dairelerdeki elektrik kullanımına doğru, sanayi ve aydınlatma sektörlerindeki elektrik tüketiminden ise büyüme yönünde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya çıkmıştır.

3. VERİ SETİ

Bu çalışmada ekonomik büyümeyi etkileyen elektrik tüketimi dışında diğer tüm değişkenlerin sabit olduğu varsayılarak sanayi sektöründeki elektrik kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi Türkiye’nin 1970-2019 dönemine ait 50 yıllık zaman

serileri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada sanayi sektöründe elektrik tüketimi verileri yüzdelik (%), ekonomik büyüme (GSYİH) verileri ise dolar (\$) olarak alınmıştır. Ekonomik büyümeye ait veriler Dünya Bankası'ndan (World Bank), sanayi sektörü elektrik tüketim verileri ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden alınmıştır. Analizler Eviews 10 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada öncelikle serilerin durağanlık derecelerinin ADF birim kök testiyle belirlenmesinin ardından nedensellik ilişkisinin yönünün belirlenmesi için Granger nedensellik analizi yapılmıştır.

4. YÖNTEM VE BULGULAR

Bu çalışma kapsamında Türkiye'de sanayi sektöründe kullanılan elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu kapsamda, Türkiye'de uygulanan enerji politikaları hakkında çıkarımlarda bulunmak ve geleceğe yönelik uygulanacak politikalar konusunda önerilerde bulunmak amaçlanmıştır.

4.1. Durağanlık Analizi

Bu çalışmada enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermesi amacıyla Genişletilmiş Dickey- Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır. Analizde kullanılan serilerin durağanlık analizi sırasında gecikme değeri modifiye edilmiş Akaike Kriterine (MAIC) göre sistem tarafından kendiliğinden belirlenmiştir.

Zaman serilerinin durağan olması, varyans ve ortalamasının zaman içerisinde sabit olması ile gecikmeli iki zaman periyodundaki değişkenlerin kovaryansının değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı, zamana bağlı olmaması anlamına gelmektedir (Gujarati, 2004).

$$\text{Ortalama} = E(Y_t) = \mu$$

$$\text{Varyans} = \text{var}(Y_t - \mu) = \delta^2$$

$$\text{Kovaryans} = \chi_k = E((Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu))$$

Zaman serisi analizlerinde serilerin durağan olmaması halinde sahte regresyon sorunu ortaya çıkmaktadır. Böyle bir durumda yapılan analizler uygun olmayan sonuçlar vermektedir (Başar vd., 2020). Bu çalışmada birim kök tespiti ADF (Genişletilmiş Dickey Fuller) testi ile incelenmiştir.

$$\text{ADF denklemleri ; } \Delta Y_t = a + bt + \gamma Y_{t-1} + c \sum \Delta Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Ho: hipotezi ($r=0$) reddedildiğinde Y değişkeninin orijinal seviyesinde durağan olduğu,
Ho: hipotezi kabul edildiğinde Y değişkeninin durağan olmadığı sonucuna varılır. Orijinal seviyesinde durağan olmayan bir değişkenin durağanlığı sağlanıncaya kadar devresel farkları alınır (Gujarati, 2004).

Tablo-1’de serilerin kendi seviyelerinde ve birinci derecen farkları alınarak yapılan birim kök testinin sonuçları yer almaktadır. Tablo-1’de gösterilen ADF birim kök testi sonuçları incelendiğinde sanayi elektrik tüketimi değişkeni ile büyüme değişkeninin kendi seviyesinde trendli, sabitli ve sabitsiz regresyon denkleminde göre durağan olmadığı tespit edilmiştir. Değişkenlerin hesaplanan ADF değerlerinin %5 anlamlılık düzeyindeki Mac-Kinnon kritik değerlerinden mutlak değerce küçük olması da değişkenlerin birim kök içerdiğini yani durağan olmadığını göstermektedir.

Tablo 1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		Sabitsiz			Sabitli			Trendli		
		ADF Değeri	Kritik Değer (%5)	P Değeri	ADF Değeri	Kritik Değer (%5)	P Değeri	ADF Değeri	Kritik Değer (%5)	P Değeri
Sanayi Elektrik	Seviye	-0.839	-1.947	0.34	-1.098	-2.922	0.70	-0.692	-3.504	0.96
	1.Fark	-4.641	-1.947	0.00	-4.628	-2.923	0.00	4.5209	-3.506	0.00
Büyüme	Seviye	1.430	-1.947	0.96	-0.076	-2.922	0.946	-1.616	-3.504	0.72
	1.Fark	-5.693	-1.947	0.00	-6.098	-2.923	0.00	-6.066	-3.506	0.00

Serilerin kendi seviyelerinde durağan çıkmaması nedeniyle serilerin birinci dereceden kökleri alınmıştır. Tablo-1’de yer alan serilerin birinci dereceden farkları alınarak yapılan ADF testinin sonucuna göre ADF değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinde Mac-Kinnon kritik değerlerinden mutlak değerce büyük olduğu dolayısıyla da serilerin birinci dereceden durağan olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre enerji tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri birinci derecede birim kök içermemektedir. Analizde kullanılan serilerin birinci dereceden kök içermemesi Granger nedensellik testi yapılmasına olanak sağlamaktadır.

4.2. Var Modeli

Analizde kullanılan değişkenler arasında nasıl bir ilişki olduğu ve geleceğe yönelik güvenilir tahminler yapabilmek için değişkenlerin gecikme değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Değişkenlerin gecikme değerlerini bulmak için VAR modeli kurulmuştur.

Tablo 2. VAR Gecikme Kriterleri

Lag	LogL	LR	EPE	AIC	SC	HQ
0	-442.6500	NA	2054669.	20.21136	20.29246	20.24144
1	-322.1230	224.6184	10294.38	14.91468	15.15798*	15.00491
2	-316.0762	10.71933*	9394.364*	14.82165*	15.22715	14.97203*
3	-314.3635	2.880471	10459.99	14.92562	15.49331	15.13614
4	-308.9951	8.540637	9890.865	14.86342	15.59331	15.13410
5	-307.0246	2.955848	10955.09	14.95566	15.84776	15.28649
6	-304.4354	3.648401	11853.11	15.01979	16.07408	15.41077

Tablo 2’de çalışmada kullanılan değişkenlerin gecikme değerlerine yer verilmiştir. Akaiki ve Hannan Quinn bilgi kriterlerine göre gecikme uzunluğunun 3 olduğu tespit edilmiştir. Gecikme uzunluğu belirlendikten sonra Granger nedensellik testi uygulanmıştır.

4.3. Granger Nedensellik Testi

Granger tarafından 1969 yılında geliştirilen Granger nedensellik testi, iki değişken arasında herhangi bir doğrusal ilişkinin var olup olmadığını araştırır. Granger nedensellik testi değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini açıklamaya çalışır (Uygun ve Günay, 2018). Granger nedenselliğe göre, Y ve X değişkenlerinin gecikmeli değerlerinin beraber analiz edildiği bir tahminde, Y değişkenini, Y’nin gecikmeli değerlerinin tek başına analiz edildiği tahminden daha iyi açıklama kabiliyetine sahipse X, Y’nin Granger nedeni olarak kabul edilmektedir (Uçak ve Usupbeyli, 2015).

Çalışmamıza uygun olarak yukarıda bahsedilen X değişkeninin yerine GSYİH ve Y değişkeninin yerine de sanayide kullanılan elektrik tüketimi kullanılmıştır. Granger nedensellik denklemini aşağıda verilmiştir.

$$ELEKTRİK = \sum_{i=1}^M \theta_i ELEKTRİK(t-i) + \sum_{j=1}^M \phi_j GSYİH(t-j) + u(2t) \quad (2)$$

$$GSYİH = \sum_{i=1}^M \alpha_i GSYİH(t-i) + \sum_{j=1}^M \beta_j ELEKTRİK(t-j) + u(1t) \quad (3)$$

Denklemden yer alan $u(1t)$ ve $u(2t)$, bozucu terimlerinin ilişkisiz olduklarını varsayar.
 (2). Denklem bugünkü X değerlerinin geçmiş X değerleri ve Y değerleriyle ilişkili olduğunu;
 (4). denklem de benzeri bir davranışı Y için öngörmektedir (Takım, 2010).

Granger nedensellik X' den Y'ye doğru olduğu gibi Y' den de X'e doğru olabilmektedir. Buna iki yönlü nedensellik denir. Modelimizde (2) numaralı denklem elektrik tüketiminden GSYİH'ya, (3) numaralı denklem ise GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru nedenselliği göstermektedir. (2) numaralı denklemde öncelikle bağımlı değişken uygun gecikme sayısı ile daha sonra ise diğer değişken aynı gecikme sayısı ile modele dahil edilmektedir. Bu modellere ait hata kareler toplamları bulunduğundan sonra Wald tarafından geliştirilen F istatistiği hesaplanmaktadır (Takım, 2010).

$$F(m; n - 2m) = \frac{(ESSr - ESSur)/m}{ESSur / (n - 2m)} \quad (4)$$

ESS: Hata kareler toplamını,

ur: Sınırlandırılmamış modeli

r: Sınırlandırılmış modeli göstermektedir.

Hesaplanan F istatistiği (m;n-2m) serbestlik derecesindeki α anlamlılık düzeyindeki tablo değerinden büyük ise sıfır hipotezi reddedilir. Hipotezin reddedilmesi modelde yer alan katsayıların anlamlı olduğunu göstermektedir (Granger,1969). Çalışmada ekonomik büyüme ile sanayide kullanılan elektrik enerjisi tüketimi için kurulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀ : Sanayi-elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H₁ : Sanayi-elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi vardır.

Tablo 3. Granger Nedensellik İlişkisi Sonuçları

Değişkenler	Ki-Kare	Olasılık	Sonuç	Karar
Sanayi-Elektrik-Büyüme	8.5956	0.0352	0.0352<0.05	H ₀ red (ilişki var)
Büyüme-Sanayi/Elektrik	10.132	0.0175	0.0175<0.05	H ₀ red (ilişki var)

Granger nedensellik analizinin sonuçlarının yer aldığı Tablo 3'te değişkenler arasındaki ilişkinin yönü analizden elde edilen P (olasılık) değeri %95 (1-0.95=0.05) güven düzeyi ile karşılaştırılarak karar verilmiştir Yapılan nedensellik analizinin sonucunda hem sanayi-elektrik

tüketiminden ekonomik büyümeye hem de ekonomik büyümeden sanayi-elektrik tüketimi yönünde çift yönlü (feedback) nedenselliğin olduğu ortaya çıkmıştır. Çift yönlü nedensellik ilişkisine göre hem sanayi elektrik tüketimi ekonomik büyümenin nedeni hem de ekonomik büyüme sanayi-elektrik tüketiminin nedenidir. Bu kapsamda Türkiye enerji ihtiyacını kendi imkanlarıyla sağlayabilecek bir konuma gelmelidir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmalı, yatırım yapmak isteyen özel teşebbüslere teşvik sağlayacak politikalar uygulamalıdır.

5. SONUÇ

Sanayi devrimiyle başlayan üretim artışı küreselleşmeyle hız kesmeden devam etmektedir. Ekonomik gelişmişliğin bir göstergesi olan enerji kaynakları da bu süreçte hızla tüketilmektedir. Birincil enerji kaynaklarının kıt olması ve yenilenemeyişi yenilenebilir ikinci enerji kaynağı olan elektrik enerjisini ön plana çıkarmıştır. Sanayide tüketilen elektrik enerjisi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini analiz eden çalışmalar incelendiğinde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye veya ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise bazen çift yönlü nedensellik ilişkisi kurulurken bazen de nedensellik ilişkisine rastlanmamaktadır. Aynı ülkede bile farklı sonuçların çıkmasında analizlerin farklı zaman aralığında veya farklı yöntemlerle yapılmış olması etkili olmaktadır.

Türkiye'nin 1970-2019 dönemine ait verileri kullanılarak sanayi-elektrik tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik Granger nedensellik testi ile incelenmiştir. Granger nedensellik analizi sonucunda sanayide tüketilen elektrik enerjisi ile büyüme arasında çift yönlü (Feedback) nedenselliğin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonuca göre sanayide tüketilen elektrik enerjisinin ekonomik büyümeyi, ekonomik büyüme de sanayide tüketilen elektrik enerjisinin Granger nedenidir. Diğer bir ifade ile her iki değişkende karşılıklı olarak birbirini etkilemektedir. Analiz sonuçları dikkate alınarak enerji ihtiyacının güvenli, kesintisiz ve ucuz bir şekilde karşılanması için ülke içerisinde elektrik enerjisi üretimine ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ülke içerisinde enerji ihtiyacını karşılayacak politikalar ile yatırımların gerçekleşmesi, Türkiye'nin dış ticaretteki enerji bağımlılığını azaltarak ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır.

Enerji tüketimiyle ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisi Tayyar'ın (2019) ve Başar vd. (2020) yaptıkları çalışmalarla incelendiğinde bu çalışmadan farklı olarak sadece sanayi sektörü elektrik tüketimi yerine sektörel bazda elektrik tüketimi ile

ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelendiği görülmektedir. Tayyar (2019) sanayi sektörü elektrik tüketimi için bu çalışmadaki gibi çift yönlü nedenselliğin olduğu sonucunu elde ederken Başar vd. (2020) sanayi-elektrik tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni olduğu yönünde bir sonuç tespit etmiştir. Başar vd. (2020)'nin sonuçlarının bu çalışma ile Tayyar'ın (2019) sonuçlarından farklı çıkması analizinin daha kısa bir dönemi (1990-2018) kapsamından kaynaklanmaktadır.

ETİK BEYAN

“Türkiye’de Sanayide Tüketilen Elektrik Enerjisi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Analizi,” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

KAYNAKÇA

- Acaravcı, A. ve Erdoğan, S. (2017), Türki Cumhuriyetlerde enerji tüketimi, reel gelir ve dışa açıklık ilişkisi: Bootstrap-granger nedensellik yaklaşımı, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 3(2), 73-84.
- Akpolat, A.G. ve Altıntaş, N. (2013), Enerji tüketimi ile reel GSYİH arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi: 1961-2010 dönemi, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 7, 115-127.
- Altiner, A. (2019), MINT Ülkelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel nedensellik analizi, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2), 369-378.
- Aydın, F.F. (2010), Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340.
- Aydın, M. (2018), Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: düşük ve orta gelirli ülkeler örneği, *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(1), 1-15.
- Başar, S., Tosun B. ve Bartık A. (2020), Türkiye’de büyüme ve sektörel bazda elektrik tüketimi arasındaki ilişki, *Ankara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(3), 1089-1109.

- Bayar, Y. (2014), Türkiye’de birincil enerji kullanımı ve ekonomik büyüme, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(2), 253-269.
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross Spectral Methods, *Econometrica*, (37).
- Gujarati, D.N. (2004), Basic Econometrics. New York, McGraw-Hill Comp.
- Karadaş, H. A., Koşaroğlu, Ş. M., ve Salihoğlu, E. (2017), Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(1), 129-141.
- Korkmaz, S. ve Güngör Ö. (2016), Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi, *Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Metinleri*, 2, 37-50.
- Köse, Z. (2016), Türkiye ekonomisinde 2003-2014 döneminde ekonomik büyüme işsizlik ve enflasyon ilişkisi, *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 58-76.
- Kraft, J. and Kraft, A. (1978), On the relationship between energy and GNP, *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401-403.
- 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.
- Mehrara, M. (2007), Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries, *Energy Policy*, 35, 2939-2945.
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009), Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme, *Maliye Dergisi* 157, 105-115.
- Özata, E. (2010), Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin ekonometrik incelemesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, ss.101-113.
- Pamir, N. (2003), Dünya’da ve Türkiye’de enerji, Türkiye’nin enerji kaynakları ve enerji politikaları, *Metallurji Dergisi*, 134, 73-100.
- Şengönül, A. ve Koşaroğlu Ş.M. (2018), Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS ülkeleri için bir uygulama, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 431-447.
- Takım, A. (2010), Türkiye’de GSYİH ile ihracat arasındaki ilişki: Granger Nedensellik Testi, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14 (2), 315-33.

- Tayyar, A. E. (2019), Türkiye’de sektörel elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi: MWALD temelli nedensellik analizlerinin uygulanması, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(4), 1937-1956.
- Terzi, H. (1998), Türkiye’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Sektörel bir karşılaştırma, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 13(144), 62-71.
- TÜİK, (2019), <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1>
- Uçak S., ve Usupbeyli A. (2015), Türkiye’de petrol tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler fakültesi Dergisi*, 70(3), 769-787.
- Uygun, U. ve Günay H. F. (2018), 1975-2016 Dönemi için Türkiye’deki elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin ekonometrik analizi, *Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü e-Dergi*, 1(2), 78-87.
- Yu, E. S. H. and Choi J. P. (1985), Causal relationship between energy and gnp: An international comparison, *Journal of Energy and Development*, 10(2), 249-272.
- World Bank, (2019), <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=TR>