

ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ VE TÜRKİYE İÇİN BİR ANALİZ

*Nigar ALEV**

*Muhyettin ERDEMLİ***

Geliş/ Received: 25.09.2019

Kabul/Accepted: 13.12.2019

Özet

Bu çalışmanın amacı, panel eşbütünleşme ve panel nedensellik testlerinde yaşanan güncel gelişmeler uygulanarak, Avrupa Birliği ülkeleri ile Türkiye’de ekonomik büyüme ve elektrik enerjisi tüketimi arasındaki ilişkiyi 1996-2014 dönemine ait yıllık verileri kullanılarak ortaya koymaktır. Bu anlamda panel dinamiklerinde heterojenliği ve kesitsel bağımlılığı dikkate alan bir çerçevede eşbütünleşme ve nedensellik testleri ile analiz gerçekleştirilmiştir. Panel eşbütünleşme testi ile elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişkinin varlığı ortaya konulmuştur. Parametre tahmininin yapılmasına imkân sağlayan DOLSMG tahmincisinden elde edilen sonuçlar, panel genelinde elektrik tüketiminin ekonomik büyümeye pozitif katkı sağladığını göstermiştir. Ayrıca sonuçlar söz konusu ülkelerde, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi

* Arş. Gör., Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, nigaralev02@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0154-6211

** Arş. Gör., Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, erdemlimuhyettin@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1331-2922

RELATIONSHIP OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH: AN ANALYSIS FOR EUROPEAN UNION COUNTRIES AND TURKEY

Abstract

The purpose of this study is using the current developments in panel cointegration and panel causality tests, in European Union countries and Turkey the relationship between in economic growth and electricity consumption, is to put forward using annual data for the 1996-2014 period. In this sense, the cointegration and causality tests were carried out in a framework to consider the heterogeneity and cross-sectional dependence of panel dynamic. Panel cointegration test revealed a significant long-term relationship between electricity consumption and economic growth. The results obtained from the DOLSMG estimator, which allows parameter estimation, have shown that electricity consumption across the panel contributes positively to economic growth. The results also show that there is a two-way causality relationship between electricity consumption and economic growth in these countries.

Keywords: Electricity Consumption, Economic Growth, Panel Data Analysis

GİRİŞ

İnsanlık, tarih boyunca enerji ihtiyacı duymuş ve günümüze gelene dek geçen zaman içerisinde enerjinin çeşitleri, kullanım alanları ve elde edilmiş şekilleri farklılık göstermiştir. Nitekim ilk çağlarda kendi kas gücüne dayalı olarak üretim yapan insanlar, bazı hayvanların evcilleştirilmesi ve eğitilmesi ile bunların enerjilerinden yararlanmaya başlamışlardır. Daha sonra ateşin bulunması ile yine ateşin enerjisinden farklı biçimlerde yararlanmışlardır. Zamanla rüzgâr ve su enerjisi gibi enerji kaynaklarını kullanan insanlar birincil enerji kaynağı olarak kabul edilen fosil yakıtların keşfi ile daha fazla enerji ve buna bağlı olarak daha geniş kullanım alanlarına kavuşmuşlardır.

Sanayi devrimi ile birlikte makineleşmenin başlaması ve enerjiye duyulan ihtiyacın artması insanları farklı enerji kaynakları bulmaya yöneltmiştir. Bunun sonucunda ikincil enerji kaynağı olarak kabul edilen, günümüzde kullanıldığı şekli ile elektrik enerjisi hayatımıza girmiştir. Ampulün keşfi ile büyük bir kolaylık yaşanmış ve elektrik enerjisi, insanlık için aydınlanma ihtiyacının olmazsa olmazı haline gelmiştir. Daha sonra gerek sanayide gerekse günlük yaşamda kullanılan makinelerin hızla elektrik motorlu makinelere dönüşmesi insanların elektrik enerjisine olan talebini arttırmıştır.

20. yy. da hızla gelişen ve değişen dünyada birincil enerji kaynağı olarak kabul edilen fosil yakıtların kullanımının artmasının yanında bu kaynakların dünya üzerinde dengesiz dağılımı ve artan taleple birlikte hızla eksilen kaynaklar olması nedeniyle bu yüzyılın sonlarında elektrik enerjisine yönelim daha da artmıştır. Nitekim 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ile bu yönelim hızlanmış ve elektrik enerjisi arzıyla birlikte talebini de önemli ölçüde arttırmıştır.

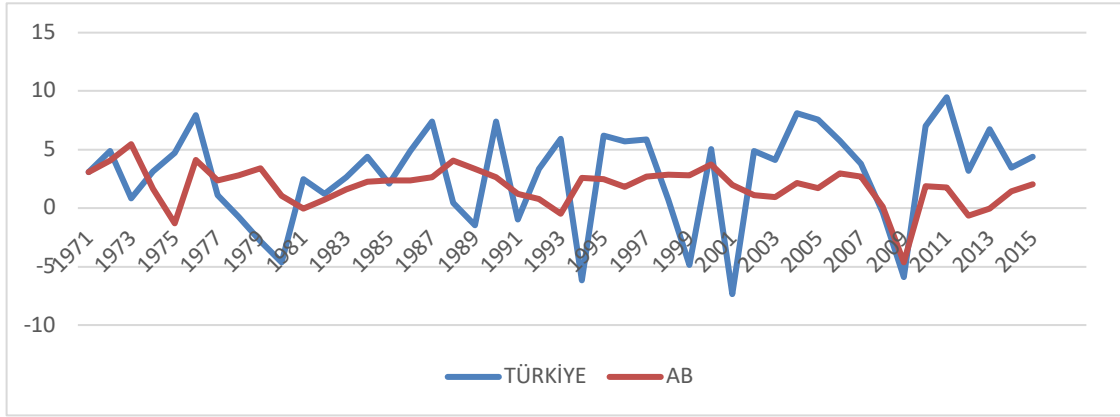
Elektrik enerjisinin hemen hemen diğer tüm enerji kaynaklarından üretilebiliyor olması ve çevresel olarak zararsız olması bu enerjinin kullanımını arttırmıştır. Hane halkının elektriği gerek ısınmada gerekse diğer günlük ihtiyaçlarını gidermede kullanmasının yanında günümüzde elektrik enerjisinin en büyük kullanım alanlarından biri de sanayidir. Hızla gelişen ve nüfus olarak büyüyen dünyada teknolojinin ilerlemesi, enerji çeşitliliğinin artmasının yanı sıra tüketim miktarı da artmaktadır. Bu tüketimle birlikte gelen talebi karşılamak adına da üretim yöntemleri ve üretimde artmaktadır. Bu anlamda gerek kendi ülkesinin gerekse diğer ülkelerin ihtiyaçlarını gidermek için üretimini arttıran ve bu üretimi pazarlayan ülkeler ekonomik olarak büyürken, üretim yapamayan ve diğer ülkelere bağımlı kalan ülkeler ise geri kalmaktadır.

Türkiye, Avrupa Birliği'ne tam katılım sağlamak amacıyla aday ülke konumundadır. Avrupa Birliği'ne üye olma yolunda ilerleyen Türkiye, hızla gelişen ve nüfus olarak da büyüyen ülke grubunda yer almaktadır. Türkiye'nin elektrik tüketimi konusunda AB ülkeleri ile kıyaslanması Birliğe üye olma aşamasında politika yapıcılara ışık tutacaktır. Tablo 1, Avrupa Birliği'ne üye olan ülkeler ile Türkiye'nin kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi ile GSYİH büyümelerinde meydana gelen değişimleri göstermektedir.

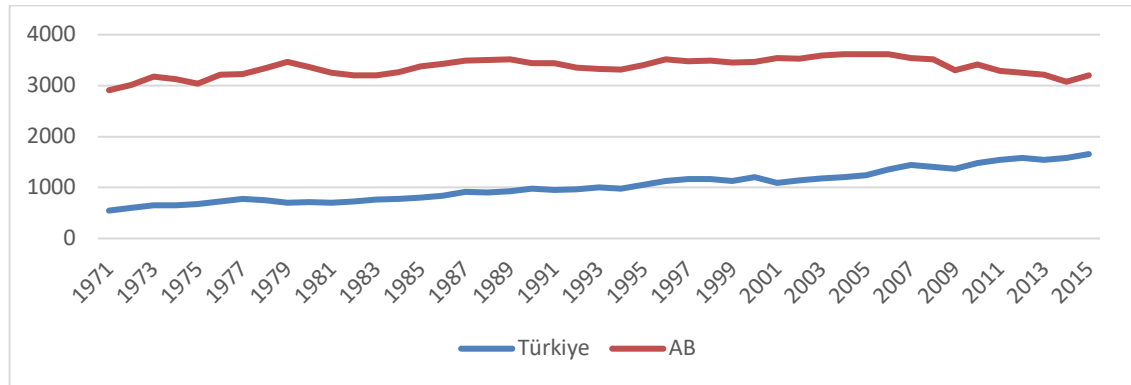
1971-2015 döneminde Türkiye'nin büyüme oranı (2.77) Avrupa Birliği ülkelerinin ortalama büyüme oranından (1.88) daha fazladır. Türkiye 2011-2015 döneminde son 45 yılın en büyük büyüme oranını gerçekleştirmiştir. Kişi başına düşen elektrik tüketimi değerleri incelendiğinde; Türkiye'de, ekonomik büyüme ile paralel bir şekilde son 45 yılın en fazla kişi başı elektrik tüketimi 2011-2015 döneminde gerçekleşmiştir.

Tablo 1: Yıllar İtibari ile Kişi Başı Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme

ELEKTRİK	1970-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2015	1970-2015
AB	3188.159	3368.559	3424.285	3529.2	3188.483	3358.80
TÜRKİYE	681.48	834.34	1073.75	1289.53	1590.75	1037.78
BÜYÜME	1970-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2015	1970-2015
AB	2.67	2.20	2.05	1.09	0.69	1.88
TÜRKİYE	1.75	3.15	2.07	3.37	4.46	2.77

Grafik 1: Kişi Başına Düşen GDP (Büyüme Oranı)

1971-2015 döneminde Avrupa Birliği ülkelerinin ortalama büyüme oranı 1.88'dir. Türkiye'nin tersine Avrupa Birliği 2011-2015 döneminde 45 yıllık ortalama büyümenin gerisinde kalmıştır. En düşük büyüme oranı bu dönemde gerçekleşmiştir. Kişi başı elektrik tüketimi, Avrupa Birliği ülkelerinde 2011-2015 döneminde ekonomik büyümeye paralel bir şekilde son yılların en az tüketim oranı olmuştur. Yine de Avrupa Birliği ülkelerinde elektrik tüketimi Türkiye'ye göre daha fazladır. Ancak AB'de elektrik tüketimi kendi geçmişi ile kıyaslandığında, ortalama olarak bir düşüş söz konusudur ve bu da ekonomik büyümeye yansımıştır.

Grafik 2: Elektrik Tüketimi

Ekonomik büyüme ile artan elektrik enerjisi tüketimi ve elektrik enerjisi tüketerek üretim yapılıp büyüyen ekonomiler iktisadi olarak üzerinde durulan ve araştırılmaya değer görülen bir konu haline gelmiştir. Bu anlamda bu çalışmanın amacı Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ile Türkiye'de elektrik enerjisi

tüketimi ve GSYİH'daki artış şeklinde ele alınan ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bu amaçla Avrupa Birliğine üye ülkeler ile üye olma yolunda ilerleyen Türkiye'nin 1996-2014 dönemine ait panel verileri ile eşbütünleşme ve nedensellik testleri ile analiz gerçekleştirilmiştir. Türkiye ekonomisi Gümrük Birliği (1996) anlaşması ile Avrupa Birliği ekonomisi ile ticari yönden bütünleşme açısından önemli bir adım atmıştır. AB-Türkiye arasında imzalanan "Gümrük Birliği" anlaşmasının 1996 yılında imzalanması nedeni ile bu yıl örneklemin başlangıç dönemini oluşturmaktadır.

1.KONU İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Literatürde, elektrik enerjisi tüketimi ile GSYİH'de meydana gelen artış şeklinde hesaplanan ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik yönü de dahil olmak üzere kapsamlı bir şekilde inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar bu iki değişken arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koymuş ancak ilişkinin yönü hakkında karmaşık ve çelişkili sonuçlar vermiştir. Bazı çalışmalar (Iyke, 2015; Bildirici ve Kayıkcı, 2012) elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya koyarken bazı çalışmalar (Gosh, 2009; Hu ve Lin, 2008) ekonomik büyümeden elektrik enerjisi tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu; bazıları ise (Hamdi ve diğ., 2014; Polemis Dagoumas, 2013) iki değişken arasında karşılıklı nedenselliğin olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın bu bölümünde, bu alanda yapılmış olan ve çoğunlukla Panel veri analizi ile uygulama yapan çalışmaların özetine yer verilecektir.

Masih ve Masih (1997), yaptıkları çalışmada Güney Kore ve Tayvan'da enerji tüketimi, enerji fiyatları ve gelir arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Yapılan Granger nedensellik analizi sonuçları, Güney Kore ve Tayvan için enerji tüketimi, enerji fiyatları ve gelir arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Glasure ve Lee (1997) Güney Kore ve Singapur için enerji tüketimi ve GDP ilişkisini test etmişlerdir. Yapılan çalışmada her iki ülke için de gelir ve enerji tüketimi arasında iki yönlü ilişki bulunmuştur. Buna karşılık standart Granger nedensellik testleri kullanılarak GDP ve enerji arasında Güney Kore için nedensellik ilişkisi bulunamamış, Singapur içinse enerji tüketiminden GDP'ye doğru tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Terzi (1998), Türkiye için 1950-1991 arası dönemi kapsayan veriler yardımı ile yaptığı çalışmasında, Engle- Granger nedensellik analizi sonucunda kısa ve uzun dönemde gelir ve fiyat esnekliklerinin inelastik olduğunu belirlemiştir. Ayrıca ticaret ve sanayi sektörlerinde elektrik tüketimi ve büyüme arasında anlamlı ve çift yönlü bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Adjaye (2000), tarafından yapılan Hindistan, Endonezya, Tayland ve Filipinler'i kapsayan ülke grubunda enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişki irdelenmiştir. Yapılan Granger nedensellik analizi sonucunda Hindistan ve Endonezya için enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru işleyen bir nedensellik ilişkisi bulunurken, Tayland ve Filipinler için enerji ve GSYİH arasında iki yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ghosh, S. (2002), çalışmasında Hindistan'da kişi başına düşen elektrik tüketimi ile kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla arasındaki ilişkiyi 1950-1951 ve 1996-1997 dönemini kapsayan yıllık verileri kullanarak incelemeye çalışmaktadır. Eşbütünleşme testlerinden elde edilen sonuçlar, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ortaya koyarken; nedensellik analizlerinden elde edilen sonuçlar, ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu ortaya koymaktadır.

Shiu ve Lam (2004), çalışmalarında Çin'de 1971-2000 yılları arasındaki elektrik tüketimi ile reel GSYİH arasındaki ilişki Hata Düzeltme modeli kullanılarak incelenmektedir. Tahmin sonuçlarından elektrik tüketimi ile reel GSYİH arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve elektrik tüketiminden iktisadi büyümeye doğru tek yönlü Granger nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.

Nişancı (2005), çalışmasında Türkiye'deki elektrik talebi farklı sektörler itibariyle tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca çalışmada elektrik enerjisi tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisi de araştırılmaktadır. Analiz yöntemi olarak, eşbütünleşme ve Vektör Hata Düzeltme modeli

seçilmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünlük ilişkisi ve elektrik tüketiminden gelire doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada verilerinden yararlanılan tüm sektörlerin kısa dönem gelir esneklikleri inelastik iken uzun dönemde birden büyük, yani esnek bulunmuştur.

Karagöl ve Altınay (2005), çalışmalarında Türkiye’de 1950-2000 dönemini kapsayan yıllık verileri kullanmak suretiyle elektrik enerjisi tüketimi ve iktisadi büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Nedensellik analizi için Granger nedensellik testi ve Dolado-Lütkepohl testi kullanılmıştır. Her iki analiz sonucundan elektrik tüketiminden iktisadi büyümeye doğru uzanan tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Odhiambo (2009), çalışmasında Güney Afrika da elektrik tüketimi ve iktisadi büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. İstihdam oranının da eklendiği modelin tahmin edilmesi sonucunda, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin belirgin bir şekilde var olduğu görülmüştür. Ayrıca, tahmin sonuçları Güney Afrika’da istihdam oranının ekonomik büyümeye neden olduğunu ortaya koymuştur.

Odhiambo (2010), çalışmasında Kenya, Güney Afrika ve Kongo, yani Sub- Saharan Afrika ülkelerinde ekonomik büyüme ve elektrik enerji tüketimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada, bu ikili ilişkiye fiyatlar genel düzeyinde meydana gelen değişimlerde eklenerek ARDL Sınır testi uygulanmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar, adı geçen ülkelerde sonuçların farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Analiz sonuçları, Güney Afrika ve Kenya’da elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu gösterirken, Kongo’da ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Kenya için, fiyatlardan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik, enerji tüketiminden fiyatlara doğru tek yönlü kısa süreli nedensellik akışı bulunurken; Kongo için, enerji tüketiminden fiyatlara ve fiyatlardan ekonomik büyümeye kısa süreli bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Apergis ve Payne (2011), çalışmalarında Dünya Bankası gelir sınıflandırılmasına göre yüksek, üst orta, alt orta ve düşük gelirli şeklinde sınıflandırılmış 88 ülke için, 1990-2006 döneminde, elektrik enerjisi tüketimi ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel eşbütünlük testi sonucu, reel GSYİH, kömür tüketimi, reel brüt sabit sermaye oluşumu ile yüksek, üst orta ve düşük orta gelirli ülkelerin işgücü verileri arasında uzun vadeli bir denge ilişkisinin olduğunu göstermiştir. Panel Vektör Hata Düzeltme modellerinden elde edilen sonuçlar, yüksek gelirli ve üst orta gelirli ülke panelleri için hem kısa hem de uzun vadede elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik; kısa vadede elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik, alt-orta gelirli ülke panelinde uzun vadede çift yönlü nedensellik ve düşük gelirli ülke panelinde elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin var olduğunu ortaya koymuştur.

Ertuğrul (2011), çalışmasında Türkiye ekonomisi için, 1998q1-2011q3 dönemine ait çeyrek veriler kullanılarak, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişki Kalman Filtresi modeliyle incelenmiştir. Modelin tahmin edilmesinden elde edilen sonuçlar, elektrik tüketiminin GSYİH üzerinde 2003 yılından itibaren giderek artan bir etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca sonuçlar, 2008 küresel krizinin etkisi ile bu etkinin azalışa geçtiğini fakat 2011 yılından itibaren tekrar artışa geçtiğini göstermiştir.

Polat vd. (2011), çalışmalarında 1950-2006 döneminde Türkiye’de elektrik tüketimi, istihdam ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki ilgili değişkenlere ait aylık veriler kullanılmak suretiyle araştırılmıştır. İlgili dönemde değişkenler arasındaki ilişki çok değişkenli Vektör Hata Düzeltme modeline dayanan Granger nedensellik testi ile, değişkenler arasındaki eşbütünlük ilişkisi ise ARDL sınır testi yaklaşımına dayandırılarak incelenmiştir. Eşbütünlük analizlerinden elde edilen sonuçlar elektrik tüketimi, istihdam ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu ortaya koyarken, Granger nedensellik analiz sonuçları uzun dönemde, istihdam ve elektrik tüketiminden iktisadi büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu, kısa dönemde ise sadece istihdam düzeyinden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Polemis ve Dagoumas (2013), çalışmalarında çok değişkenli bir çerçevede, 1970-2011 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılmak suretiyle elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, Yunanistan ekonomisi için eşbütünleşme ve Vektör Hata Düzeltme modelleri ile tahmin edilmiştir. Ampirik sonuçlar, uzun vadede elektrik talebinin fiyat esnekliğinin birden küçük olduğunu, gelir esnekliğinin ise birden büyük olduğunu ortaya koymuştur. Kısa vade de ise talep esneklik katsayılarının birden küçük yani inelastik olduğu tespit edilmiştir. Yapılan nedensellik analizi sonuçları ise elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedenselliğin olduğunu göstermiştir.

Tang vd. (2013), çalışmalarında çok değişkenli model kullanılarak Portekiz ekonomisinde elektrik tüketimi ile GSYİH'deki artış şeklinde ifade edilen iktisadi büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Sınır testi yaklaşımı ile eşbütünleşme ilişkisi incelenirken, nedensellik ilişkisi Vektör Hata Düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi ile incelenmiştir. Sınır testinden elde edilen sonuçlardan, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu bilgisine ulaşılrken, nedensellik testi sonucundan ise kısa ve uzun vadede elektrik tüketimi ile GSYİH'deki artış oranı (ekonomik büyüme) arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin var olduğu tespit edilmiştir.

Hamdi vd. (2014), çalışmalarında Bahreyn Krallığında 1980-2014 dönemine ait çeyrek dönemlik elektrik tüketimi, reel doğrudan yabancı yatırım, reel sermaye ve ekonomik büyüme verileri kullanılarak bu veriler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Analiz yöntemi olarak ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmış ve analizden elde edilen bulgular seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca analiz sonuçlarından, elektrik tüketimi, reel doğrudan yabancı yatırım ve reel sermayenin ekonomik büyümeye pozitif etkide bulunduğu görülmüştür. VECM Granger Nedensellik analizleri, elektrik tüketimi ile iktisadi büyüme arasında iki yönlü sebep-sonuç (geri bildirim etkisi) ilişkisinin olduğunu, aynı şekilde doğrudan yabancı sermaye ve yatırım ile ekonomik büyüme arasında da çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Karanfil ve Li (2015), çalışmalarında 1980-2010 döneminde 160 ülkenin kişi başına düşen GSYİH ve kişi başına düşen elektrik tüketimi verileri kullanılarak adı geçen ülkelerde elektrik tüketimi ile ekonomik faaliyetler arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişki panel veri analizi yöntemi ile incelenmiştir. Ampirik bulgular, bütün ülkeler için elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Nedensellik analizlerinden elde edilen sonuçlar, Doğu Asya ve Pasifik'te, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da, düşük-orta gelirli ülkelerde ekonomik büyümeden elektrik tüketimine uzanan tek yönlü nedenselliğin olduğunu ortaya koymaktadır. Kuzey Amerika, Sahra-altı Afrika ve üst-orta gelirli ülkelerde ise elektrik enerjisi tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Ayrıca analiz sonuçlarından elektrik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin bölgesel farklılıklara, ülkelerin gelir düzeylerine, kentleşme oranlarına ve elektrik bağımlılığına göre değiştiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Osman vd. (2016), çalışmalarında Körfez Arap Ülkelerin elektrik tüketimi ile ekonomik büyümesi arasındaki ilişki, 1975-2012 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak ve panel veri analiz yönteminde yaşanan son gelişmeler de göz önüne alınarak incelenmiştir. Yatay kesit bağımlılığını ve heterojenliği dikkate alan PMGE, PMG, AMG, MGE ve DFE dinamik panel modellerinin tahmin edilmesiyle elde edilen sonuçlar ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında uzun vadeli bir denge ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar, Körfez Arap ülkelerinde ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.

Aydın, M. (2019), çalışmasında 26 OECD ülkesi için 1980-2015 dönemine ait veriler kullanılarak yenilenebilir ve yenilenemeyen elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki iki farklı panel nedensellik testi kullanılarak araştırılmıştır. Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi zaman bölgesi nedensellik testi iken, Croux ve Reusens (2013) tarafından geliştirilen nedensellik testi ise frekans bölgesi nedensellik testidir. Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi, sadece yenilenemeyen elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koyarken, Croux ve Reusens test sonuçları, ekonomik büyüme ve yenilenebilir olmayan elektrik tüketimi ile yenilenebilir elektrik tüketimi arasında iki yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymuştur.

2. METODOLOJİ

Bu çalışmada, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında son zamanlarda geliştirilen dinamik panel veri analiz yöntemi kullanılacaktır. Analizlerden elde edilecek sonuçlara göre Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'deki elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki yorumlanacaktır. Panel veri analizi yönteminin genel olarak saf kesitsel ve zaman serisi analizlerine göre bazı avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlardan ilki; panel veri analizi yöntemi, yatay-kesit ve zaman serisi verilerini birleştirerek görece daha büyük örneklem kümelerinin kullanımına izin verir (Hsiao, 2003, 3). Ayrıca zaman serilerine ait verilerle yapılan uygulamalarda değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı problemi ortaya çıkmasına rağmen bu sorun değişkenlerin aldığı değerlerin zaman ve birim boyutuna bağlı olarak değişmesi nedeniyle, değişkenler arasında daha az çoklu doğrusal bağlantı problemi ortaya çıkmaktadır (Baltagi, 2005, 5). Bu gibi avantajlarından dolayı, panel veri ile yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar daha fazla bilgi sağlamakta ve daha etkin olmaktadır. Bunların dışında panel verilerinin kullanımının bir başka avantajı, farklı gruplar arasındaki bireysel heterojenliği kontrol edebilme, saf yatay-kesit ve zaman serisi verileri ile kolayca tespit edilemeyen etkileri tahmin edebilme yeteneğine sahip olmasıdır.

Çalışmada öncelikle, panel veri modellemesinde önemli olması sebebiyle yatay kesit bağımlılığı testi gerçekleştirilecektir.

2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Panel veri analizi modellerinde, gözlemlerin genellikle kesitsel olarak bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Ancak yatay-kesit verilerinin zaman serileri ile birlikte kullanıldığı panel veri modellerinde yatay-kesit bağımlılığı ihtimali olduğundan, bu varsayımın geçerliliğinin doğrulanması gerekmektedir. Urbain ve Westerlund (2006) tarafından belirtildiği gibi, farklı gruplar arasında yatay kesit bağımsızlık varsayımı, özellikle güçlü ekonomik bağlantılara sahip olan makroekonomik veya finansal verilerin analizinde normalde geçerli değildir. Farklı gruplar arasında yatay kesit bağımlılığı, yaygın olan şoklardan, yayılma etkilerinden ve gözlenemeyen bazı faktörlerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Panel veri modellerin tahmin edilmesinde yatay kesit bağımlılığın göz ardı edilmesi, tahmin sonuçlarının güvenilirliğine ve etkinliğine gölge düşürebilmektedir. Bu yüzden analizle başlamadan önce değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı probleminin test edilmesi gerekmektedir. Literatürde birden fazla yatay kesit bağımlılığı analizini gerçekleştiren testler bulunmaktadır. Ancak çalışmamızda Breusch-Pagan (1980) LM, Pesaran (2004) CD ve Pesaran vd. (2008) Bias-Adjusted testini kullanacağız.

Standart panel veri modeli şu şekildedir:

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta_{i,t} X_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (1)$$

Burada Y bağımlı değişken, $i=1,2,\dots,N$ kesit birimini $t=1,2,\dots,T$ zaman dönemini, X ise k adet açıklayıcı değişkeni gösterirken; α_i zamandan bağımsız bireysel parametreyi, $\mu_{i,t}$ ise hata terimi katsayısını göstermektedir. Yatay kesit bağımlılığı için oluşturulan alternatif ve boş hipotez aşağıdaki gibidir:

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ji} = \text{cor}(\mu_{i,t}, \mu_{j,t}) = 0 \quad i \neq j \text{ için} \quad \text{“birimler arası korelasyon yoktur”}$$

$$H_1: \rho_{ij} = \rho_{ji} \neq 0 \quad i \neq j \text{ için,} \quad \text{“birimler arası korelasyon vardır”}$$

buradaki,

$$\rho_{ij} = \rho_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T \mu_{it} \mu_{jt}}{\left(\sum_{t=1}^T \mu_{it}^2\right)^{1/2} \left(\sum_{t=1}^T \mu_{jt}^2\right)^{1/2}} \quad (2)$$

Breusch-Pagan (1980) LM test istatistiği:

$$LM = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N T_{ij} \rho_{ij}^2 \rightarrow X^2 \frac{N(N-1)}{2} \quad (3)$$

Buradaki ρ_{ij} katsayı modelim artıklarından elde edilen korelasyon katsayılarıdır. Pesaran (2004) Breusch-Pagan'ın LM testini iyileştirici alternatif bir test geliştirmiştir. Çift yönlü korelasyon katsayılarının ortalamasını, ADF regresyonlarının artıklarından elde eder.

Pesaran (2004) test istatistiği şu şekilde hesaplanır:

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} LM = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij} \rightarrow N(0, 1) \quad (4)$$

Pesaran (2004) testinin, alternatif ve boş hipotezi Breusch-Pagan (1980) LM testinin alternatif ve boş hipotezine benzemektedir:

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ji} = \text{cor}(\mu_{it}, \mu_{jt}) = 0 \quad i \neq j \text{ için} \quad \text{“birimler arası korelasyon yoktur”}$$

$$H_1: \rho_{ij} = \rho_{ji} \neq 0 \quad i \neq j \text{ için,} \quad \text{“birimler arası korelasyon vardır”}$$

Pesaran (2004), küçük örneklemle çalışılması durumunda da testin iyi performans gösterdiğini tespit etmiştir. Baltagi ve diğ. (2012) bu iki teste alternatif olarak Bias-corrected scaled LM testini geliştirmiştir:

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} LM = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T_{i,j} p_{i,j} - 1)^2 - \frac{N}{2(T-1)} N(0, 1) \quad (5)$$

Bu testlerden elde edilecek prob değerleri 0.05'ten küçük olması durumunda %5 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezi reddedilebilmekte ve paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığının var olduğuna karar verilmektedir.

2.2. CADF Birik Kök Testi

Bu çalışmada uygulanan yatay kesit bağımlılığı test sonuçları dikkate alındığında, çalışmaya konu olan serilerde söz konusu birimler (Türkiye ve AB ülkeleri) arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle serilerin durağan olup olmadığı yatay kesit bağımlılığını dikkate alan, Pesaran (2007) çalışmasında literatüre kazandırılan yatay kesitle genelleştirilmiş Dickey Fuller anlamına gelen (Cross-Sectional Augmented Dickey Fuller) CADF testi ile test edilecektir.

CADF testi, temelde bireysel serilerin birinci farkları ve gecikme düzeylerinin yatay kesit ortalamaları ile ADF regresyonunun genişletilmiş halidir. Bu testin önemli bir avantajı da hem her bir ülkeye ait CADF test istatistiği ile ülkelere ait serilerde durağanlığın test edilmesi hem de ülke ortalamaları alınarak elde edilen CIPS istatistiği ile panelin geneli için durağanlık sınamasının yapılmasıdır. N yatay kesit (ülke), T zaman boyutunu göstermek üzere CADF birim kök testi $T > N$ ve $N > T$ olan durumlarda tutarlı sonuçlar vermektedir (Pesaran, 2007). CADF test istatistiğinin hesaplanma süreci kısaca şu şekilde ifade edilebilir;

$$y_{i,t} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{i,t} \quad (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T) \quad (6)$$

Denklem 6'da “ y_{i0} başlangıç değeri, sıklık fonksiyonu ile sonlu ortalama ve varyansa sahiptir”. u_{it} hata terimi ise tek faktörlü bir yapıya sahiptir ve şu şekilde açılabilir;

$$u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

Denklem 7'de yer alan f_t , her bir ülkenin gözlemlenemeyen ortak etkilerini, ε_{it} ise bireysel hata terimini ifade etmektedir. 6 ve 7 nolu denklemler manipüle edilerek 8 nolu denklem elde edilebilir.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

Denklem 8'de $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$, $\beta_i = -(1 - \phi_i)$ ve $\Delta y_{i,t} = y_{i,t} - y_{i,t-1}$ 'dir.

Buna göre $\phi_i = 1$ olmak üzere CADF testinin sıfır ve alternatif hipotezleri şu şekildedir;

$$H_0: \beta_i = 0 \quad \text{“bütün } i \text{ (birimler) için seri birim köklüdür.”}$$

$$H_A: \beta_i < 0 \quad \text{“(} i=1, \dots, N_1, \beta_i = 0 \text{ } i=N_1 + 1, \dots, N \text{) seri durağandır.”}$$

Çalışmaya dahil edilen her bir yatay kesite (ülkeye) ait CADF test istatistiği hesaplandıktan sonra panelin bütünü için durağanlık durumunun test edilmesi için Denklem 9'da gösterildiği gibi bu istatistiklerin ortalaması alınarak CIPS istatistik değeri hesaplanabilir.

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (9)$$

Denklem 8 ve Denklem 9'da hesaplanan CADF ve CIPS test istatistik değerlerinin Pesaran (2007) deki çalışmasında yer alan kritik tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyük olması durumunda sıfır hipotezi reddedilerek serinin durağan olduğu kararına varılır.

2.3. GUW ve Westerlund Eşbütünleşme Testleri

Değişkenlerin durağanlık mertebelerinin belirlenmesinden sonra izlenecek adım, ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişkinin olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu anlamda durağanlık analizi yapılan testlerde olduğu gibi uzun dönemli ilişki (eşbütünleşme) testleri de birinci nesil (yatay kesit bağımsızlığını dikkate alan) (Johansen, 1988; Kao, 1999; Pedroni, 2004) ve ikinci nesil (yatay kesit bağımlılığını dikkate alan) (Westerlund ve Edgerton, 2007; Westerlund, 2007; Gengenbach vd. (2016) testler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bu çalışmada Westerlund (2007) ve Gengenbach vd. (2016) tarafından literatüre kazandırılan ikinci nesil eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Bu testlerin işleyiş aşamaları kısaca şu şekilde ifade edilebilir.

Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testi, test istatistiklerini hesaplamak için öncelikle Denklem 10'da verilen modeli tahmin etmektedir;

$$\Delta \tilde{y}_{i,t} = \Delta y_{i,t} - \hat{\delta}_i d_t - \hat{\lambda}'_i x_{i,t-1} - \sum_{j=1}^{\rho_i} \hat{\alpha}_{i,j} \Delta Y_{i,t-j} - \sum_{j=0}^{\rho_i} \hat{\gamma}_{ij} \Delta x_{i,t-j} \quad (10)$$

$$\tilde{y}_{i,t-1} = y_{i,t-1} - \hat{\delta}_i' d_t - \hat{\lambda}'_i x_{i,t-1} - \sum_{j=1}^{\rho_i} \hat{\alpha}_{ij} \Delta Y_{i,t-j} - \sum_{j=0}^{\rho_i} \hat{\gamma}_{ij} \Delta x_{i,t-j} \quad (11)$$

Daha sonra panelin geneli için hata düzeltme katsayısı ve bu katsayının standart sapması Denklem 12 ve 13 de gösterildiği gibi hesaplanır;

$$\alpha_i = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\tilde{Y}_{i,t-1})^2 \right]^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\alpha_i(1)} \tilde{Y}_{i,t-1} \Delta \tilde{Y}_{i,t} \quad (12)$$

$$S.E(a_i) = \left[(\bar{S}_N)^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\tilde{Y}_{i,t-1})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

Bu adımlardan sonra, panel eşbütünleşme istatistikleri Denklem 13 'te görüldüğü gibi hesaplanır;

$$P_t = \frac{a}{S.E(a)} \sim N(0,1) \quad (14)$$

$P_a = T_a \sim N(0,1)$ 'dir. Hesaplanan panel istatistikleri için sıfır hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde ifade edilebilir;

$H_0: \alpha_i = 0$ ise eşbütünleşme ilişkisi yoktur.

$H_A: en az bir i için \alpha_i < 0$ ise eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Gengenbach vd. (2006) tarafından literatüre kazandırılan eşbütünleşme testinde ise öncelikle kurulan model Denklem 15' teki gibidir;

$$\Delta y_{i,t} = \delta'_{y,x_i} d_t + a_{y_i} y_{i,t-1} + \gamma'_i \omega_{i,t-1} + B_{y,y_i}(L) \Delta y_{i,t-1} + A_{y,x,x_i}(L) \Delta x_{i,t} + A_{y,F,x_i}(L) \Delta F_t + \eta'_{y,x_i} f_{it} + \varepsilon_{y,x_i,t} \quad (15)$$

Her bir birim için test istatistiğinin hesaplanması için kurulan model Denklem 16'daki gibidir;

$$\Delta y_i = d \delta_{y,x_i} + a_{y_i} y_{i,-1} + \omega_{i,-1} \gamma_i + v_i \pi_i + \varepsilon_{y,x_i} = a_{y_i} y_{i,-1} + g_i^d \lambda_i + \varepsilon_{y,x_i} \quad (16)$$

Burada testin ilk aşamasında, Denklem 17'de görüldüğü gibi her bir birim için modelin OLS tahmini yapılmakta ve $H_0: \hat{\alpha}_{y_i} = 0$ hipotezi t testi yardımı ile sınanmaktadır.

$$\hat{\alpha}_{y_i} = \frac{y'_{i,-1} M_{g_i} \Delta y_i}{y'_{i,-1} M_{g_i} \Delta y_{i,-1}} \quad (17)$$

ve

$$\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_{y_i}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{\hat{y},x_i}^2}{y'_{i,-1} M_{g_i} \Delta y_{i,-1}} \quad (18)$$

dir. Böylece,

$$T_{\alpha_{y_i}}(F, 0) = \frac{\hat{\alpha}_{y_i}}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_{y_i}}} \quad (19)$$

şeklinde. Hesaplanan panel istatistikleri için sıfır hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde ifade edilebilir;

$H_0: \alpha_{y_1}, \dots, \alpha_{y_N} = 0$ ise eşbütünleşme ilişkisi yoktur.

$H_A: en az bir i için \alpha_{y_i} < 0$ ise eşbütünleşme ilişkisi vardır.

2.4. Ortalama Grup Dinamik En Küçük Kareler (DOLSMG) Tahmincisi

Çalışmada kullanılan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin (eşbütünleşme) tespit edilmesi durumunda bu ilişkinin yönünün ve derecesinin belirlenmesi için panel eşbütünleşme tahmincileri kullanılır. Bu çalışmada Pedroni (2001) tarafından literatüre kazandırılan Ortalama Grup Dinamik En Küçük Kareler (DOLSMG) Tahmincisi kullanılmıştır. DOLSMG tahmincisinde Denklem 20'deki modelden hareket edilmektedir;

$$Y_{i,t} = \mu_i + \beta_i X_{i,t} + u_{i,t} \quad (20)$$

Denklem 20'de verilen model ile her bir birim için öncül değerlerin ve gecikmelerin ilavesi ile dinamik en küçük kareler (DOLS) tahmini yapılmaktadır. Bu nedenle T' nin orta ya da büyük olması istenmektedir. Daha sonra sonuçlar Pesaran ve Smith MG yaklaşımı ile Denklem 21 görüldüğü gibi tüm panel için birleştirilmektedir.

$$\hat{\beta}_{DOLSMG} = N^{-1} \left[\sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T (Z_{i,t} Z'_{i,t})^{-1}) \right] (\sum_{t=1}^T (Z_{i,t} \bar{Y}_{i,t})) \quad (21)$$

burada açıklayıcı vektörü olan $Z_{i,t}$, $Z_{i,t} = (X_{i,t}, \bar{X}_i, \Delta X_{i,t-k}, \dots, \Delta X_{i,t+k})$ şeklindedir ve $\bar{Y}_{i,t} = Y_{i,t} - \bar{Y}_i$ dir. Dolayısıyla DOLSMG tahmincisi Denklem 22'de görüldüğü üzere her bir i birimi için elde edilen DOLS tahmincilerinin ortalaması alınarak elde edilmektedir;

$$\hat{\beta}_{DOLSMG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_{DOLS,i} \quad (22)$$

ve t istatistiği de ortalama alınarak,

$$t_{\hat{\beta}_{DOLSMG}} = N^{-1} \sum_{t=1}^T t_{\hat{\beta}_{DOLS,i}} \quad (23)$$

şeklinde elde edilmektedir. Burada,

$$t_{\hat{\beta}_{DOLS,i}} = (\hat{\beta}_{DOLS,i} - \beta) (\sigma_i^{-2} \sum_{t=1}^T (X_{i,t} - \bar{X}_i)^2)^{1/2} \quad (24)$$

eşitliği vardır (Tatoğlu, 2017).

2.5. Dumitrescu ve Hurlin Nedensellik Testi

Ekonometrik olarak, X ve Y gibi iki değişkeninin olduğu kabul edildiğinde, X' in cari değerlerinin belirlenmesinde X' in geçmiş değerleri kadar Y' nin geçmiş değerleri de etkili ise Y' den X' e doğru bir Granger nedensellik ilişkisi vardır ifadesi kullanılabilir. Bu ifade daha çok günümüz iktisat yazınında bir model de içsel ve dışsal değişkenlerin kesin olarak birbirlerinden ayırt edilemediği durumlarda

kullanılır. Kurulan iktisadi modellerde tek yönlü nedensellik olabileceği gibi çift yönlü nedensellik ilişkisinin olması da olasıdır.

Bu çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırılması için Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından literatüre kazandırılan panel Granger nedensellik testi kullanılmıştır.

Dumitrescu ve Hurlin (2012), panel Granger nedensellik testinde denklem 25'te yer alan model dikkate alınırken, bu modelde kullanılan değişkenleri ifade eden X ve Y değişkenlerinin N sayıda yatay kesit (ülke) ve T zaman dönemi boyunca durağan olmaları gerekir.

$$y_{i,t} = a_i + \sum_{k=1}^k \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^k \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (25)$$

Denklem 25'te test edilmek istenen temel hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde ifade edilebilir;

$$H_0: \beta_1, \dots, \beta_N = 0 \text{ ise Granger nedensellik ilişkisi yoktur.}$$

$$H_A: \text{en az bir } i \text{ için } \beta_i \neq 0 \text{ ise Granger nedensellik ilişkisi vardır.}$$

Temel hipotezi test etmek için, Denklem 26'da verilen ve her bir ülke için Granger nedenselliği test etmek için kullanılan bireysel Wald istatistikleri ($W_{i,T}$)'nın ortalaması olarak hesaplanan test istatistiği kullanılır.

$$W_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (26)$$

Dumitrescu ve Hurlin (2012), T'nin küçük değerleri için $W_{i,T}$ istatistiklerinin aynı ki-kare dağılımına yakınsamadığından bilinmeyen bu dağılımın ortalama ve varyansının tahmini değerleri kullanılarak hesaplanan, Denklem 27' de verilen $W_{N,T}^{Hnc}$ için standardize edilmiş test istatistiğinin kullanılmasını önermişlerdir;

$$\tilde{Z}_{N,T}^{Hnc} = \frac{\sqrt{N}[W_{N,T}^{Hnc} - \sum_{i=1}^N E(\tilde{W}_{i,T})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \text{Var}(\tilde{W}_{i,T})}} \quad (27)$$

$T \geq 6 + 2K$ olmak üzere Denklem 27'deki ortalama ve varyans Denklem 28 ve 29'daki gibi hesaplanır;

$$E(\tilde{W}_{i,T}) = N^{-1} \sum_{i=1}^N E(W_{i,T}) = K \frac{(T-2K-1)}{(T-2K-3)} \quad (28)$$

$$\text{Var}(\tilde{W}_{i,T}) = N^{-1} \sum_{i=1}^N \text{Var}(W_{i,T}) = 2K \frac{(T-2K-1)^2(T-K-3)}{(T-2K-3)^2(T-2K-5)} \quad (29)$$

Dumitrescu ve Hurlin yaptıkları simülasyon sonuçlarından, az sayıda birime sahip olan panellerde dahi $\tilde{Z}_{N,T}^{Hnc}$ test istatistiğinin iyi boyut ve güç özelliklerine sahip olduğunu, bunun yanında gecikme uzunluğunun yanlış hesaplanması halinde bile yine bu istatistiğin güçlü olacağını belirtmişlerdir (Bozoklu ve Yılancı 2013, 161-187).

3. VERİ VE AMPİRİK SONUÇLAR

Bu çalışmada, 1996-2014 yılları arasında Avrupa Birliği ülkeleri ile Türkiye'ye ait yıllık ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi verileri kullanılmaktadır. Elektrik tüketimi ile ilgili veriler kişi başına kilovat saat (kWh) cinsinden ifade edilirken, ekonomik büyümenin vekili olarak, kişi başına düşen GSYİH değeri alınmıştır. Her iki değişkene ait verilerin doğal logaritması alınmıştır ve verilerin tamamı Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından elde edilmiştir.

3.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Breusch-Pagan LM testinin Gauss'daki karşılığı (CDLM1), Pesaran scaled LM testinin Gauss'daki karşılığı CDLM2 ve Pesaran CD testinin Gauss'daki karşılığı CDLM'dir. Tablo 2'de yatay kesit bağımlılığına ait sonuçlar özetlenmektedir. Zaman boyutunun (T=19) yatay-kesit boyutundan (N=29) küçük olması sebebiyle, Baltagi ve diğ. (2012) Bias-corrected Scaled LM testi T>N veya N>T

olduğunda kullanılabilir. Pesaran CD (CDLM) $T > N$ olduğunda, Breusch-Pagan LM (CDLM1) ve Pesaran Scaled LM (CDLM2) $T > N$ olduğunda kullanılmaktadır.

Tablo 2: AB ve Türkiye İçin Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

CD test	LELK		LGDP	
	CD ist.	Prob	CD ist.	Prob
Breusch-Pagan LM	3693.321	0.0000	7124.584	0.0000
Pesaran scaled LM	114.345	0.0000	234.758	0.0000
Pesaran CD	113.539	0.0000	233.953	0.0000
Baltagi ve diğ. Bias-corrected Scaled LM	44.5261	0.0000	84.316	0.0000

Burada Baltagi ve diğ. (2012) Bias-corrected Scaled LM testi $T > N$ veya $N > T$ olduğu durumlarda kullanılabilir olduğundan bu test sonucuna göre elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme serileri arasında yatay kesit bağımlılığının olduğuna karar veririz. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının var olduğu durumlarda ikinci nesil birim kök analizleri kullanılmaktadır. Diğer taraftan panelin genelinde yatay kesit bağımlılığının olması durumu da panel eşbütünlük ve nedensellik testlerinin ikinci nesil olmasını gerektirmektedir.

3.2. CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Serilerde yatay kesit bağımlılığı probleminin olması değişkenlere uygulanacak olan birim kök testinin ikinci nesil birim kök test olması gerekmektedir. Böylece uygulanacak olan birim kök testinden güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde edilmektedir.

CADF Birim Kök Testinin sabitli model varsayımı sonuçları Tablo 3’de gösterilmektedir. Test sonuçları, serilerin seviyesinde durağan olmadığı, birinci farkları alındığında %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde değişkenlerin durağanlaştıkları görülmektedir. Testlerde kullanılan optimal gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

Tablo 3: CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülke	LGDP		LELKT		Δ LGDP		Δ LELKT	
	p	Cadf İstatistiği	P	Cadf İstatistiği	p	Cadf İstatistiği	p	Cadf İstatistiği
Almanya	2	-1.976	2	1.496	2	-2.069	2	-1.682
Avusturya	2	-1.168	2	-0.148	2	-3.403	2	-2.753
Belçika	2	-1.538	2	-1.494	2	-2.288	2	-3.270
İngiltere	2	-0.125	2	1.267	2	-1.569	2	-2.353
Bulgaristan	2	-1.220	3	-1.148	2	-4.627***	2	-2.931
Çek Cumhuriyeti	2	-3.789**	2	-2.293	2	-2.066	2	-3.147
Danimarka	2	-0.894	2	-0.824	2	-2.961	2	-3.954**
Estonya	2	-1.266	2	-2.942	2	-3.929**	2	-1.846
Finlandiya	2	-2.547	2	-1.964	2	-2.394	2	-4.289**
Fransa	2	-0.540	2	-0.848	2	-2.239	2	-3.880**
Hırvatistan	2	-3.205	3	-2.108	2	-1.484	2	-2.754
Hollanda	2	-2.229	2	-4.152**	2	-3.225	2	-3.130
İrlanda	2	-1.398	2	-2.992	2	0.006	2	-1.700
İspanya	2	-0.352	3	-2.413	2	-1.528	2	-0.983
İsveç	2	-0.178	2	-0.225	2	-4.334**	2	-3.058
İtalya	2	-0.961	2	0.252	2	-2.330	2	-1.553
Kıbrıs	2	-2.086	4	-1.311	2	-0.986	2	-1.363
Letonya	2	-0.064	2	-4.376***	2	-3.588**	2	-1.836
Litvanya	2	-1.471	2	-2.317	2	-1.889	2	-2.386

Lüksemburg	2	-0.234	2	-0.554	2	-4.902***	2	-4.830***
Macaristan	2	-0.431	2	-2.232	2	-0.848	2	-3.179
Malta	2	-2.164	2	-0.191	2	-1.458	2	-2.775
Polonya	2	-0.652	2	-1.273	2	-2.042	2	-1.954
Portekiz	2	-1.445	2	-1.263	2	-3.939**	2	-0.509
Romanya	2	-2.779	2	-0.795	2	-2.534	2	-2.090
Slovakya	2	-4.321**	2	-2.681	2	-2.166	2	-6.544***
Slovenya	2	-3.612	2	-1.910	2	-3.990**	2	-2.576
Yunanistan	2	-1.553	3	-1.950	2	-2.348	2	-4.498***
Türkiye	2	0.209	3	-1.326	3	-1.336	2	-1.975
CIPS		-1.468		-1.460		-2.499***		-2.752***

Not: CADF testi için kritik tablo değerleri N=29 T=19 için, Sabitli modelde CADF testi için, Pesaran (2007)'in "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence" isimli makalesinin 275. sayfasındaki Tablo 1b'ye bakılmıştır. %1'de-4.35 ve %5'de-3.43'tür. CIPS için kritik tablo değerleri sabitli de syf.280 2b'de %1'de-2.32 ve %5'te-2.15'tir. p: optimal gecikme uzunluğunu göstermektedir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. *** ve ** sırasıyla %1 ve %5'te anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Ülkeler bazında değişkenlerin birim kök içerip içermedikleri incelendiklerinde, ekonomik büyüme değişkeninin Çek Cumhuriyeti ve Slovakya dışındaki ülkelerde birim kök içerdiği görülmektedir. Elektrik enerjisi tüketiminde meydana gelecek şokların Hollanda ve Letonya ülkelerinde bir takım olumsuz etkileri olabilecektir. Çünkü elektrik enerjisi tüketimi serisi birim köklüdür. Hollanda ve Letonya dışındaki AB ülkeleri ile Türkiye'de elektrik tüketiminde yaşanacak şoklar ise kalıcı etki bırakmayacaktır.

3.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliğinin Test Edilmesi

Swamy S testi ile uzun dönem parametrelerin homojenliği sınanacaktır. "Sabit ve eğim parametrelerinin birimlee göre homojen ya da heterojen olması durumuna göre eşbütünleşme testleri ve tahmin yöntemleri seçilmektedir" (Yerdelen Tatoğlu, 2017, 246). Bu nedenle eşbütünleşme ilişkisinin ve uzun dönem parametre katsayı tahminlerinin yapılmasından önce homojenlik testinin yapılması gerekmektedir.

Tablo 4: AB ve Türkiye için Homojenlik Testi Sonuçları (Swamy S Testi)

LELKT	Coef.	Std. Err.	Prob.	Chi2(56) = 1.0'e+05 Prob> chi2 = 0.0000
LGDP	0.2037058	0.0370074	0.000	
cons	3.355283	0.998463	0.001	

Tablo 4, uzun dönem parametrelerinin homojenlik testine tabi tutulmasından elde edilen sonuçları göstermektedir. Swamy testinden elde edilen sonuçlar, testin H_0 hipotezinin reddedilip uzun dönem eğim katsayılarının heterojen olduğuna karar verilmesi gerektiğini göstermektedir.

3.4. Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Tablo 5: Panel Eşbütünleşme Testi sonuçları (Westerlund)

İstatistik	value	z-value	p-value	Robust p-value
Gt	-2.108	-1.910	0.028	0.433
Ga	-9.360	-2.145	0.016	0.210
Pt	-45.759	-37.332	0.000	0.000
Pa	-22.349	-21.117	0.000	0.000

Westerlund eşbütünleşme test istatistiğinin H_0 hipotezi "eşbütünleşme yoktur" biçiminde kurulmaktadır. AIC 'ye göre gecikme uzunluğu (0 ve 1 aralığından) 0.59 çıkmıştır (Tablo 5). Robust p-value değerleri dikkate alındığında; P_a ve P_t test istatistiklerine göre H_0 hipotezi (eşbütünleşme ilişkisi

yoktur) reddedilmiştir. Bu, AB ülkelerinde ve Türkiye’de ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisi, yani değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu anlamına gelmektedir.

Pa ve Pt istatistiklerine göre H_0 hipotezi reddedilerek seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğuna karar verilmiştir. Ancak diğer test istatistikleri değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir. Bu nedenle bir testin daha denenmesinde fayda görülerek Gengenbach, Urbain ve Westerlund (2016) tarafından geliştirilen GUV panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır.

Tablo 6: Eşbütünleşme Testi Sonuçları (GUV Testi)

y(t-1)	-0.536	-3.699	≤ 0.01
--------	--------	--------	-------------

Bu teste ait H_0 hipotezi $p > 0.01$ koentegrasyon yoktur” şeklinde kurulmaktadır. GUV testinden elde edilen ≤ 0.01 değeri ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

3.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

AB ülkeleri ve Türkiye’ye ait logaritması alınmış elektrik tüketim miktarı ve ekonomik büyüme serilerinde yatay kesit bağımlılığı problemi tespit edildiğinden, bu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı ikinci nesil eşbütünleşme testleri ile araştırılmıştır. Gerek Westerlund gerekse GUV testinden elde edilen bulgular, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı probleminin olması ve birimlerin heterojen olması nedeniyle ikinci nesil heterojen tahmin yöntemlerinden Ortalama Grup Dinamik En Küçük Kareler (DOLSMG) tahmincisi uzun dönem katsayıların tahmininde kullanılacaktır.

Tablo 7’de LELKT ve LGDP değişkenleri arasında uzun dönemli ilişkinin DOLSMG ile tahmini görülmektedir. Tahmin edilen 1.694 değeri, panelin geneli için uzun dönem parametresidir. Uzun dönem katsayısının t değeri anlamlıdır (%5 önem düzeyinde t tablo değeri: 1.96’dır) ve bu durum, uzun dönemde elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediğini göstermektedir.

Tablo 7: Ortalama Grup Dinamik En Küçük Kareler Tahmin Sonuçları (DOLSMG)

DOLS				DOLS			
Kod	Ülke	Beta	t-ist	Kod	Ülke	Beta	t-ist
1	Almanya	6.403	12.45*	16	İtalya	1.865	7.141*
2	Avusturya	-5.078	-1.622	17	Kıbrıs	-0.266	-3.416*
3	Belçika	1.734	22.17*	18	Letonya	1.206	5.617*
4	İngiltere	0.9056	14.78*	19	Litvanya	1.506	7.418*
5	Bulgaristan	2.809	13.85*	20	Lüksemburg	0.0015	0.0053*
6	Çek Cumhuriyeti	2.829	5.762*	21	Macaristan	4.623	1.566
7	Danimarka	1.812	8.314*	22	Malta	1.119	1.047
8	Estonya	1.333	8.188*	23	Polonya	1.931	9.557*
9	Finlandiya	2.143	7.007*	24	Portekiz	-1.584	-1.530
10	Fransa	3.07	14.22*	25	Romanya	8.05	13.4*
11	Hırvatistan	-0.051	-0.712*	26	Slovakya	-0.929	-4.946*
12	Hollanda	4.386	24.5*	27	Slovenya	0.603	1.838*
13	İrlanda	2.19	9.674*	28	Yunanistan	0.4867	0.606*
14	İspanya	1.13	3.93*	29	Türkiye	3.747	5.425*
15	İsveç	1.151	14.49*	GRUP ORTALAMA		1.694	37.28*

T tablo değeri $\alpha=0.05$ için 1.96’dır.

Test istatistiği değeri beta değerinden mutlak değer olarak büyük olduğunda uzun dönem parametreleri anlamlı olur. Tablo 7’deki sonuçlar ülke bazında dikkate alındığında; 2, 21, 22 ve 24. ülkelerde uzun dönem parametre tahmininin t istatistiği anlamsızdır. Yani Avusturya, Macaristan, Malta

ve Portekiz ülkelerinde elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde istatistiki açıdan anlamlı bir etkisi yoktur. Hırvatistan, Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Slovakya'da elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı negatif etkide bulunduğu görülmektedir. Panelin geneli için uzun dönem parametresinin (1.694) test istatistiği anlamlı bulunmuştur. Bunun anlamı, uzun dönemde elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Elektrik tüketimindeki 1 puanlık bir artış GSYİH'yi 1,69 puan arttırmaktadır.

3.6. Nedensellik Testi Sonuçları

Homojen olmayan birimlere uygulanabilecek testlerden birisi de Dumitrescu ve Hurlin (2012)'dir. Bu teste ait temel ve alternatif hipotez aşağıdaki gibi kurulmaktadır:

H_0 : LELKT LGDP'nin Granger nedeni değildir.

H_1 : Panel genelinde en az bir birim için LELKT LGDP'nin Granger nedenidir. Tablo 8, bu teste ait tahmin sonuçlarını vermektedir.

Tablo 8: Panel Nedensellik Testi Sonuçları (Dumitrescu ve Hurlin)

		P-value
W-bar	5.3382	
Z-bar	16.5193	0.000
Z-bar tilde	12.2404	0.000
Optimal gecikme uzunluğu AIC'ye göre 1 (geçime testi: 1'den 4'e kadar)		

Test sonuçlarına göre, değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmadığını ifade eden temel hipotezler reddedilmiş ve en az bir birimde elektrik tüketimi ve GSYİH'daki artış oranını ifade eden iktisadi büyüme arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Avrupa Birliğine üye olma yolunda ilerleyen ülkemizin elektrik tüketimi ile ekonomik büyümesi arasında var olan ilişkisinin diğer Avrupa Birliği ülkelerindeki elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiden farkının görülmesi istenmektedir. Bu amaçla, 1996-2014 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılmak suretiyle elektrik tüketimi ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin bir arada olduğu Avrupa Birliği ülkeleri ile yine gelişmekte olan konumunda olan Türkiye için panel eşbütünleşme ve panel nedensellik testleri kullanılarak incelenmiştir. Panel eşbütünleşme yöntemi olarak II. Kuşak Westerlund ile GUW testi kullanılırken nedensellik ilişkisinin analiz edilmesinde ise II. Kuşak testlerden olan Dumitrescu-Hurlin Testi kullanılmıştır. Her iki eşbütünleşme testi AB ve Türkiye’de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada kullanılan ülkelerin homojen olmaması sebebiyle kullanılan Dumitrescu-Hurlin Testi sonucuna göre en az bir birimde (ülkede) elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki uzun dönemli ilişkinin DOLSMG ile tahmininden elde edilen uzun dönem parametresinin (1.694) test istatistiği anlamlı bulunmuştur. DOLSMG sonuçlarına göre uzun dönemde elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi etkilemekte ve elektrik tüketimindeki 1 puanlık bir artış GSYH’yi 1,69 puan arttırmaktadır. AB ülkeleri ve Türkiye’ye ait sonuçlar değerlendirildiğinde; Avusturya, Macaristan, Malta ve Portekiz dışındaki ülkelere ait uzun dönem parametrelerine ait test istatistik değerleri anlamlı bulunmuştur. Hırvatistan, Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Slovakya dışında paneli oluşturan diğer ülkelerde elektrik tüketimi iktisadi büyümeyi anlamlı ve pozitif etkilemektedir. Avusturya, Macaristan ve Malta ile Hırvatistan, Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Portekiz ve Slovakya dışındaki ülkelerde ise elektrik tüketiminde meydana gelen artışlar ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve istatistikî açıdan anlamlı etkide bulunmaktadır.

Analiz sonuçlarına göre, Türkiye’de elektrik tüketiminde yaşanan 1 puanlık bir artışın GSYİH’yi 3,75 puan arttırdığı görülmektedir. Bu bulgu, elektrik enerjisinin Türkiye’de önemli bir ekonomik büyüme kaynağı olduğunu göstermektedir. Türkiye’de elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki pozitif etkisi göz önüne alındığında, uzun vadede sürdürülebilir ekonomik kalkınma, ülkenin güçlü ekonomik büyümesi ve hızlı sanayileşme programının uygulanabilmesi için yeni enerji kaynaklarının araştırılması, elektrik altyapısının genişletilmesine yönelik politikaların yoğunlaştırılması politika yapıcılara tavsiye edilebilir.

KAYNAKÇA

- Adjaye, A. J. (2000). The Relationship Between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries. *Energy Economics*, 22: 615-625.
- Apergis, N. & Payne, J.E. (2011). A Dynamic Panel Study of Economic Development and The Electricity Consumption-Growth Nexus. *Energy Economics*, 33: 770-781.
- Aydın, M. (2019). ‘Renewable and Non-renewable Electricity Consumption–Economic Growth Nexus: Evidence from OECD Countries. *Renewable Energy*, Volume 136: 599-606.
- Baltagi, B. H. (2005). ‘Econometric Analysis of Panel Data. Third Edition, John Wiley&Sons Inc, England.
- Baltagi, B., Feng, Q. & Kao, C. (2012). A Lagrange Multiplier Test for Cross-Sectional Dependence in a Fixed Effects Panel Data Model. Syracuse University, Center for Policy Research.
- Bildirici, M.E. & Kayıkçı, F. (2012). Economic Growth and Electricity Consumption in Former Soviet Republics. *Energy Economics*, Volume 34, 747-753.
- Bozoklu, Ş. & Yılcı, V. (2013). Finansal Gelişme ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Gelişmekte Olan Ekonomiler İçin Analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28 (2): 161-187.
- Breusch, T. S. & Pagan, A.R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, Vol. 47, No. 1, Econometrics Issue, 239-253.
- Croux, C. & Reusens, P. (2013). Do Stock Prices Contain Predictive Power for the Future Economic Activity? A Granger Causality Analysis in the Frequency Domain. *Journal of Macroeconomics*, 35, 93-103.
- Dumitrescu, E.I. & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger Non-Causality in Heterogeneous Panels. *Economic Modelling*, 29(4): 1450-1460.
- Ertuğrul, H.M. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, Cilt 2: 49-73.
- Gengenbach, C., Urbain, J-P. & Westerlund, J. (2016). Error Correction Testing in Panels with Common Stochastic Trends. *Journal of Applied Econometrics*, 31 (6): 982-1004.
- Glasure, Y.U. & Lee, A.R. (1997). Cointegration, Error-Correction and The Relationship Between GDP and Energy: The Case of South Korea and Singapore. *Resource and Energy Economics*, 20:17-25.
- Ghosh, S. (2002). Electricity Consumption and Economic Growth in India. *Energy Policy*, volum 30, Issue 2: 125-129.
- Ghosh, S. (2009). Electricity Supply, Employment and Real GDP in India: Evidence from Cointegration and Granger-Causality tests. *Energy Policy*, Volume 37, Issue 8:2926-2929.
- Hamdi, H., Sbia, R. & Shahbaz, M. (2014). The Nexus between Electricity Consumption and Economic Growth in Bahrain. *Economic Modelling*, Volume 38: 227-237.
- Hirsh, R.F. & Koomey, J.G. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: A New Relationship with Significant Consequences? *The Electricity Journal*, Volume 28, Issue 9:72-84.
- Hsiao, C., (2003). *Analysis of Panel Data*. Cambridge University Press, United Kingdom.

- Hu, J.I. & Lin, C.H. (2008). Disaggregated Energy Consumption and GDP in Taiwan: A Threshold Co-Integration Analysis. *Energy Economics*, Volume 30: 2342-2358.
- Iyke, B.N. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: A Revisit of The Energy-Growth Debate. *Energy Economics*, Volume 51: 166-176.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis Of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12 (2-3): 231-254.
- Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration In Panel Data. *Journal of Econometrics*, 90 (1): 1-44.
- Karagöl, G. & Altınay, E. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, Volume 27, Issue 6: 849-856.
- Karanfil, F. & Li, Y. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: Exploring Panel-Specific Differences. *Energy Policy*, 82: 264-277.
- Masih, A. & Masih, R. (1997). On the Temporal Causal Relationship Between Energy Consumption, Real Income And Prices: Some New Evidence from Asian-Energy Dependent NICs Based On A Multivariate Cointegration/Vector Error-Correction Approach. *J. Policy Modeling*, 19: 417-440.
- Nişancı, M. (2005). Türkiye’de Elektrik Enerjisi Talebi ve Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, cilt 5, sayı 9: 107-121.
- Odhiambo, N.M. (2009). Electricity Consumption and Economic Growth in South Africa: A trivariate causality test. *Energy Economics*, 31: 635-640.
- Odhiambo, N.M. (2010). Energy Consumption, Prices and Economic Growth in Three SSA Countries: A Comparative Study. *Energy Policy*, 38: 2463-2469.
- Osman, M. Gachino, G. & Hoque, A. (2016). Electricity Consumption and Economic Growth in the GCC Countries: Panel Data Analysis. *Energy Policy*, Volume 98: 318-327.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with An Application to PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, 20: 597-625.
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61: 644-670.
- Pesaran, M.H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Economics No. 0435.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22 (2): 265-312.
- Pesaran, M.H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *The Econometrics Journal*, Volume 11, Issue 1:105-127.
- Polat, Ö., Uslu, E.E. & San, S. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1): 349-362.
- Polemis, M.L. & Dagoumas, A. S. (2013). The Electricity Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Greece. *Energy Policy*, Volume 62:798-808.
- Shiu, A. & Lam, P.L. (2004). Electricity Consumption and Economic Growth in China, *Energy Policy*, 32: 47-54.
- Tang, C.F., Shahbaz, M. & Arouri, M. (2013). Re-investigating the Electricity Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal. *Energy Policy*, 62: 1515-1524.

- Tatoğlu Yerdelen, F. (2017). Panel Zaman Serileri Analizi. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul: 233-234.
- Terzi, H. (1998). Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma. İktisat-İşletme ve Finans Dergisi, 13 (144): 62-71.
- Urbain, J. & Westerlund, J. (2006). Spurious Regression in Nonstationary Panels with Crossunit Cointegration. METEOR Research Memorandum No. 057.
- Westerlund, J. (2007). Testing for Error Correction in Panel Data. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 69 (6): 709-748.
- Westerlund, J. & Edgerton, D. L. (2007). A Panel Bootstrap Cointegration Test. Economics Letters, 97 (3): 185-190.