

Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiler: Türkiye’de İller Üzerine Panel Veri Analizleri (2004-2014)

*Relationships between Energy Consumption and Economic Growth: Panel Data
Analysis on Provinces in Turkey
(2004-2014)*

Murşit RECEPOĞLU ⁽¹⁾, Muharrem Akın DOĞANAY ⁽²⁾,
Mustafa Kemal DEĞER ⁽³⁾

ÖZ: Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de il bazında ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Çalışmada değişkenler arası uzun ve kısa dönemli ilişkilerin analizi için 2004-2014 dönemini kapsayan Westerlund panel eşbütünleşme testi ile Granger panel nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye’de il düzeyinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir eşbütünleşik ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Ayrıca Granger panel nedensellik sonuçlarına göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ve geri beslemeli (feedback) bir ilişki bulunmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye’deki bölgesel gelişme ve kalkınma sorunlarının çözümünde elektrik üretimi ve tüketiminin önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Yerel Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, Türkiye

Abstract: *The aim of this study is to investigate the relationship between Turkey's economic growth and energy consumption in the province. The Westerlund panel cointegration test and the Granger panel causality test were used to analyse long and short-term relationships between variables in the study. According to results the study, there is a strong cointegration relationship between energy consumption and economic growth at the county level in Turkey. There is also a bi-directional and regenerative relationship between energy consumption and economic growth, according to Granger panel causality results. Therefore, these findings obtained from the study reveals the importance of electricity consumption in the solution of regional growth and development issues in Turkey.*

Keywords: Energy Consumption, Local Economic Growth, Panel Data Analysis, Turkey

JEL Classifications: Q43, P25, C23

1. Giriş

Sanayi devriminden bu yana ekonomik büyüme sürecinde ihtiyaç duyulan en önemli üretim faktörlerinden biri enerjidir. Gelişmiş ülkeler gibi gelişmekte olan ülkeler de üretimlerini artırabilmek için çeşitli enerji kaynaklarına gereksinim duymaktadırlar. Küresel anlamda meydana gelen sanayileşme girişimleri, teknolojik gelişmeler, nüfus hareketleri gibi sosyal ve ekonomik olaylar enerjiye ve enerji kaynaklarına olan talebi her geçen gün artırmaktadır.

⁽¹⁾ Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü; mursit_recepoglu@hotmail.com

⁽²⁾ Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü; makindoganay@gmail.com

⁽³⁾ Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü; mkdeger72@hotmail.com

Ekonomilerin büyüme performanslarını artırabilmeleri, enerji girdilerine ve üretimine bağlı olmakla birlikte her ülkenin enerji kaynaklarına ulaşma imkânı birbirinden farklıdır. Dünya üzerinde enerji kaynakları bazı ülkelerde bol miktarda bulunurken, bazı ülkelerde ise bu imkân oldukça sınırlı kalabilmektedir. Enerji kaynakları bakımından zayıf olan ülkeler, ekonomik gelişmişlik düzeylerini artırmak için çeşitli maliyetlere de katlanmak zorunda kalmaktadırlar. Özellikle gelişmekte olan ülkeler enerji ithalatına dayalı üretim süreci ile ekonomik kalkınmalarını gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Kırılgan bir ekonomik yapıya sahip bu ülkelerde büyüme sürecinin enerji ithalatına bağlı olması, enerji fiyatlarında meydana gelecek bir dalgalanmadan kolayca etkilenmelerine neden olmaktadır. Örneğin 1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizi ve buna bağlı olarak petrol fiyatlarında meydana gelen yükselişler, enerji ithalatına dayalı büyüme sürecindeki birçok ülkeyi olumsuz etkilemiştir. Bu gelişmeler, enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin daha çok tartışılmasına neden olurken, bu tarihten sonra konu ile ilgili yapılan ampirik çalışmaların sayısında ise önemli artışlar yaşanmıştır.

Bu çalışmada Türkiye için il düzeyinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilecek ve böylece yerel/bölgesel ekonomik büyümenin sağlanmasında enerji tüketiminin etkisi, ampirik olarak test edilecektir. Bu bağlamda çalışmanın birinci bölümünde konu ile ilgili teori ve ampirik literatüre yer verilmiştir. Çalışmanın daha sonraki kısımlarında ampirik analizlerde kullanılan veri seti ve ekonometrik yöntem hakkında bilgiler aktarılmıştır. Sonrasında ise yapılan ampirik analizden elde eden bulgular, tablolar halinde sunulmuştur. Sonuç kısmında ise elde edilen bulgulardan hareketle politika önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

2. Enerji ve Ekonomik Büyüme: Teori ve Ampirik Literatür

Klasik ve Neoklasik iktisatçılar, doğal kaynak ve enerjinin üretim sürecine olumlu katkı sağladığını ifade etmekle birlikte, enerjinin önemini tam olarak vurgulamamışlardır. Tarımsal üretime bağlı ekonomik büyüme sürecinin hâkim olduğu yıllarda doğal kaynak olarak toprak üzerinde daha fazla durulmuştur. Ancak Sanayi Devrimi ile birlikte buharlı makinelerin kullanılmaya başlaması ve kitle üretimine geçişin yaygınlaşması enerji ihtiyacını giderek şiddetlendirmiştir. Ayrıca II. Dünya Savaşı sonrası yapılan çok yanlı anlaşmalar ve uluslararası örgütlerin katkılarıyla sağlanan ticari küreselleşme, ülke ekonomilerinin büyüme sürecine girmelerini sağlamış ve bu durum ise ülkelerin enerjiye olan talebini artırmıştır (Usta, 2016:182).

Yaşanan bu gelişmeler ise iktisat teorisinde ekonomik büyüme açısından enerjinin önemini giderek artırmıştır. Örneğin 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizleri nedeniyle petrol fiyatlarında meydana gelen artışlar, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme performanslarını derinden etkilemiştir. Bu durum ise 1970'li yıllardan başlayarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında var olan ilişkinin sıklıkla tartışılmasına ve bu konuda yapılan teorik ve ampirik çalışmaların sayıca artmasına neden olmuştur (Aydın, 2010:320).

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda genel bir mutabakatın sağlanmadığı gözlemlenmiştir. Örneğin nedensellik analizlerini kullanan çalışmaların bazılarında (Kraft & Kraft (1978), Abosedra & Baghestani (1989), Ghosh (2002), Altınay & Karagöl (2005), Mehrara (2007) ve Sinha (2009)) değişkenler arasında çift yönlü veya tek yönlü ilişki

yakalamışken, Akarca ve Long (1980) ise değişkenler arası herhangi bir anlamlı ilişkisi elde edememiştir.

Diğer taraftan konuyu yerel ve bölgesel düzeyde ele alan çalışmalar ise oldukça sınırlı sayıdadır. Örneğin bu çalışmalardan Shuyun ve Donghua (2011), Li vd.(2011) Çin'in illerinde, Romano ve Scandurra (2013) İtalya'nın bölgelerinde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında hem kısa hem de uzun dönemi kapsayan anlamlı ilişkiler elde etmiştir. Konu ile ilgili ampirik literatüre ait özet bulgular, Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Üzerine Ampirik Literatür Özeti

Yazar(lar)	Ülke/Dönem	İlişki	Yöntem	Sonuç
Kraft & Kraft (1978)	ABD (1947-1974)	ABD'deki Yıllık Enerji Tüketimi (ET) ile GSYİH'daki artış oranı (EB)	Sims Metodolojisine Dayalı Nedensellik Analizi	EB ile ET arasında ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensel ilişki bulunmaktadır.
Akarca & Long (1980)	ABD (1950-1968) (1950-1970)	ET ve EB	Granger Nedensellik Testi	EB ile ET arasında herhangi bir nedensel ilişki bulunamamıştır.
Aboedra & Baghestani (1989)	ABD (1947-1972) (1947-1974) (1947-1979) (1947-1987)	Elektrik Tüketimi ve EB	Granger Nedensellik Testi	EB'den elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır
Ghosh (2002)	Hindistan (1950-1997)	Elektrik Tüketimi ve EB	Granger Nedensellik Testi	Değişkenler arasında ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru anlamlı bir nedensellik vardır.
Altınay & Karagöl (2005)	Türkiye (1950-2000)	Elektrik Tüketimi ve EB	Granger Nedensellik Testi	Değişkenler arasında elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru Granger nedensellik tespit edilmiştir.
Mehrra (2007)	Gelişmekte Olan 11 Ülke (1971-2002)	ET ve EB	Panel Eşbütünlük ve Nedensellik Testleri	Çalışmada EB'den ET'ne doğru tek yönlü bir nedensel ilişki yakalanmıştır.
Karagöl vd. (2007)	Türkiye (1974-2004)	Elektrik Tüketimi ve EB	Sınır Testi Yaklaşımı	Elektrik tüketimi ile EB eşbütünlük bir şekilde hareket etmektedir. Bunun yanında kısa ve uzun dönem için farklılaşan sonuçlar elde edilmiştir.

Böhm (2008)	15 AB Ülkesi (1978-2005)	Elektrik Tüketimi ve EB	Eşbütünleşme ile Nedensellik Testleri	Elektrik tüketimi ve EB arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilememiştir. Nedensellik sonuçları ise ülkeden ülkeye farklılaşmaktadır.
Sinha (2009)	88 Ülke (1980-2004)	Kişi Başı ET ve Kişi Başı GSYH	Eşbütünleşme ve Nedensellik Testleri	ET ile EB arasında eşbütünleşik ilişki mevcuttur. Ayrıca değişkenler arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir.
Aydın (2010)	Türkiye (1996:01-2004:04) (1980-2004)	ET ve EB	Regresyon Analizi	ET'nin EB'ye neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Ağır & Kar (2010)	2000 yılı için Türkiye'nin 81 İli	İllerin Elektrik Tüketimi ile Gelişmişlik Seviyesi	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Kişi başı elektrik tüketimi kişi başı reel geliri pozitif etkilemektedir.
Shuyun & Donghua (2011)	İtalya'nın Bölgeleri (1980-2007)	Elektrik Tüketimi ve Reel GSYH	Panel Eşbütünleşme ve VECM Nedensellik	Değişkenler arasında iki yönlü nedensel ilişkiler söz konusudur.
Li vd. (2011)	Çin'in 30 İli (1985-2007)	ET ve EB	Panel Eşbütünleşme ve Panel Dinamik EKK	Elektrik tüketimi ile EB arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.
Usta (2016)	Türkiye'nin 26 Düzey 2 Bölgesi (2004-2011)	Elektrik Tüketimi ve Bölgesel Gayrisafi Katma Değer (GSKD)	Panel Regresyon Analizi	Bölgesel elektrik tüketimi bölgesel ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.
Usta & Berber (2017)	Türkiye (1970-2012)	Sektörel ET ve EB	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	ET ile EB arasında ulaştırma ve sanayi sektörlerinde çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilirken tarım ve konut sektörlerinde herhangi bir nedensel ilişki tespit edilememiştir.

Türkiye'de bu alanda yerel ve bölgesel düzeyde konuyu inceleyen çalışma yok denecek kadar azdır. Örneğin Ağır ve Kar (2010), Türkiye'de tüm iller için 2000 yılını kapsayan yatay kesit çalışması yapmış ve enerji tüketiminin illerin ekonomik büyümesini olumlu ve anlamlı bir şekilde etkilediğini bulmuşken, Usta (2016) ise bölgesel düzeyde gerçekleştirdiği panel veri analizleri ile benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Türkiye’de yapılan az sayıdaki bölgesel çalışmalar incelendiğinde elektrik tüketiminin bölgesel ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna varılmıştır. Hem ulusal hem de uluslararası literatür incelendiğinde bölgesel bazdaki çalışmaların sınırlı olduğu dikkatleri çekmektedir. Ayrıca yapılan ayrıntılı incelemelerde Türkiye hakkında ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ekonomik ilişkiyi, il düzeyinde panel veri yöntemiyle ele alan herhangi bir çalışmaya ulaşılmadığı için çalışma bu konuda oluşacak literatüre katkı sağlayacaktır.

3. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Türkiye ekonomisinde geçmişten günümüze uzanan ciddi boyutlara ulaşmış bölgesel dengesizlikler söz konusudur. Son yıllarda ekonometrik yöntemlerde ve veri bulunabilirliğinde yaşanan olumlu gelişmeler, Türkiye’de yerel veya bölgesel düzeyde ampirik analizleri içeren çalışmaların sayısında önemli bir artışa yol açmıştır. Örneğin Gerni vd. (2009), illerdeki ekonomik büyümenin belirleyicilerini yatay-kesit regresyon analizi ile inceleme konusu yaparken, Genç vd. (2011) ise illerdeki beşeri sermayenin ihracat üzerindeki etkilerini, Al vd. (2013) ise illerdeki kamu yatırımlarının firma birikimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Benzer şekilde Değer ve Recepoglu (2018), yerel ekonomik büyümede devletin rolünü kamu yatırım harcamaları ve yatırım teşvikleri üzerinden belirlemeye çalışmışlardır.

İl düzeyinde ampirik analizleri kullanan bu çalışmada ise toplam elektrik tüketiminin yerel ekonomik büyüme üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Türkiye’nin 81 ilini dikkate alan çalışmada 2004-2014 dönemi verileri kullanılmıştır. Türkiye’de il düzeyinde GSYH verileri son olarak 2004-2014 dönemi için yayımlandığından çalışma bu dönem ile sınırlanmıştır. İllerin elektrik tüketimi ve GSYH verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)’den elden edilmiştir. Değişkenler arası ilişkilerin belirlenmesi amacıyla panel durağanlık sınaması, panel Westerlund eşbütünleşme testi ile panel Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Çalışmanın analizinde Eviews 9, Stata 14 ve Gauss 10 paket programları kullanılmıştır.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Değişkenlere Ait Bilgiler

Değişken	Sembol	Temsil Eden Değişken	Kaynak
Ekonomik Büyüme	GSYH	İllerin GSYH’larının Türkiye’nin GSYH’na Oranı	TÜİK
Enerji Tüketimi	ELTUK	İl Düzeyinde Gerçekleşen Toplam Elektrik Tüketiminin Türkiye’nin Toplam Elektrik Tüketimine Oranı	TÜİK

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında var olan ilişkinin il düzeyinde araştırıldığı bu çalışmada kullanılacak birim kök sınamasının belirlenmesi amacıyla öncelikle değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı yani birimler arası korelasyon olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Birimler arası korelasyonun tespiti için Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CDLM testi ile Breusch-Pagan (1980) CDLM1 testleri kullanılmaktadır.

CDLM1 testi $T > N$ durumunda birimler arası korelasyonu sınavan tahminci iken, CDLM testi ise $T < N$ durumunda birimler arası korelasyonu sınavan bir tahmincidir (Dam, 2014:108). Analizinde 81 il (N) ve 11 yıl (T) olan bu çalışmada $T < N$ şartı sağlandığından birimler arası korelasyonu sınamak için Pesaran (2004) CDLM testi kullanılmıştır. CDLM testi ise (1) nolu denklemde şu şekilde formüle edilmiştir;

$$CDLM = \left(\frac{2}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N T_{ij} \hat{\rho}_{ij} \rightarrow N(0,1) \quad (1)$$

(1) nolu denklemde, ilgili test istatistiğinin normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir. Pesaran (2004) CDLM testinin sıfır hipotezi ise “Yatay Kesit Bağımlılığı Yoktur” şeklindedir.

Birimler arası korelasyonun Pesaran (2004) CDLM testi ile sınanması sonucunda 0,05’ten küçük olasılık değeri elde edilmesi durumunda “Yatay Kesit Bağımlılığı Yoktur” şeklinde olan sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda ise paneldeki değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Pesaran, 2004).

Bunun yanında modelde değişkenlere ait eğim parametrelerinin homojenliğini belirlemek amacıyla Pesaran ve Yamagata (2008) homojenlik testi (Slope Homogeneity Test) yapılmıştır. Eğim katsayılarının homojenliğini belirleyen ilk çalışma Swamy (1970) tarafından ortaya konulmuştur. Bu test, Pesaran & Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiştir.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_i X_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Yukarıdaki 2 nolu eşitlikte bağımsız değişkene ait β_i (eğim katsayısının), yatay kesitler arasında farklı olup olmadığı bu yöntem ile sınanmaktadır. Bu testin sıfır hipotezi “Eğim Katsayıları Homojendir” şeklindedir. Buna karşılık alternatif hipotez ise “Eğim Katsayıları Homojen Değildir” şeklindedir. Bu hipotezleri sınamak amacıyla Pesaran ve Yamagata (2008) iki ayrı test geliştirmiştir.

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{s} - k}{2k} \right) \sim \chi_k^2 \quad (3)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{s} - k}{v(T,k)} \right) \sim N(0,1) \quad (4)$$

Bu denklemlerde N ; yatay-kesit birimlerinin sayısını, S ; Swamy test istatistiğini, k ; açıklayıcı değişken sayısını ve $v(T,k)$ standart hatayı göstermektedir. Ayrıca $\tilde{\Delta}$ test istatistiği büyük örneklem için $\tilde{\Delta}_{adj}$ ise küçük örneklem için önerilmektedir (Göçer,2013:229).

Paneli oluşturan değişkenlerde birim kök olup olmadığını sınamak amacıyla çalışmada Pesaran (2007) ait CADF testi tercih edilmiştir. CADF testi, yatay kesit bağımlılığı durumunda kullanılabilen ikinci nesil birim kök testlerindedir. CADF testinde Genişletilmiş Dickey-Fuller regresyonundan elde edilen gecikmeli yatay kesit ortalamaları dikkate alınır ve ADF regresyonunun birinci farkı alınarak, yatay kesit bağımlılığı ortadan kaldırılır. Birinci farkı alınmış CADF regresyon denklemi ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Tatoğlu, 2013:223);

$$\Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i^* Y_{i,t-1} + d_0 \bar{Y}_{t-1} + d_1 \bar{Y}_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

(5) nolu denklemde \bar{Y}_t , bağımlı değişkenin zamana göre aritmetik ortalamasını gösterir. Denklemde gecikmeli yatay-kesit ortalamaları ile eşitliğin birinci farkının alınması, faktör yapısı yoluyla birimler arasında ortaya çıkabilecek olan korelasyonu dikkate almaktadır. Faktörde ya da hata terimlerinde otokorelasyon bulunuyorsa, 5

nolu eşitlikteki regresyon denklemi Y_{it} ve \bar{Y}_t 'nin gecikmeli birinci farklarının denkleme eklenmesi ile genişletilebilmektedir (Tatoğlu, 2013:224);

$$\Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i^* Y_{i,t-1} + d_0 \bar{Y}_{t-1} + \sum_{j=0}^P d_{j+1} \Delta \bar{Y}_{t-j} + \sum_{k=1}^P c_k \Delta Y_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Genişletme derecesi, bilgi kriteri ya da ardışık testler ile seçilebilmektedir. Bununla birlikte Pesaran (2007) CADF testi, paneldeki zaman boyutunun (T) yatay-kesit birim sayısından (N) fazla ya da eksik olması durumlarında bile kullanılabilir. CADF regresyonunun tahmininden sonra CIPS istatistiğini elde etmek için gecikmeli değişkenlerin t- istatistiklerinin ortalamalarından ($CADF_i$) yararlanılmaktadır. CIPS testindeki kritik değerler ise farklı zaman ve yatay-kesit birim sayıları için hesaplanabilir. Ayrıca testin birleşik asimptotik limiti standart değerdir. CIPS istatistiği (7) nolu denklemde gösterilmiştir (Tatoğlu, 2013:224);

$$CIPS = CADF_i = \frac{\sum_{i=1}^N CADF_i}{N} \quad (7)$$

Değişkenlerin durağanlığı belirlendikten sonra değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığını bulmak için Westerlund (2007) tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Literatürde sıklıkla kullanılan testlerden biri olan bu test, aynı kademede durağan hale gelen değişkenlere uygulanan bir panel eşbütünleşme testidir.

Westerlund (2007), panel veri analizlerinde eşbütünleşme ilişkisinin varlığını tespit etmek amacıyla hata düzeltme modeli 4 adet panel eşbütünleşme testi önermiştir. Bunlardan (Gt, Ga) grup ortalama istatistiklerini, (Pt, Pa) ise panel istatistiklerini vermektedir. Panelin heterojen olması durumunda grup ortalama istatistiklerine, homojen olması durumunda panel istatistiklerine daha fazla güvenilmektedir (Tatoğlu, 2017:200 - 203).

Değişkenler arası eşbütünleşik ilişki belirlendikten sonra bu ilişkinin hangi yönde olduğunu belirlemek için nedensellik testleri yapılmaktadır. Granger panel nedensellik testi homojen panellere uygulanabilen bir testtir. Aşağıdaki modelde olduğu gibi homojen panellerde sabit parametre haricindeki parametreler yani eğim parametreleri birimlere göre değişim göstermemektedir.

$$Y_{it} = a_i + \sum_{k=1}^K \gamma_{it} Y_{it-k} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Bu modelde sıfır hipotezi " $H_0: \beta_k = 0$ " şeklinde kurulmakta ve X'den Y'ye doğru bir nedensel ilişki olmadığı gösterilmektedir. Temel hipotez F testi veya Wald testi kullanılarak test edilmekte ve çıkan sonuca göre X'den Y'ye doğru nedensel bir ilişki olup olmadığı ortaya koyulmaktadır. Aynı şekilde ikinci bir model kullanılarak Y'den X'e doğru da bir nedensel ilişki olup olmadığı da test edilebilmektedir (Tatoğlu, 2017:153).

4. Ampirik Bulgular

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Katsayıları

Türkiye'de il düzeyinde ekonomik gelişme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin ele alındığı bu çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkilerin varlığı panel eşbütünleşme ve nedensellik testleri ile belirlenecektir. Ancak öncelikle çalışmada yer alan

değişkenlere ait bazı tanımlayıcı göstergeler ve korelasyon analizi sonuçları Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. Tanımlayıcı Göstergeler (Tüm İller 2004-2014)

	GSYH (Pay) %	ELTUK(Pay) %
Ortalama	1.234	1.230
Medyan	0.440	0.505
Maksimum	30.549	18.577
Minimum	0.053	0.035
Std. Hata.	3.512	2.362

Tüm illere ait tanımlayıcı istatistikleri gösteren tabloya göre 2004 - 2014 döneminde Türkiye'de il düzeyinde GSYH'dan en yüksek payı 2013 yılında % 30 ile İstanbul alırken, en düşük payı ise 2008 yılında % 0,05 ile Bayburt almıştır. Toplam elektrik tüketiminden en yüksek payı 2009 yılında % 18,5 ile İstanbul alırken, en düşük payı ise 2005 yılında % 0,03 payla yine Bayburt almıştır.

Tablo 4. Değişkenlere Ait Korelasyon Katsayısı

	GSYH	ELTUK
GSYH	1.000	
ELTUK	0.927	1.000

Korelasyon katsayı değerleri istatistiki açıdan %1 düzeyinde anlamlıdır.

Değişkenlere ilişkin korelasyon katsayıları incelendiğinde illerin GSYH'dan aldığı pay ile toplam elektrik tüketiminden aldıkları pay arasında pozitif ve yüksek derecede bir korelasyon ilişkisi bulunduğu göze çarpmaktadır.

4.2. Panel Veri Analizleri

Çalışmada yapılacak olan panel veri eşbütünlük ve nedensellik analizlerine geçmeden önce eğitim katsayılarının her birim için homojenlik barındırıp barındırmadığı Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından literatüre kazandırılan delta testi yardımıyla sınanmıştır.

Tablo 5. Delta Testi Sonuçları

Test	Test İstatistiği	Olasılık
$\tilde{\Delta}$	-1.583	0.943
$\tilde{\Delta}_{adj}$	-1.770	0.962

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından literatüre kazandırılan delta testinde sıfır hipotezi "Eğitim Katsayıları Homojendir" şeklindedir. Delta test sonucunu gösteren tablo incelendiğinde sıfır hipotezinin reddedilemediği görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma için oluşturulan modelde eğitim katsayılarının homojen olduğu sonucuna varılmıştır.

Eğitim katsayılarının homojen olduğu belirlendikten sonra çalışmada kullanılan değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının bulunup bulunmadığı inceleme konusu yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veri setinde $N > T$ (81 il ve 11 yıl) olduğu için değişkenler arası yatay kesit bağımlılığın tespitinde Pesaran CD testine başvurulmuştur. Elde edilen bulgular Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

	GSYH	ELTUK
Breusch-Pagan LM	8840.392 (0.000)	9233.676 (0.000)
Pesaran CD	9.764 (0.000)	11.416 (0.000)

Not: Parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

Tablo 6’da verilen sonuçlar incelendiğinde “Serilerde Yatay Kesit Bağımlılığı Yoktur” şeklinde olan sıfır hipotezinin reddedildiği anlaşılmıştır. Dolayısıyla elde edilen bu bulguya göre hem GSYH hem de ELTUK serilerinde yatay kesit bağımlılığının var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yatay kesit bağımlılığı test sonuçları çalışmada ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılmasını gerekli kılmıştır. Dolayısıyla çalışmada bu sorunu dikkate alan CADF sınaması kullanılmış ve elde edilen bulgular Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. CADF Panel Birim Kök Testi Sonuçları

	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	Olasılık
GSYH	-1.256	-2.000	-2.070	-2.190	3.714	1.000
Δ GSYH	-2.120	-2.010	-2.110	-2.290	-2.865	0.002*
ELTUK	-1.669	-2.000	2.070	-2.190	0.336	0.632
Δ ELTUK	-2.327	-2.010	-2.110	-2.290	-4.244	0.000*

Not: Pesaran CADF testi sabitli modele göre yapılmıştır. Gecikme sayısı 1 olarak alınmıştır. Test kritik değerleri Pesaran (2007) makalesine göre belirlenmektedir. Δ işareti değişkenlerin birinci farkının alındığını ifade etmektedir. *,**,*** işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

CADF panel birim kök sınaması sonuçlarına göre GSYH ve ELTUK değişkenleri seviyelerinde durağan değildir. Değişkenlerin birinci farkları alındığında ise istatistiki açıdan %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale geldikleri anlaşılmıştır. Söz konusu değişkenlere ilişkin birim kök testi sonuçları elde edildikten ve değişkenlerin I(1) seviyesinde durağan oldukları belirlendikten sonra Westerlund (2007) tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme testi ile eşbütünleşik ilişkinin varlığı sınanmıştır.

Westerlund panel eşbütünleşme testinde, panelin homojen olması durumunda Pt ve Pa istatistiklerinin dikkate alınması gerekir (Doğanay ve Değer, 2017: 137). Ayrıca Chang (2004)’te yatay kesit bağımlılığı durumunda dirençli olasılık değerlerinin kullanılması önerilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada panelin homojen olması ve serilerin yatay kesit bağımlılığı barındırması sebebiyle “Pt” ve “Pa” istatistiklerinin dirençli olasılık değerlerine bakılması gerekmektedir.

Tablo 8. Westerlund Eşbütünleşme Test Sonuçları

İstatistik	İstatistik	Z-İstatistik	Olasılık	Dirençli-Olasılık
Gt	-3.354	-15.804	0.000	0.278
Ga	-9.020	-3.021	0.001	0.178
Pt	-12.560	0.702	0.759	0.005
Pa	-5.979	-3.183	0.001	0.005

Not: Westerlund (2007) eşbütünleşme testi sabitli modele göre yapılmıştır. Sıfır hipotezi “Eşbütünleşme Yoktur” şeklindedir. *, **, *** işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılığı göstermektedir. Dirençli olasılık değerleri 400 adet bootstrap ile elde edilmiştir.

Westerlund (2007) panel eşbütünleşme test sonuçlarını gösteren tabloda “Pt” ve “Pa” istatistiklerinin dirençli olasılık değerlerine göre “Eşbütünleşme Yoktur” şeklindeki sıfır hipotezinin % 1 anlamlılık düzeyinde reddedildiği ve seriler arasında kuvvetli eşbütünleşik ilişkilerin bulunduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla elde edilen bu sonuca göre Türkiye’de illerin ekonomik büyümesi ile illerdeki elektrik tüketiminin uzun dönemde birlikte hareket ettiği ifade edilebilir. Bu nedenle değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin varlığını ve yönünü sınamak amacıyla homojen paneller için kullanılabilen Granger panel nedensellik analizlerine yer verilmiş ve sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Granger Panel Nedensellik Analizi Sonuçları

H ₀	Gözlem	F İstatistiği	Olasılık
ΔELTUK ΔGSYH’NİN NEDENİ DEĞİLDİR	729	18.8382	2.E-05
ΔGSYH ΔELTUK’NİN NEDENİ DEĞİLDİR		7.73810	0.0055

Not: Uygun gecikme uzunluğu, Akaike Bilgi Kriterine göre belirlenmiş ve çalışmada gecikme uzunluğu 1 olarak alınmıştır. Δ işareti değişkenlerin birinci farkının alındığını ifade etmektedir.

Değişkenler arası kısa dönemli nedensellik ilişkilerinin tespiti için yapılan Granger panel nedensellik sonuçlarına göre toplam elektrik tüketimi ve GSYH arasında istatistiki açıdan anlamlı ve çift yönlü bir nedensel ilişki mevcuttur.

5. Sonuç

Ekonomik büyümenin önemli bir girdisi olarak görülen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, son yıllarda sıklıkla ele alınmaya başlanmıştır. Türkiye’de il bazında enerji tüketimi ile illerin ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkileri belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, 2004-2014 dönemini kapsayacak şekilde TÜİK’den elde edilen veriler yardımıyla test edilmiştir. Çalışmada değişkenler arası uzun ve kısa dönemli ilişkilerin analizi için sırasıyla homojenlik testi, yatay kesit bağımlılık testi, CADF panel birim kök testi, Westerlund panel eşbütünleşme testi ve Granger panel nedensellik testi kullanılmıştır.

CADF panel birim kök testi sonuçlarına göre çalışmada kullanılan değişkenlerin seviyelerinde durağan olmadıkları, birinci farklarında ise durağan hale geldikleri anlaşılmıştır. Birinci farkında durağan serilerle yapılan Westerlund panel eşbütünleşme test sonuçlarına göre illerdeki elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşik hareket ettikleri sonucuna varılmıştır. Son olarak yapılan Granger panel nedensellik testine göre ise Türkiye’de 2004-2014 dönemi için il düzeyinde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi yakalanmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular, Türkiye ekonomisinde il düzeyinde ekonomik büyüme ve kalkınma açısından enerji girdisinin hem kısa hem de uzun dönemde önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte Türkiye’nin enerji ithalatına olan bağımlılığı dikkate alındığında, artan enerji ithalatının ülke ekonomisinde cari açık sorununa yol açması kaçınılmazdır. Bu durum ise Türkiye

ekonomisinin kırılma eğilimini artırmaktadır. Dolayısıyla Türkiye ekonomisinin enerji ithalatına olan bağımlılığının azaltılması için yurtiçi enerji kaynaklarının devreye sokulması ve enerji üretiminde çeşitliliğin artırılması gerekmektedir. Son yıllarda Akkuyu nükleer enerji santralının inşası, yeni hidroelektrik ve termik santrallerinin faaliyete geçmesi, Türkiye'nin elektrik ihtiyacının karşılanmasına yönelik önemli adımlar olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte bu tarz enerji kaynaklarının çevreye verdiği olumsuzluklar ve bu kaynakların yenilenebilir nitelikte olmaması, çevre dostu alternatif enerji kaynaklarının devreye sokulmasını da kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynakları olarak ilk akla gelebilecek olan rüzgar ve güneş enerjisi imkanlarının uygun il ve bölgelerde oluşturulması ve mevcutlarının iyileştirilmesi ile bu alana özel sektör yatırımlarının yapılmasının desteklenmesi önem arz etmektedir.

6. Referanslar

- Abosedra, S. ve Baghestani, H. (1989). New Evidence on The Causal Relationship Between United States Energy Consumption and Gross National Product. *The Journal of Energy and Development*, 285-292.
- Ağır, H. ve Kar, M. (2010). Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi. *Sosyoekonomi*, Özel Sayı, 149-176.
- Al, İ., Değer, M. K., ve Genç, M. C. (2013). The Causal Relationship between Public Investment and New Firm Formation: Dynamic Panel-Data Analyses on Turkey's Provinces. *Amme İdaresi Dergisi*, 7(2), 49-62.
- Altınay, G. ve Karagöl, E. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27, 849-886.
- Akarca, A.T. ve Long, T.V. (1980). On The Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination. *Journal of Energy and Development*, 5, 326-331.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (35), 317-340.
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification Tests in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239-253.
- Böhm, D. C. (2008). *Electricity Consumption and Economic Growth In The European Union: A Causality Study Using Panel Unit Root and Cointegration Analysis*, 5th International Conference on the European Electricity Market, <https://ieeexplore.ieee.org/document/4579055/>.
- Chang, Y. (2004). Bootstrap Unit Root Tests in Panels with Cross Sectional Dependency. *Journal of Econometrics*, 120(2), 263-293.
- Dam, M. M. (2014). *Sera Gazı Emisyonlarının Makroekonomik Değişkenlerle İlişkisi: OECD Ülkeleri için Panel Veri Analizi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi SBE, Aydın.
- Değer, M. K., ve Recepoğlu, M. (2018). Yerel Ekonomik Büyümede Devletin Rolü: Kamu Yatırım Harcamaları mı Yoksa Yatırım Teşvikleri mi?. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 27 (1), 1-22.
- Doğanay, M. A. ve Değer, M. K. (2017). Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve İhracat İlişkisi: Panel Veri Eşbütünleşme Analizleri (1996-2014). *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7 (2), 127-145.
- Genç M. C., Değer, M. K. ve Berber, M. (2011). Human Capital and Export: Panel Data Causality Analysis on Provinces in Turkey. *İktisat İşletme ve Finans*, 29(299), 91-105.

- Gerni C., Değer, M. K. ve Emsen, Ö. S. (2009). Provincial Economic Growth in Turkey: Cross-Sectional Analyses. *İktisat İşletme ve Finans*, 24(282), 54-81.
- Ghosh, S. (2002). Electricity Consumption and Economic Growth in India. *Energy Policy*, 30(2), 125-129.
- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Maliye Dergisi*, 165(2), 215-240.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), 424-438.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H. M. (2007). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), 72-80.
- Kraft, J. ve Kraft, A. (1978). On The Relationship Between Energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
- Li, F., Dong, S., Li, X., Liang, Q. ve Yang, W. (2011). Energy Consumption - Economic Growth Relationship and Carbon Dioxide Emissions in China. *Energy Policy*, 39, 568-574.
- Mehrara, M. (2007). Energy Consumption and Economic Growth: The Case Of Oil Exporting Countries. *Energy Policy*, 35, 2939-2945.
- Pesaran M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test In The Presence Of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, 435.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Romano, A. A. ve Scandurra, G. (2013). Energy Consumption-Gross Domestic Product Causal Relationship in The Italian Regions. *Classification and Data Mining*, 279-286.
- Shuyun, Y. ve Donghu, Y. (2011). The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in China: Using Panel Method in A Multivariate Framework". *Energy Procedia*, 5, 808-812.
- Sinha, D. (2009). The Energy Consumption-GDP Nexus: Panel Data Evidence From 88 Countries. *MPRA Paper*, No: 18446.
- Swamy, P.A.V.B. (1970). Efficient Inference in a Random Coefficient Regression Model. *Econometrica*, 38(2), 311-323.
- Tatoğlu, F. Y. (2017). *Panel Zaman Serileri Analizi*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Tatoğlu, Ferda Y. (2013). *İleri Panel Veri Analizi*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Usta, C. (2016). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2(2), 181-201.
- Usta, C. ve Berber, M. (2017). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187.
- Westerlund, J. (2007). Testing for Error Correction in Panel Data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69, 709-748.