

Türkiye’de Elektrik Tüketimi ile İmalat Sanayi Üretimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Eşbütünleşme Analizi

Fatih YETER¹

Özet

Bu çalışmada üretim sürecinin önemli bir girdi kalemi olan elektrik tüketimi ile iktisadi kalkınmanın lokomotif gücü olan imalat sanayi üretimi arasındaki ilişki Türkiye ekonomisi için incelenmiştir. Çalışmada 2016:01-2020:02 dönemine ait aylık veriler kullanılarak uzun dönemli ilişki Engle ve Granger (1987), Phillips ve Oualiaris (1990), Hansen (1992) ve Shin (1994) eşbütünleşme testleri ile araştırılmıştır. Söz konusu dört farklı eşbütünleşme testi sonuçları birbirlerini doğrular nitelikte, uzun dönem ilişkisinin olduğunu ancak kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Buna göre, elektrik tüketiminin sanayi üretimi üzerindeki etkisinin sanayi üretiminin elektrik tüketimi üzerindeki etkisinden daha güçlü olduğu görülmektedir. Bu nedenle politika yapımcıların enerji tüketimi ile iktisadi aktivite arasındaki uzun dönem dinamikleri dikkate alarak temel ilkeler arasında enerji arz çeşitliliğinin ve sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artırmasının olduğu uzun dönemli enerji politikaları geliştirmeleri gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanayi üretimi, Elektrik enerjisi, Eşbütünleşme

JEL Sınıflandırması: C32, E23, L69, S43

Investigation of the Relationship between Electricity Consumption and Manufacturing Industry Production in Türkiye: Cointegration Analysis

Abstract

This study analyses the relationship between electricity consumption as an essential input item of the production process and manufacturing industrial production, which is the locomotive power of economic development, for the Turkish economy. Using monthly data for the 2016:01-2020:02 period, the study investigates the long-run relationship applying Engle and Granger (1987), Phillips and Oualiaris (1990), Hansen (1992), and Shin (1994) cointegration tests. The results of four different cointegration tests confirm each other and support the long-run relationship but indicate that there is no statistically significant relationship in the short-run. The effect of electricity consumption on industrial production is found to be stronger than that of the industrial output on electricity consumption. For this reason, policy makers should develop long-term energy policies that include increasing energy supply diversity and sustainable and renewable energy sources, taking into account the long-term dynamics between energy consumption and economic activity.

Keywords: Industrial production, Electric energy, Cointegration

JEL Classification: C32, E23, L69, S43

¹ Öğr. Gör. Dr. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Pazar MYO, Ulaştırma Hizmetler Bölümü, fatih.yeter@gop.edu.tr, orcid.org/0000-0001-8769-9122

1. Giriş

İktisadi faaliyetin temel aşaması olan üretimin, tarihsel sürecinde insan ve kas gücünün yerini Sanayi İnkılabı ile makine ve teçhizatlara bıraktığı görülmektedir. Bu durum enerjinin en önemli girdi kalemi olarak bu süreçte yer almaya başlamıştır. Günümüzde ise enerjinin öneminin giderek artmasına neden olurken, ekonomilerin gelişim sürecine paralel olarak enerji tüketimi ve dolayısıyla enerji ihtiyacını/talebini de artmaktadır. Artan enerji ihtiyacının uzun dönemli iktisadi dinamikler ile olan yakın ilişkisi, politika yapımcılarının çok yönlü enerji politikaları oluşturmalarını zorunlu kılmıştır. Üretim sürecinde enerjinin kullanım alanı olarak elektrik tüketimi iktisadi aktivitenin doğal belirleyicilerindedir. Bunun nedeni diğer enerji türlerine göre elektrik enerjisinin üretim süreci içerisinde girdi olarak daha yaygın ve kullanım kolaylığı bakımından daha elverişli enerji türü olmasının yanı sıra enerjinin kullanım yöntemi olarak da toplam enerji tüketiminde payının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Saatçi ve Dumrul, 2013: 2). Ayrıca temiz ve ulaşılabilirliği, hızlı ve düşük maliyetle gerçekleşmesi, üretim süreçlerinde yaşanan teknolojik ilerlemeler elektrik tüketimini üretim sürecinin vazgeçilemez unsuru olmasını sağlamıştır (Ağır ve Kar, 2010: 151).

Her iktisadi yapının gelişim sürecinde sanayileşme ile beraber yüksek üretkenlik düzeyi nedeniyle sektörel olarak imalat sanayisi lokomotif sektör olarak yer almaktadır. Ekonomilerin gelişim sürecinde kilit rol oynayan imalat sanayi üretimi ve bu üretim süreçlerinin içerisinde yer alan elektrik tüketimi de kilit girdi kalemi olarak yer almaktadır. Bu nedenle her ekonomide iktisadi aktivitenin temel unsuru olan bu iki değişken arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkilerin ortaya konulması istikrarlı kalkınma paradigmasının belirleyici ilkelerinden olmaktadır. Bu çalışma mevcut literatürde ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalardan farklı olarak aylık frekansta veriler ve dört farklı eşbütünleşme testleri kullanarak iki değişken arasındaki ilişkiyi test edilmiştir. Söz konusu bu amaç doğrultusunda Türkiye’de güncel aylık veriler ile bu ilişkinin ortaya konulması için öncelikle literatür taraması ile yapılan çalışmalara genel bir bakış ve çalışmada kullanılan ekonometrik yöntem ve modellere ışık tutulmuştur. Üçüncü bölümde veri seti, değişken ve modeller tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde ampirik bulgular ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonuç bölümünde ise literatür bağlamında ampirik bulgular tartışılarak politika önerileri sunulmuştur.

2. Literatür Taraması

Literatüre bakıldığında enerji tüketimi ile iktisadi aktivite arasındaki ilişkinin araştırılmasının Kraft ve Kraft (1978) çalışması ile başladığı söylenebilir. Bu çalışmada iktisadi faaliyet ölçüsü olarak GSMH ile brüt enerji tüketimi arasında iktisadi faaliyetten brüt enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu dolayısıyla enerji tüketimindeki tasarruf politikasının ekonomik faaliyetler üzerinde olumsuz etkisinin olamayacağını ileri sürmüştür. Ghosh (2002) benzer şekilde tek yönlü nedenselliğin Hindistan ekonomisi için ampirik bulgularını ortaya koymuş ve elektrik tüketimindeki artışların nedeninin ulusal gelir düzeyindeki artışlar olduğunu bulmuştur. Ancak nedenselliğin tek yönlü enerji tüketiminden iktisadi faaliyete doğru olması durumunda enerji piyasalarında fiyat, üretim vb.

dalgalanmalar iktisadi faaliyeti olumsuz etkileyebileceğini ifade etmektedir. Bunun dışında iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ya da nötr ilişki olabileceği ifade edilmektedir. Buna göre çift yönlü ilişki, iki değişkenin birbirini karşılıklı besleyen bir ilişki olması nedeniyle ayrıca enerji tüketiminin verimliliğinin de artırılması gerekmektedir. Enerji verimliliği üretimin girdi kalemi olarak kullanılan enerji miktarının aynı çıktıyı elde etmek için daha az enerji miktarını kullanılmasını sağlayan enerji politikalarını ve teknolojik gelişmelerini içermesidir. Enerji kullanımı üretim sürecinin hemen her aşamasında kullanılan girdi olması nedeniyle enerji yoğunluğunun tarihsel süreçte neredeyse her ülkede azaldığı görülmektedir. Örneğin ABD’de 1 \$’lık çıktı üretmek için gerekli olan enerji miktarının 1970’lere göre 2000’li yıllarda %50’nin üzerinde azaldığı görülmektedir (Pamir, 2003). Aslan (2013) çalışmasında OECD ülkelerinden seçilmiş 22 ülke için yapmış olduğu panel eşbütünleşme testinde uzun dönemli ilişki bulmuş FMOLS ve DOLS yöntemleri ile birim bazında uzun dönem katsayılarına bakıldığında ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru güçlü bir ilişki varken Portekiz ve İzlanda dışındaki ülkelerde elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru görece daha zayıf bir ilişki bulunmuştur. Nedenselliğin bulunmadığı dördüncü yaklaşımda ise iki değişken arasında ilişkinin olmaması nedeniyle enerji politikalarına bağlı olarak azalan ya da artan enerji tüketiminin iktisadi faaliyetlerin düzeyi üzerinde herhangi etki bırakmamaktadır (Altıntaş ve Koçbulut, 2014: 42).

Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik faaliyet arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalarda iki değişken arasında uzun dönemli ilişkiye dair kanıtlar sunulmuştur. Bu çalışmalarda toplam enerji tüketimi kullanılırken bazı çalışmalarda toplam elektrik tüketimi kullanılmıştır. Ekonomik aktiviteyi temsilen ise büyük çoğunlukla gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYH) kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan Terzi (1998) iki değişken arasında uzun dönemli ilişkinin olduğunu ve çift yönlü nedenselliğin incelenen 1950-1991 dönemi için geçerli olduğunu bulmuştur. Soytaş vd. (2001) ise benzer bir dönem için uzun dönemli ilişkiye dair kanıtların enerji tüketiminden ekonomik faaliyete doğru tek yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nişancı (2005) çalışmasında da incelenen 1970–2003 dönemi için enerji tüketiminden gelire doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı sonuca Granger nedensellik yönteminin kullanarak Altınay ve Karagöl (2005) çalışmasında da ulaşılmıştır. Şengül ve Tuncer (2006) çalışması ise daha güçlü bir yöntem olarak Toda-Yamamoto nedensellik yöntemi ile enerji tüketiminden GSYH’ya doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmalarda enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğuna ilişkin kanıtlar yer almaktadır. Yanıktepe vd. (2021) enerji tüketimi ile GSYH arasında uzun dönemli ilişkinin olduğunu nedenselliğin ise enerji tüketiminden GSYH’ye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uzun dönemli ilişkinin eşbütünleşme testleri ile araştırıldığı çalışmalarda Altıntaş ve Koçbulut (2014) nedensellik analizi bulgularına benzer şekilde tek yönlü uzun dönemli ilişkiyi sınır testi yaklaşımı ile test etmiş ve enerji tüketiminden ekonomik faaliyete doğru pozitif ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Gövdere ve Can (2015) ise enerji tüketimi ile çıktı arasındaki ilişkiyi 1970-2014 dönemi için yıllık veriler

ile incelediği çalışmada Engle-Granger yöntemi ile eşbütünleşme ilişkisi bulurken hata düzeltme modellerini kullanarak kısa dönemli ilişkiye de rastlamıştır.

Literatürde nispeten daha yakın tarihli çalışmalara bakıldığında Pekçağlayan (2021) çalışmasında 2007-2020 yılları arasında aylık veriler kullanarak sanayi üretiminin belirleyicileri arasında elektrik tüketiminin de olduğu modelinde ARDL yöntemini kullanmış ve elektrik tüketiminden sanayi üretim endeksine doğru ARDL yöntemini kullanarak uzun dönemde pozitif bir ilişki bulmuştur. Kopuk ve Bayraç (2021) ise ARDL yöntemini kullanarak elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmış ve elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi bulunurken ekonomik büyümenin elektrik tüketimi üzerinde negatif bir ilişki olduğunu bulmuştur.

Enerji tüketimi ile iktisadi aktivite arasındaki ilişkinin nedensellik analizi ile ilişkinin yönünün belirlenmesi dışında nedenselliğin gücünü ifade eden katsayı tahminlerine de yer verilen çalışmalar yer almaktadır. Saatçi ve Dumrul (2013) çalışması nedenselliğin dışsal olarak enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu belirlediği çalışmada uzun dönemli ilişkinin olduğuna ve EKK yöntemine dayalı farklı tahminlerde benzer tahmin sonuçlarına ulaşarak enerji tüketimindeki %1'lik artış ekonomik büyümeyi yaklaşık ortalama olarak %0,35 oranında artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Ağır ve Kar (2010) çalışması iktisadi aktiviteyi temsilen literatürde sıkça kullanılan ekonomik büyüme, GSYH gibi makro büyüklükler yerine sanayi üretim endeksini Türkiye'de 2000 yılı için 81 il bazında yatay kesit verilerin kullanmıştır. Çalışmada elektrik tüketiminden imalat sanayi üretimine doğru pozitif ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yanar ve Kerimoğlu (2011) Türkiye'de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ilişkisinin yanı sıra enerji de dışa bağımlılığın sonucu olarak kronik cari açığa da ilişkilendirmiştir. Bu çalışmaya göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında yakın ve pozitif bir ilişki bulunmuştur. Çalışma Türkiye'de önemli makro iktisadi sorunlar arasında olan cari açığın da artmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla ekonomik büyüme için gerekli enerjinin dış arz yolu ile sağlanması büyüme-cari açık ilişkisini de belirlemektedir.

Mevcut literatür çoğunlukla enerji tüketiminden iktisadi faaliyete doğru uzun dönemli ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ekonomik faaliyet düzeyinden enerji tüketimine doğru ilişkinin ise ya çok zayıf ya da olmadığına dair ampirik bulguların olduğu görülmektedir. Üretim sürecinin önemli bir girdi unsuru olan enerjinin iktisadi kalkınma sürecinde olan ekonomilerin iktisat politikalarının istikrarlı ve etkin sonuçlar verebilmesi için enerji politikalarının da enerji arzını artırıcı ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmaları önleyici/azaltıcı nitelikte olması gerektiği görülmektedir.

3. Model, Veri Seti

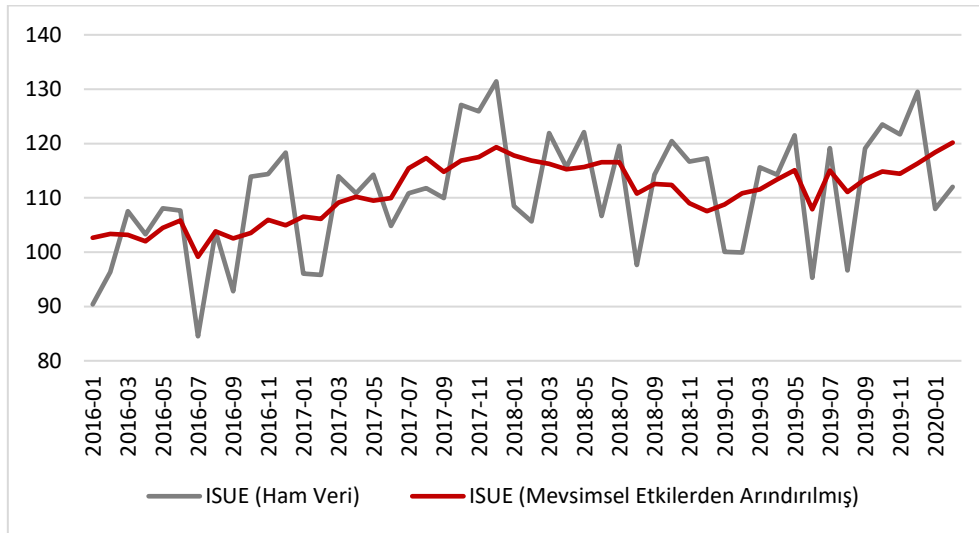
Türkiye'de toplam elektrik tüketimi ile sanayi üretimi arasındaki uzun dönem ve kısa dönem ilişkilerinin araştırılmasının amaçlandığı bu çalışmada uygulama

2016:01- 2020:02 döneminde aylık veriler ile yapılmıştır. Çalışmaya ilişkin kullanılan verilere ait değişken kısa tanım ve sembolleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Değişken Tanımları

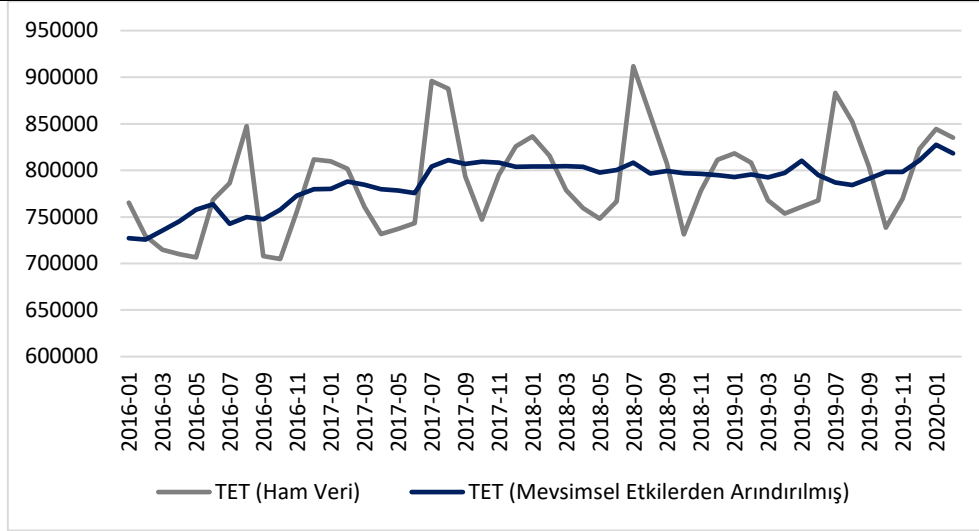
| Sembol | Kısa Tanımı | Kaynak |
|--------|---|--------|
| LNİSÜE | İmalat Sanayi Üretim Endeksi (2015=100) | TÜİK |
| LNTET | Toplam Elektrik Tüketimi (MWh) | EVDS |

Tablo 1’de verilen değişkenlerden verilen sanayi üretim endeksi bir ekonomideki üretim faaliyetlerinin genel bir ölçüsünü vermesi, aylık frekanslar ile kısa dönemli olumlu ya da olumsuz şokları, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) gibi daha geniş frekanslı üretim faaliyetlerini gösteren değişkenlere göre daha iyi yansıtmaktadır. İSÜE serisi veri sağlayıcı TÜİK kurumu tarafından TRAMO-SEATS yöntemi ile mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmıştır. TET serisi, Türkiye’de günlük toplam elektrik tüketiminin aylık ortalamalarını megawatt cinsinden ifade etmektedir. Elektrik tüketiminin üretim süreçleri içerisinde kullanılan ana enerji kaynağı olması iktisadi aktiviteyi ölçme noktasında önemli bir etkidir. Söz konusu veri ham veri olduğu için TRAMO-SEATS yöntemi ile mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmıştır. İki seri arasında kısa ve uzun dinamiklerini niceliksel olarak daha iyi görebilmek ve serilerin normal dağılıma daha iyi uyması için her iki serinin de doğal logaritması alınmıştır. Ham ve mevsimsel etkilerden arındırılmış serilerin gösterildiği grafikler aşağıda yer almaktadır.



Grafik 1. İmalat Sanayi Üretim Endeksi

Grafik 1’de imalat sanayi üretim endeksinin veri dönemi itibariyle ham serisi ve mevsimsellikten arındırılmış serisi yer almaktadır. Sanayi üretiminin 2016’nın ikinci yarısından itibaren artış trendine girdiği ve 2017 yılının sonuna kadar artışın devam ettiği görülmektedir. Bu tarihten itibaren imalat sanayi üretiminin azaldığı ve 2017 yıl sonundaki üretim seviyesini tekrar ancak 2020 yılı başında yakaladığı görülmektedir. Veri dönemi itibariyle kısa dönemli artış ve azalış trendlerine rağmen uzun dönemde belirgin bir artış eğiliminin olmadığı görülmektedir.



Grafik 2. Toplam Elektrik Tüketimi

Grafik 2’de Türkiye’de veri dönemi itibariyle toplam elektrik tüketimine ilişkin ham seri ve mevsimsellikten arındırılmış seri yer almaktadır. Buna göre 2016:01-2017:07 döneminde elektrik tüketiminin arttığı ancak bu dönemden sonra elektrik tüketiminde 2019 yıl sonuna kadar artışın olmadığı görülmektedir. Bu itibarla toplam elektrik tüketiminde kısa dönemli artış trendi olmasına karşılık uzun dönemde belirgin bir artış eğiliminin olmadığı görülmektedir.

Yukarıda tanımları yapılan değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişkinin tek yönlü yerine iki yönlü araştırılması seriler arasındaki etkileşimin daha kapsamlı olarak araştırılmasına imkân vermektedir:

$$f(LNİSÜE) = LNTET \quad (1)$$

$$f(LNTET) = LNİSÜE \quad (2)$$

Burada 1 no’lu eşitlik toplam elektrik tüketiminden sanayi üretimine doğru nedenselliği ifade eden fonksiyonel ilişki olarak tanımlanmışken, 2 no’lu eşitlikte sanayi üretiminden toplam elektrik tüketimine doğru nedensel ilişki fonksiyonel olarak tanımlanmıştır.

4. Ampirik Yöntem ve Uygulama

Rassal süreç olarak da adlandırılan stokastik süreç, seriyi oluşturan gözlemlerin belirli bir olasılık dağılımına göre oluşmasını ifade etmektedir. Zaman serileri analizinde serilerin stokastik süreç özelliği taşıması gerekmektedir. Bir zaman serisinin eğer ortalamasının değişken olmadığı, varyansının da benzer şekilde periyodik özellikler göstermemesine rassal süreç özelliği taşımasına durağan stokastik süreç denilmektedir. İktisadi değişkenlere ait zaman serilerinin stokastik durağan süreç özelliği taşıması arzulanır. Bunun nedeni stokastik ve durağan olmayan serilerde sadece seriye özgü spesifik davranışlardan iktisadi olarak genel bir bilgi çıkarılamayacak olmasıdır (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 59-63). Dolayısıyla durağan olmayan iki seri arasındaki ilişki En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edildiğinde çok yüksek bir R^2 ’nin ve katsayı tahminlerinin yüksek t

istatistiklerinin olması bu ilişkinin sahte olabileceğini Granger ve Newbold (1974) çalışması ile gösterilmektedir. Bu nedenle durağan olmayan ancak aynı dereceden tümleşme derecesine sahip değişkenlerin uzun dönemde aynı iktisadi davranışları sergilemesi durumunda serilerin eşbütünleşik olduğu söylenebilir. 1. dereceden tümleşme derecesine sahip (seviyede durağan olmayan) serilerin uzun dönemde eşbütünleşik olup olmadığına ilişkin Engle ve Granger (1987) tarafından yöntem geliştirilmiştir. İki seri arasındaki EKK yöntemi ile elde edilen kalıntıların Dickey-Fuller testi ile durağanlık analizi sonucunda kalıntılar serisinin durağan olması durumunda iki serinin -durağan olmamalarına karşılık- uzun dönemde eşbütünleşik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kalıntılara uygulanan DF testi genişletilmiş DF (ADF) testi kullanılarak durağanlık analizi yapıldığında genişletilmiş Engle-Granger eşbütünleşme testi olarak adlandırılır. Kalıntıların durağanlığının araştırılması için kullanılan test istatistiği “seri durağan değildir” yokluk hipotezini araştırmasının yanı sıra aynı zaman “seriler eşbütünleşik değildir” ifade eden yokluk hipotezini de araştırmaktadır. Ayrıca Phillips ve Ouliaris (1990) tarafında kalıntıların durağanlığının araştırılmasında Phillips-Perron (PP) testi kullanılması önerilmiştir. Eşbütünleşme testinde kullanılan kritik değerler için MacKinnon (1996) tarafında önerilen kritik değerler kullanılmaktadır.

Söz konusu yukarıda ifade edilen eşbütünleşme testlerinin eşbütünleşmenin olmadığı sıfır hipotezi altında test istatistikleri üretmektedir. Bu iki testin aksine testinin yokluk hipotezine karşı alternatif hipotezin yokluk hipotezi altında sınavan Hansen (1992) ve Shin (1994) eşbütünleşme testleri de bulunmaktadır. Hansen (1992) alternatif hipotezi parametre istikrarsızlığının kanıtını görmek için değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu yokluk hipotezini araştırmak için LM test istatistiğini önermektedir. Shin (1994) ise yapısal tek denklem modeli kullanarak eşbütünleşmenin sıfır değerine ilişkin artık tabanlı bir test önermektedir.

Ayrıca değişkenler arasında kısa dönemli nedensellik ilişkisinin araştırılması için genişletilmiş VAR (FA-VAR) modeline dayanan Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik analizinin daha güçlü Wald test istatistikleri üreten nedensellik yöntemi Hacker ve Hatemi-J (2006) çalışmasında önerilmektedir. Serilerin eşbütünleşik olup olmadığı yukarıda adı geçen dört yöntem üzerinden test edilmeden önce serilerin tanımlayıcı istatistikleri verildikten sonra ADF ve PP birim kök testleri yapılması uygun olacaktır.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

| Değişkenler | Ortalama | Medyan | Maksimum | Minimum | Std. Sapma | Gözlem |
|-------------|----------|--------|----------|---------|------------|--------|
| LNİSUE | 4.709 | 4.712 | 4.789 | 4.597 | 0.050 | 50 |
| LNTET | 13.575 | 13.586 | 13.626 | 13.495 | 0.031 | 50 |

Tablo 2’de değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklerden ortalama, medyan, maksimum, minimum, standart sapma ve gözlem sayısı yer almaktadır. Ampirik uygulama sürecinde yapılacak regresyon katsayılarının yorumlanması ve çıkarım yapılabilmesini kolaylaştırdığı için değişkenlere ait verilerin doğal logaritmaları alınmıştır.

Tablo 3: Birim Kök Testleri

| Değişken | Model | ADF | | PP | | Karar |
|----------|----------------------|------------|----------|------------|----------|-------|
| | | İstatistik | P-değeri | İstatistik | P-değeri | |
| LNİSUE | Sabitli | -1.129 | 0.697 | -1.439 | 0.556 | I(1) |
| | Sabitli ve Trendli | -2.389 | 0.381 | -2.276 | 0.439 | |
| | Sabitsiz ve Trendsiz | 1.307 | 0.950 | 1.185 | 0.937 | |
| ΔLNİSÜE | Sabitli | -10.516 | 0.000 | -10.691 | 0.000 | I(1) |
| | Sabitsiz ve Trendsiz | -10.352 | 0.000 | -10.355 | 0.000 | |
| LNTET | Sabitli | -2.359 | 0.159 | -2.359 | 0.159 | I(1) |
| | Sabitli ve Trendli | -2.389 | 0.381 | -2.389 | 0.381 | |
| | Sabitsiz ve Trendsiz | 1.787 | 0.981 | 1.787 | 0.981 | |
| ΔLNTET | Sabitli | -6.534 | 0.000 | -6.534 | 0.000 | I(1) |
| | Sabitsiz ve Trendsiz | -6.279 | 0.000 | -6.279 | 0.000 | |

Tablo 3’te serilerin düzeyde ve birinci farklarında sabitli, sabitli ve trendli, sabitsiz ve trendsiz modele göre ADF ve PP birim kök testi sonuçları yer almaktadır. Her iki serinin düzeydeki üç modele ait birim kök testi sonuçlarına göre yokluk hipotezi olan “seriler birim köklüdür” hipotezi %5 olasılık düzeyinde reddedilemediği görülmektedir. Bu sonuçlara göre serilerin düzeyde durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu açıdan seriler ile yapılacak EKK yöntemlerindeki sonuçlarda sahte regresyon ilişkisi bulunabilmektedir. Serilerin birinci farkında sabitli, sabitsiz-trendsiz modele ilişkin sonuçlara bakıldığında serilerin birim kök içerdiğini ifade eden yokluk hipotezini reddedildiği görülmektedir. Serilerin birinci farkında durağan olduğu ve dolayısıyla serilerin $I(1)$ dereceden tümleşik olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre serilerin uzun dönemli ilişkisini araştıran Engle ve Granger (1987), Phillips ve Oualiaris (1990), Hansen (1992) ve Shin (1994) test sonuçlarının araştırılması yerinde olacaktır.

İki seri arasındaki ilişkinin araştırılmasında eşitlik 1 ve 2’de yer alan eşitliğin ekonometrik olarak gösterildiği aşağıdaki iki model düzenlenmiştir:

$$\text{Model 1: } LNİSUE_t = \alpha_t + \beta_1 LNTET_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\text{Model 2: } LNTET_t = \gamma_t + \beta_2 LNİSUE_t + \mu_t \quad (4)$$

Modellerde iki değişken arasında uzun dönemli ilişkinin sahte olup olmadığını başka bir deyişle eşbütünleşik olup olmadığı tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4’e göre dört farklı eşbütünleşme testine göre model 1 ve model 2’de yer alan elektrik tüketimi ile imalat sanayi üretimi arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu görülmektedir. Engle ve Granger (1987) ile Phillips ve Oualiaris (1990) testleri sıfır hipotezi eşbütünleşme ilişkisi yoktur şeklinde iken Hansen (1992) ve Shin (1994) testlerinde sıfır hipotezi eşbütünleşme vardır hipotezini test etmektedir. İlk iki teste göre Phillips ve Oualiaris (1990) testinde z istatistiği dışında %5 olasılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilmekte ve her iki model için alternatif hipotez olan eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Diğer iki testte ise %10 olasılık

Tablo 4: Eşbütünleşme Test Sonuçları

| <i>H₀: Eşbütünleşme yoktur.</i> | | | | | | |
|--|---------|----------------|----------|----------|-----------|----------|
| | | tau istat. | p-değeri | z istat. | p-değeri | |
| Engle ve Granger (1987) | Model 1 | -3.641 | 0.033 | -20.611 | 0.027 | |
| | Model 2 | -3.867 | 0.020 | -19.768 | 0.034 | |
| <i>H₀: Eşbütünleşme yoktur.</i> | | | | | | |
| | | tau istat. | p-değeri | z istat. | p-değeri | |
| Phillips ve Oualiaris (1990) | Model 1 | -3.636 | 0.034 | -19.908 | 0.033 | |
| | Model 2 | -3.816 | 0.022 | -17.595 | 0.059 | |
| <i>H₀: Eşbütünleşme vardır.</i> | | | | | | |
| | | Lc istat. | Trend(m) | Trend(k) | Trend(p2) | p-değeri |
| Hansen (1992) | Model 1 | 0.238 | 1 | 0 | 0 | > 0.2 |
| | Model 2 | 0.323 | 1 | 0 | 0 | 0.1287 |
| <i>H₀: Eşbütünleşme vardır.</i> | | | | | | |
| | | C _μ | 1% | 5% | 10% | |
| Shin (1994) | Model 1 | 0.073 (4) | 0.533 | 0.314 | 0.231 | |
| | Model 2 | 0.188 (4) | | | | |

düzeyinde sıfır hipotezi kabul edilmekte ve iki değişken arasında uzun dönemli ilişki olduğu görülmektedir. Elektrik tüketimi ile iktisadi aktivite ölçüsü olarak imalat sanayi endeksi arasında dört test sonuçları da uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Bu durumda uzun dönem katsayı tahminleri yapılabilmektedir.

Model 1 ve model 2'ye ait, Modifiye Edilmiş Sıradan En Küçük Kareler (FMOLS), Dinamik Sıradan En Küçük Kareler (DOLS) ve Kanonik Eş bütünleşik Regresyon (CCR) yöntemleri ile uzun dönem katsayıları Tablo 5'te tahmin edilmiştir.

Tablo 5. Uzun Dönem Katsayıları

| <i>Panel A: Model 1 Tahminleri</i> | | | | | | |
|------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | FMOLS | | DOLS | | CCR | |
| | Katsayı | p-değeri | Katsayı | p-değeri | Katsayı | p-değeri |
| LNTET | 1.530 | 0.000 | 1.724 | 0.001 | 1.516 | 0.000 |
| C | -16.066 | 0.000 | -18.696 | 0.005 | -15.876 | 0.000 |
| R-kare | 0.791 | | 0.835 | | 0.791 | |
| Düz. R-kare | 0.787 | | 0.771 | | 0.787 | |
| <i>Panel B: Model 2 Tahminleri</i> | | | | | | |
| LNİSUE | 0.573 | 0.000 | 0.557 | 0.000 | 0.574 | 0.000 |
| C | 10.880 | 0.000 | 10.956 | 0.000 | 10.874 | 0.000 |
| R-kare | 0.790 | | 0.814 | | 0.789 | |
| Düz. R-kare | 0.785 | | 0.806 | | 0.785 | |

Tablo 5'te model 1 ve model 2'ye ait üç farklı EKK yöntemine dayanan tahmin yöntemleri ile yapılmış katsayı sonuçları yer almaktadır. Model 1'de elektrik

tüketiminden imalat sanayi üretimine doğru nedenselliği ifade eden tahmin sonuçlarına göre Türkiye’de incelenen dönemde elektrik tüketimindeki %1’lik artış imalat sanayi üretimini yaklaşık %1,52-%1,72 arasında artırmaktadır. Diğer taraftan model 2’de imalat sanayi üretimindeki %1’lik artışın da elektrik üretimini yaklaşık %0,56-0,57 arasında artırmaktadır.

Ekonomik faaliyetler arasında uzun dönem ve kısa dönem ilişkiler arasında farklılıklar bulunabilmektedir. Bu nedenle kısa dönem nedensellik ilişkisi Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından önerilen bootstrap nedensellik sonuçları Tablo 6’da yer almaktadır.

Tablo 6. Kısa Dönem Nedensellik Sonuçları- Hacker ve Hatemi-J (2006)

| Nedensellik | Wald istat. | 1% | 5% | 10% | Var(p) | Karar |
|---------------------|-------------|-------|------|------|--------|---------------------|
| LNTET \neq LNİSUE | 0.25 | 15.89 | 4.03 | 2.18 | 1 | Nedensellik yoktur. |
| LNİSUE \neq LNTET | 0.62 | 14.94 | 4.17 | 2.24 | 1 | |

Tablo 6’da uygun VAR gecikmesi için Hatemi-J bilgi kriteri kullanılmış ve her iki nedensellik için de uygun gecikme sayısı 1 olarak seçilmiştir. Sıfır hipotezi nedenselliğin olmadığını ifade etmekte ve her iki model için de %5 olasılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilememektedir. Buna göre kısa dönemde iki değişken arasında nedenselliğin olmadığı görülmektedir.

Bulgular uzun dönemde elektrik tüketimi ile imalat sanayi üretimi arasında çift yönlü ve pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan elektrik tüketiminden imalat sanayi üretimine doğru nedenselliğin daha güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca nedenselliğin kısa dönemde olmadığı ve bu iki değişken arasında sadece uzun dönem dinamiklerinin geçerli olduğu ortaya çıkmaktadır.

5. Sonuç

Kuşkusuz enerji günümüzde ülkelerin ulusal ve uluslararası düzeyde iktisadi ve politik ilişkilerinin merkezinde yer almaya devam etmektedir. Söz konusu ilişkinin içeriğine bakıldığında iktisadi kalkınmanın lokomotif gücü olarak imalat sanayisindeki genişlemenin elektrik tüketimini artırırken, elektrik tüketimindeki artışın da imalat sanayi üretimini artırdığı görülmektedir. Türkiye ekonomisi için incelenen dönemde uzun dönem ilişkinin varlığına karşılık enerji tüketimi ile ekonomik faaliyetler arasında kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin olmadığı kısa dönemli ilişkiden ziyade uzun dönemli ilişkinin olduğu ortaya konulmuş ve Terzi (1998) çalışmasındaki uzun dönemde çift yönlü ilişkinin olduğuna ilişkin ampirik kanıtlar ile uyumludur. Ayrıca iktisadi aktiviteden elektrik tüketimine doğru güçlü bir ilişki olmasına karşılık, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru ilişkinin varlığı görece daha zayıf olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bu yönüyle Aslan (2013) çalışması ile benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Ampirik bulgular ışığında politika yapıcıları enerji tüketimi ile iktisadi aktivite arasındaki uzun dönem dinamiklerini dikkate alacak enerji politikalarını geliştirmeleri gerekmektedir. İktisadi aktivitedeki artıştan enerji tüketimine doğru uzun dönem nedenselliğin Türkiye gibi iktisadi kalkınma sürecinde gelişmekte olan

bir ülkede istikrarlı ekonomik büyüme için enerji arzının da istikrarlı bir şekilde artırılmasına ilişkin enerji politikalarının geliştirilmesini gerektirmektedir. Ayrıca enerji tüketimi iktisadi aktivitenin belirleyicisi olduğunu ifade eden elektrik tüketiminden iktisadi aktiviteye doğru uzun dönem nedensellik de elektrik tüketiminin iktisadi aktivite tarafından sadece belirlenen değil belirleyen de olduğunu göstermektedir.

Kaynakça

- Ağır, H., Kar, M. (2010), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi”, *Sosyoekonomi*, 6(12): 149-175.
- Altıntaş, H., Koçbulut, Ö. (2014), “Türkiye’de Elektrik Tüketiminin Dinamikleri ve Ekonomik Büyüme: Sınır Testi ve Nedensellik Analizi”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 43: 37-65.
- Altınay, G., Karagol, E. (2005), “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey”, *Energy Economics*, 27(6): 849-856.
- Aslan, A. (2013), “Energy Consumption and GDP: The Strong Relationship in OECD Countries”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 8(4), 339-345.
- Engle, R.F., Granger, C.W. (1987), “Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55(2): 251-276.
- Ghosh, S. (2002), “Electricity Consumption and Economic Growth in India”, *Energy Policy*, 30(2): 125-129.
- Granger, C.W., Newbold, P. (1974), “Spurious Regressions in Econometrics”, *Journal of Econometrics*, 2(2): 111-120.
- Gövdere, B., Can, M. (2015), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneğinde Eşbütünleşme Analizi”, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1(2), 101-114.
- Hacker, R.S., Hatemi-J., A. (2006), “Tests for Causality between Integrated Variables using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application”, *Applied Economics*, 38(13): 1489-1500.
- Hansen, B.E. (1992), “Testing for Parameter Instability in Linear Models”, *Journal of Policy Modeling*, 14(4): 517-533.
- Kopuk, E., Bayraç, H.N. (2021), “Enerji ve Elektrik Kullanımının Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkisi”, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(2): 317-330.
- Kraft, J., Kraft, A. (1978), “On the Relationship between Energy and GNP”, *The Journal of Energy and Development*, 3(2): 401-403.
- MacKinnon, J.G. (1996), “Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests”, *Journal of Applied Econometrics*, 11(6): 601-618.

Nişancı, M. (2005), “Türkiye’de Elektrik Enerjisi Talebi ve Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki”, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(9): 107-121.

Pamir, A.N. (2003), “Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, *Metalurji Dergisi*, 134(23): 1-39.

Pekçağlayan, B. (2021), “Türkiye’de Sanayi Üretim Endeksinin Belirleyenleri: ARDL Modeli”, *İstanbul İktisat Dergisi*, 71(2): 435-456.

Phillips, P.C., Ouliaris, S. (1990), “Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 58(1): 165-193.

Saatçi, M., Dumrul, Y. (2013), “Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2): 1-24.

Sevüktekin, M., Çınar, M. (2017), *Ekonomik Zaman Serileri Analizi*, Dora Yayıncılık, Bursa.

Shin, Y. (1994), “A Residual-based Test of The Null of Cointegration Against the Alternative of No Cointegration”, *Econometric Theory*, 10(1): 91-115.

Soytaş, U., Sarı, R., Ozdemir, O. (2001), “Energy Consumption and GDP Relation in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis”. *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Gobar Environment Proceedings*, 1, 838-844.

Şengül, S., Tuncer, İ. (2006), “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960-2000”, *İktisat İşletme ve Finans*, 21(242): 69-80.

Terzi, H. (1998), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma”, *İktisat İşletme ve Finans*, 13(144): 62-71.

Toda, H.Y., Yamamoto, T. (1995), “Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes”, *Journal of Econometrics*, 66(1-2): 225-250.

Yanar, R., Kerimoğlu, G. (2011), “Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi” *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2): 191-201.

Yanıktepe, B., Kara, O., Parlak, T.K. (2021), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye”. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(3): 452-465.