

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BÖLGESEL ANALİZİ

Regional Analysis of the Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Türkiye

Neslihan URSAVAŞ *^{ID} & Őükri APAYDIN **^{ID}

Öz

Elektrik tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyini ölçmede önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Ekonomik büyüme, kentleşme, beşerî sermaye gibi pek çok unsur elektrik tüketimi ile ilişkilidir. Literatürde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki saklama hipotezi, enerji odaklı büyüme hipotezi, geri bildirim hipotezi, tarafsızlık hipotezi ve koruma hipotezi olmak üzere beş farklı hipotez ile açıklanmaktadır. Bu çalışma Türkiye’de bölgesel bazda elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini test etmektedir. Bu amaçla, 81 il için 2008-2021 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak Juodis, Karavias ve Sarafidis'in (2021) tarafından geliştirilen Granger nedensellik analizi uygulanmaktadır. Bu yöntem hem tek değişkenli hem de çok değişkenli nedensellik analizlerine olanak tanımaktadır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye’deki iller için elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlenmektedir. Bu sonuç Türkiye’de enerji odaklı büyüme hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Çalışmanın diğer bulgularına göre nüfus yoğunluğu ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü, beşerî sermaye ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler:

Elektrik Tüketimi,
Ekonomik Büyüme,
Nüfus Yoğunluğu,
Beşerî Sermaye,
Nedensellik Analizi

JEL Kodları:

C23. O11, Q43

Abstract

Electricity consumption is considered an important indicator for measuring the development level of countries. Various factors, such as economic growth, urbanization, and human capital, are associated with electricity consumption. In the literature, the relationship between electricity consumption and economic growth is explained through five different hypotheses: the conservation hypothesis, the energy-focused growth hypothesis, the feedback hypothesis, the neutrality hypothesis, and the preservation hypothesis. This study examines the causal relationship between electricity consumption and economic growth on a regional level in Türkiye. To do so, we apply the Granger causality analysis developed by Juodis, Karavias, and Sarafidis (2021) for 81 provinces over the 2008–2021 period. This method allows for both univariate and multivariate causality analyses. The findings indicate a unidirectional causality relationship from electricity consumption to economic growth for provinces in Türkiye. This result suggests that the energy-focused growth hypothesis is valid for Türkiye. Furthermore, the study reveals a unidirectional causality from population density to economic growth and a bidirectional causality between human capital and economic growth.

Keywords:

Electricity
Consumption,
Economic Growth,
Population Density,
Human Capital,
Causality Analysis

JEL Codes:

C23. O11, Q43

* Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İİBF, Türkiye, karakoc.neslihan@gmail.com

** Prof. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İİBF, Türkiye, sukruapaydin@nevsehir.edu.tr

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 18.01.2024 Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 27.03.2025

Bu eser Creative Commons Atf 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. Giriş

Sanayi devrimi ile birlikte üretimdeki kitlesel artış insanlar için enerjinin önemini artırmıştır. Zamanla enerjinin yoğun olarak kullanıldığı endüstriyel ve tarımsal üretimdeki artış, artan nüfusun hayatta kalması ve günlük işlerin sürdürülebilirliğinde enerjiye olan gereksinim enerjiyi insanoğlu için zorunlu bir mal haline getirmiştir. Diğer taraftan enerjiye olan talebin giderek artmasının bir sonucu olarak enerjiye bağımlılık artarken; aynı zamanda özellikle birincil enerji kaynaklarının sınırlı olması ve dengesiz dağılımı ülkeleri enerji sorunu ile karşı karşıya getirmektedir. 1973-1974 ve 1977-1978 yıllarında yaşanan enerji krizleriyle birlikte ülkeler açısından enerji artık ucuz ve kolay erişilebilen bir mal olma özelliğini kaybetmiştir. Bir taraftan enerji kaynaklarının dünya coğrafyası üzerindeki eşitsiz dağılımı ve ülkeler arasındaki anlaşmazlıklar, diğer taraftan ülkelerin nüfuslarının artması, kentleşmenin hızlanması, kişi başı gelir seviyesi artışının enerji talebi üzerinde yarattığı baskıyla enerjinin önemi daha da fazla artmaktadır. Böylece ülkelerin enerjinin sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik politikaları, ülkelerin istikrarlı ekonomik performans sergilemelerini kolaylaştırabilecek stratejik bir alan haline gelmektedir (Altıntaş ve Koçbulut, 2014: 38; Ursavaş ve Yıldırım, 2017: 56; Receptoğlu vd., 2020: 70). Enerjinin ekonomik faaliyetlerdeki rolünün önemi ampirik ve teorik çalışmaların da önemli bir araştırma konusu olmasına yol açmaktadır. Özellikle 1970’lerde yaşanan enerji krizleri enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran ampirik ve teorik çalışmaların artmasına neden olmaktadır (Kraft ve Kraft, 1978; Samouilidis ve Mitropoulos, 1984; Yu ve Choi, 1985; Burney, 1995; Stern, 2000; Yang, 2000; Fatai vd., 2004; Chen vd., 2007; Borozan, 2013; Aslan vd., 2014).

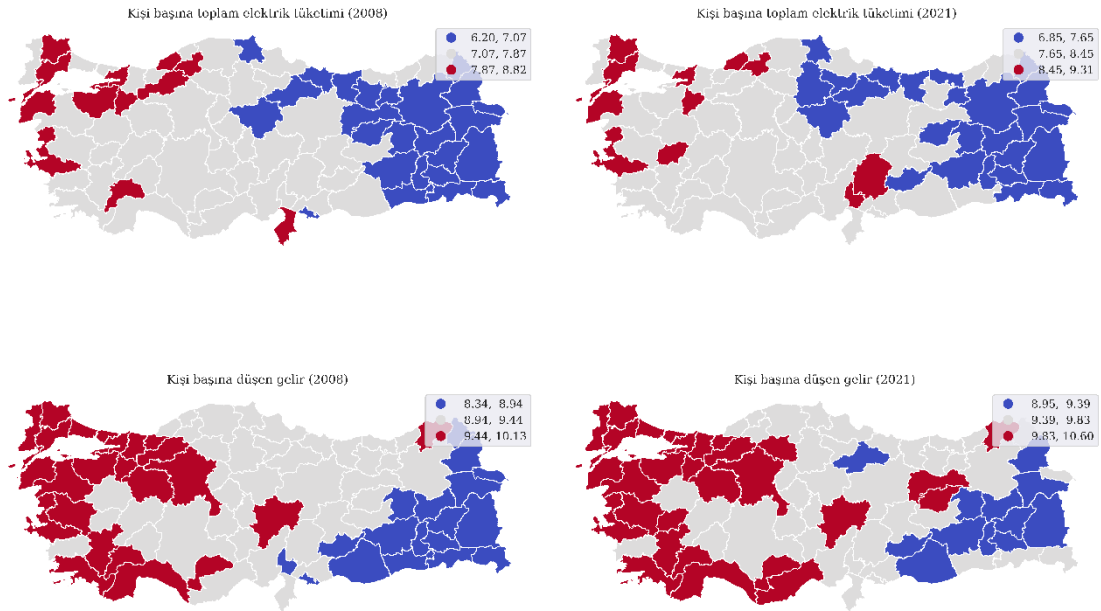
Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Bir yandan enerji endüstrilere güç vererek, ulaşımı kolaylaştırarak ve teknolojik gelişmeleri destekleyerek ekonomik faaliyetlerin önemli bir itici gücü olarak hizmet etmektedir. Enerjinin temel bir girdi olarak bu rolü, daha yüksek enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi teşvik edebileceğini göstermektedir. Öte yandan ekonomik büyüme, daha yüksek üretim seviyeleri, daha fazla tüketici zenginliği ve genişleyen altyapı ihtiyaçları nedeniyle enerji talebinin artmasına neden olmaktadır. Literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki beş farklı hipotez ile açıklanmaktadır. Bunlardan birincisi, Saklama Hipotezi’dir (Büyümeye Bağlı Enerji Tüketimi Hipotezi). Buna göre, ekonomik büyümenin enerji tüketimini yönlendirdiği öne sürülmektedir. Ekonomiler genişledikçe, daha yüksek üretim düzeylerini, sanayileşmeyi ve iyileşen yaşam standartlarını desteklemek için enerji talebi artmaktadır (Altınay ve Karagöl, 2005).

İkinci yaklaşım Enerji Odaklı Büyüme Hipotezi’dir. Bu hipoteze göre enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi yönlendirmede kritik bir faktör olduğu savunulmaktadır. Yeterli ve güvenilir enerji kaynakları üretkenliği artırabilir, sanayileşmeyi kolaylaştırabilir ve teknolojik yeniliği destekleyerek ekonomik kalkınmayı teşvik edebilir. Üçüncü yaklaşım olan Geri bildirim Hipotezi’ne göre enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin karşılıklı olarak birbirini güçlendirdiği çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu öne sürülmektedir. Ekonomik büyüme enerji talebini artırırken, enerji altyapısı ve kullanılabilirliğindeki iyileşmeler ekonomik faaliyetleri artırmaktadır. Enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklayan dördüncü hipotez olan Tarafsızlık Hipotezi’ne göre, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı ileri sürülmektedir. Enerji kullanımındaki değişiklikler ekonomik büyümeyi doğrudan etkilememekte bu da teknolojik gelişmeler ve beşerî sermaye gibi diğer faktörlerin daha önemli rol oynayabileceğini göstermektedir (Chen vd., 2007). Son olarak

Koruma Hipotezi, enerji tüketime azaltılmasının ekonomik büyümeyi mutlaka engellemediğini öne sürmektedir. Enerji verimliliği iyileştirmeleri ve sürdürülebilir uygulamalar, enerji kullanımını ekonomik büyümeden ayırabilir, enerji kaynaklarını korurken büyümeyi teşvik edebilir (Ağır ve Kar, 2010: 152; Aslan vd., 2014: 2).

Enerji kaynakları içerisinde elektrik enerjisinin pek çok açıdan farklı bir önemi bulunmaktadır. Birincisi, elektrik enerjisi doğada hazır olarak bulunmamakta, yani üretilen bir enerji biçimidir. İkincisi, elektrik enerjisi diğer enerji kaynaklarının kullanılmasını veya dönüştürülmesini sağlayan bir enerji kaynağıdır. Üçüncüsü, kullanımı kolaylığının olması ve çevreyi kirletmeyen bir enerji olmasıdır. Son olarak elektrik enerjisi kullanımı modern ekonomilerin dinamiklerini anlamak için önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Ekonomik büyüme, sanayileşme, kentleşme ve yaşam standartlarındaki iyileşmeler gibi birçok yapısal değişim, elektrik tüketimi ile yakından ilişkilidir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, bu ilişkinin dinamiklerini incelemek hem bölgesel kalkınma politikalarının oluşturulmasında hem de sürdürülebilir büyüme stratejilerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Öncel vd., 2017).

Şekil 1’de ekonomik büyüme ve kişi başına toplam elektrik tüketiminin 2008 ve 2021 yılındaki mekânsal dağılımı gösterilmektedir. Buna göre ülkenin batısında kalan illerde kişi başına toplam elektrik tüketimi daha yüksek iken; doğu bölgelerde daha düşüktür. Benzer biçimde ekonomik büyüme düzeyi batıdaki illerde daha yüksek iken, doğuda daha düşüktür. Buna göre Türkiye’de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensel bir ilişkinin olduğunu söylemek mümkündür.



Bu çalışmanın amacı Türkiye’nin iller arasında elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi test etmektir. Bu bağlamda çalışma hem metodolojik açıdan hem de bölgesel düzeyde sağladığı bulgularla literatüre önemli bir katkı sunmaktadır. Bu çalışma i) Türkiye’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini bölgesel düzeyde ele alarak, farklı iller arasındaki dinamikleri ortaya koymaktadır. Mevcut literatür genellikle ulusal düzeyde analizlere odaklanırken, bu çalışma iller bazında detaylı bir değerlendirme sunarak bölgesel heterojenliği vurgulamaktadır. ii) 2008-2021 dönemini kapsayan geniş bir zaman aralığını ele alarak, uzun vadeli eğilimleri ve yapısal değişiklikleri göz önünde bulundurmakta, böylece daha sağlam sonuçlara ulaşmaktadır. iii) Juodis vd. (2021) tarafından geliştirilen Granger nedensellik analizinin kullanımı hem tek değişkenli hem de çok değişkenli analizlere olanak tanıyarak daha kapsamlı ve güvenilir sonuçlar sunmaktadır. Bu yöntem, literatürde sık kullanılan geleneksel nedensellik testlerine kıyasla daha güçlü tahminler sağlayabilir. iv) Bu çalışma, Türkiye bağlamında enerji odaklı büyüme hipotezinin geçerli olduğunu göstermekte ve böylece enerji politikalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Bu, enerji ve ekonomik büyüme literatürüne ülke özelinde yeni bir perspektif sunmaktadır. v) Çalışmada elektrik tüketimi yanında beşerî sermaye ve nüfus yoğunluğu gibi faktörlerin ekonomik büyüme ile olan ilişkisi nedensellik ilişkisi bakımından incelenerek mevcut literatüre ek bir boyut kazandırılmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde konuyla ilgili literatür incelemesi yer almaktadır. Üçüncü bölümde ekonometrik yöntem ve son olarak sonuç ve politika önerilerine yer verilmektedir.

2. Literatür İncelemesi

Literatürde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir çoğunluğu nedensellik analizi kullanmakta ve değişkenler arasındaki nedensellik ve eş bütünleşme ilişkisini test etmektedir. Bu çalışmada literatür incelemesi çalışılan ülke ve ülke gruplarına göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin, Böhm (2008) 15 AB ülkesinde 1978-2005 dönemine ait verileri kullanarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik analizi ile test etmektedir. Elde edilen bulgulara göre nedensellik sonuçları ülkeden ülkeye değişirken; uzun dönemde değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisine rastlanmamaktadır. Sinha (2009), 1980-2004 yılları arasında 88 ülkede elektrik tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi test etmektedir. Nedensellik testi sonuçlarına göre değişkenler arasında çift yönlü nedensel bir ilişki olduğu görülmektedir. Benzer biçimde Acaravcı ve Öztürk (2010) çalışmasında 1990-2006 dönemi için 15 geçiş ekonomisinde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini test etmektedir. Pedroni eş bütünleşme testinin sonuçlarına göre elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun vadede bir denge ilişkisinin olmadığını göstermektedir.

Öztürk ve Acaravcı (2010) çalışmasında Arnavutluk, Bulgaristan, Macaristan ve Romanya’da enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi test etmektedir. 1980-2006 dönemini kapsayan çalışmada elde edilen bulgulara göre Macaristan’da değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi görülürken; diğer ülkelerde değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi gözlenmemektedir. Lawal vd. (2020), çalışmasında 1971-2017 döneminde Sahra altı Afrika ülkelerinde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini test etmektedir. GMM metodunun kullanıldığı çalışmanın bulgularına göre ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında pozitif ilişki olduğu gözlenmektedir. Azam vd. (2021) çalışmasında 10

gelişmekte olan ülkede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmektedir. FMOLS sonuçlarına göre yenilenebilir enerji ve elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi pozitif anlamda etkilemektedir. Espoir vd. (2023) çalışmasında 1980-2018 döneminde 51 Afrika ülkesinde yenilenebilir elektrik tüketimi, yenilenemez elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi PMG yöntemi kullanarak test etmektedir. Çalışmanın bulguları hem yenilenemeyen hem de yenilenebilir elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğunu göstermektedir. Literatürde tek ülkeli analiz yapan çalışmalardan Soytaş vd. (2001) çalışmasında 1960-1995 dönemine ait veriler kullanarak Johansen-Juselius eş bütünleşme ve vektör hata düzeltme modelini kullanmaktadır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye’de enerji tüketiminden GSYİH’ye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu görülmektedir. Altınay ve Karagöl (2005) çalışmasında 1950-2000 yılları arasında elektrik tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi Dolado-Lütkepohl ve standart Granger nedensellik testleri ile araştırmaktadır. Elde edilen bulgular elektrik tüketiminden gelire doğru tek yönlü bir nedensellik olduğuna dair güçlü kanıtlar ortaya koymaktadır. Aydın (2010) çalışmasında 1965-2017 dönemine ait veriler kullanarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi zaman ve frekans boyutunda test etmektedir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, zaman boyutunda herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını gösterirken, frekans boyutunda Türkiye için uzun vadede ilişkinin yönünün enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu göstermektedir. Kapusuzoğlu ve Karan (2010), 1975-2006 dönemini kapsayan çalışmada nedensellik ilişkisini test etmektedir. Elde edilen bulgular ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir.

Shuyun ve Donghu (2011) çalışmasında Çin’de 1980-2007 dönemine ait veriler ile elektrik tüketimi ve reel GSYİH arasındaki ilişkiyi test etmektedir. VECM yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonuçları değişkenler arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Tang vd. (2013) çalışmasında 1974-2009 döneminde Portekiz’de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi çok değişkenli bir model kullanarak araştırmaktadır. Elde edilen bulgulara göre kısa ve uzun vadede elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Altıntaş ve Koçbulut (2014) çalışmasında 1960-2011 dönemine ait verileri ile ARDL yöntemini kullanmaktadır. Elde edilen bulgulara göre elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu gözlenmektedir. Ayrıca uzun dönemde ekonomik büyüme elektrik tüketimini pozitif yönde etkilemektedir. Savaş ve Durđun (2016) çalışmasında 1980-2010 dönemi için yaptığı çalışmada ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu gözlemlemektedir

Literatürde bazı çalışmalar elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini bölgesel ve sektörel olarak ele almaktadır. Örneğin; Ağır ve Kar (2010) 2000 yılı için Türkiye’nin 81 ilinde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmektedir. Yatay kesit regresyon analizi sonuçlarına göre elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilemektedir. Li vd. (2011) çalışmasında Çin’in 30 ilinde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmektedir. 1980-2007 dönemini kapsayan çalışmada panel eş bütünleşme analizi uygulanmaktadır. Elde edilen bulgular değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi olduğunu doğrulamaktadır. Abbasi vd. (2020) çalışmasında 1970-2018 döneminde Pakistan’da sanayi sektöründe elektrik tüketimi, fiyatlar ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedir. VECM modelinin kullanıldığı çalışmaların bulgularına göre değişkenler arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmektedir. Benzer biçimde Abbasi vd. (2021) çalışmasında

Pakistan’da sektörel bazda elektrik tüketiminin gelir üzerindeki etkisini test etmektedir. VECM modelinin kullanıldığı çalışma sektörel bazda elektrik tüketiminin uzun dönemde ekonomik büyümeyi etkilediğini göstermektedir. Rahman vd. (2020) çalışmasında Çin’de 1981-2016 yıllarında enerji üretimi, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. FMOLS yöntemi sonuçları, kömür, petrol ve doğal gaz tüketimi ve üretiminin GSYİH büyümesi üzerinde uzun vadeli pozitif etkisinin varlığını doğrulamaktadır.

Literatürde Türkiye için sektörel ve bölgesel olarak yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Usta (2016) Türkiye’de 26 bölgede (Düzey 2) elektrik tüketimi ve bölgesel gayri safi katma değer arasındaki ilişkisi test etmektedir. 2004-2011 dönemini ele alan çalışmada panel regresyon yöntemi uygulanmaktadır. Elde edilen bulgular bölgesel elektrik tüketimindeki artışın bölgesel ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir. Usta ve Berber (2017) çalışmasında 1970-2012 dönemine ait verileri kullanarak sektörel bazda elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmektedir. Toda-Yamamoto nedensellik analizinin kullanıldığı çalışmada ulaştırma ve sanayi sektörlerinde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilirken tarım ve konut sektörlerinde herhangi bir nedensel ilişki gözlemlenmemektedir. Çadircı ve Güner (2020) çalışmasında Türkiye’nin 81 ilinde sektörel elektrik tüketim ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmektedir. 2004-2016 dönemi için yapılan çalışmada panel ARDL yöntemi kullanılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre uzun dönemde ticarethane ve meskenlerdeki elektrik tüketimi ile o illin reel GSYH’si arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

3. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

3.1. Veri Seti

Bu çalışma 2008-2021 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye’de 81 ilde kullanılan elektrik tüketimi, nüfus yoğunluğu, beşerî sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini test etmektedir. Çalışmada elektrik tüketimi (Inec) değişkeni olarak kişi başına toplam elektrik tüketimi (kilowatt cinsinden), nüfus yoğunluğu (Inpop) değişkeni olarak kilometrekareye düşen kişi sayısı, beşerî sermaye (Inhc) değişkeni olarak yüksekokul veya fakülte mezunu oranı, ekonomik büyüme (Ingdppc) değişkeni olarak kişi başı reel GSYİH kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan tüm veriler TÜİK veri tabanından elde edilmektedir. Tablo 1 verilere ait tanımlayıcı istatistikleri göstermektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

	Gözlem sayısı	Ortalama Değer	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Ingdppc	1,134	9.482581	0.3794613	8.335277	10.59504
Inec	1,134	7.656293	0.6064832	6.154858	9.306014
Inpop	1,134	4.262053	0.8446598	2.302585	8.022569
Inhc	1,134	2.344347	0.4025413	0.7747272	3.243373

3.2. Ekonometrik Yöntem

Çalışmada elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkileri test etmek için Juodis ve diğerleri (2021) tarafından geliştirilen Granger nedensellik analizi

kullanılmaktadır. Bu yöntem Granger nedenselliğinin yokluğunu doğrulamakta ve hem homojen hem de heterojen katsayı panel veri modellerine uygulanmaktadır. Yöntemin temel yeniliğı sıfır ve homojen Granger nedensellik parametreleri varsayımıdır. Bu özellik, belirli parametreler üzerinde birleştirilmiş sabit etki tahmincisi kullanarak \sqrt{NT} yakınsama oranına ulaşmaktadır. Ayrıca, "Nickell önyargısını" azaltmak için yöntem, Split Panel Jackknife yöntemini kullanmakta ve daha sonra önyargı düzeltilmiş tahminciye dayalı bir Wald testi gerçekleştirmektedir (Juodis vd., 2021; Xiao vd., 2023; Apaydın, 2024). Ek olarak, yöntem hem tek değişkenli hem de çok değişkenli nedensellik analizlerine olanak tanımaktadır. Bu testi gerçekleştirmeden önce ilk olarak Breusch-Pagan (1980) (Lagrange Multiplier-LM) ve Pesaran (2004) (Cross-section Dependence-CD) ile Pesaran vd. (2008) (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier- CDLM) testleri ile yatay kesit bağımlılığı test edilmektedir. Yatay kesit bağımlılık testlerinin sonuçlarına dayanarak, elektrik tüketimi ve gelir arasındaki uzun dönemli ilişkiyi test edebilmek için CIPS ikinci nesil birim kök testi uygulanmaktadır. Nedensellik testini uygulamadan önce uzun dönemde değişkenler arasında eş bütünleşik ilişki olup olmadığı test edilmektedir. Son olarak panel nedensellik testi uygulanmaktadır.

Modelde tüm değişkenler logaritmik formda kullanılmaktadır. Analizde kullanılan model aşağıdaki gibidir:

$$\ln gdppc_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln nec_{i,t} + \alpha_2 \ln pop_{i,t} + \alpha_3 \ln hc_{i,t} + u_{i,t} \quad (1)$$

Yukarıdaki modelde $\ln gdppc$, $\ln nec$, $\ln pop$, $\ln hc$ sırasıyla ekonomik büyüme, kişi başı elektrik tüketimi, nüfus yoğunluğu ve beşerî sermayeyi temsil etmektedir. u ise hata terimini ifade etmektedir.

Elektrik tüketimi, ekonomik büyüme, nüfus yoğunluğu ve beşerî sermaye arasındaki nedensellik ilişkisini test etmek için ilk olarak seriler arasında yatay kesit bağımlılığı test edilmektedir. Bu amaçla Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) CD testi ve Pesaran vd. (2008) LM_{adj} ve CDLM testleri uygulanmaktadır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2’de gösterilmektedir. Buna göre seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

	lngdppc	lnec	lnpop	lnhc
t-istatistik ve olasılık değerleri				
LM_{BP}	39830.33 0.0000	33026.55 0.0000	29389.10 0.0000	44994.73 (0.0000)
CD_{LM}	454.5471 0.0000	370.0264 0.0000	324.8398 0.0000	518.7023 0.0000
LM_{adj}	451.4317 0.0000	366.9110 0.0000	321.7245 0.0000	515.5870 0.0000
CD	199.0259 0.0000	178.4923 0.0000	112.8484 0.0000	212.1186 0.0000

Yatay kesit bağımlılığını gözlenmesi nedeniyle serilere ikinci nesil birim kök testi uygulanmaktadır. Bu nedenle Pesaran vd. (2013) tarafından geliştirilen CIPS testi (yatay kesit artırılmış panel birim kök testi) uygulanmaktadır. CIPS testi sonuçları Tablo 3’te gösterilmektedir. Buna göre tüm değişkenler birinci farkında durağan hale gelmektedir. Diğer bir ifade ile değişkenlerin entegrasyon derecesi 1’dir.

Tablo 3. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Sabitli		Sabitli-Trendli	
	t-istatistiği	Olasılık Değeri	t-istatistiği	Olasılık Değeri
lngdppc	-1.855	0.117	-2.339	0.265
Δlngdppc	-2.570	0.000*	-3.532	0.000*
lnec	-1.748	0.379	-1.762	1.000
Δlnec	-2.270	0.000*	-4.262	0.000*
lnpop	-1.771	0.310	-2.102	0.895
Δlnpop	-2.772	0.000*	-3.309	0.000*
lnhc	-1.717	0.476	1.700	1.000
Δlnhc	-2.690	0.000*	-2.991	0.000*

Not: * serinin %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir

Panel veri analizi uygulanan çalışmalarda serilerin homojen olup olmadığı yapılan testlerin geçerliliği açısından önemli olmaktadır. Bu çalışmada serilerin homojenlik varsayımı Pesaran ve Yamagata’nın (2008) önerdiği delta testi kullanılarak test edilmektedir. Delta testine ait boş ve alternatif hipotezler aşağıdaki gibidir:

H_0 : Eğim katsayıları homojendir.

H_1 : Eğim katsayıları heterojendir.

Delta testi sonuçlarına göre Tablo 4’te t-istatistiğinin olasılık değerleri 0.05 değerinden küçüktür. Dolayısıyla boş hipotez reddedilmektedir. Başka bir ifadeyle eğim katsayıları heterojendir.

Tablo 4. Eğim Heterojenliği Testi

	Delta	Olasılık Değeri
Δ	12.586	0.000
Δ _{adj}	15.698	0.000

Değişkenler arasında hem yatay kesit bağımlılığı hem de heterojenlik olduğundan seriler arasında uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisi Westerlund (2007) eş bütünleşme testi ile test edilmektedir. Tablo 5’te gösterilen eş bütünleşme testi sonuçlarına göre uzun dönemde değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Westerlund (2007) Eş Bütünleşme Testi

İstatistik	Değer	Z Değeri	Olasılık	Robust Değeri
Gt	-2.331	-5.460	0.000*	0.017
Ga	-5.349	3.547	1.000	0.003
Pt	-14.515	-2.032	0.021**	0.055
Pa	-3.958	0.445	0.672	0.035

Not: * %1, ** %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6’da nedensellik sonuçları gösterilmektedir. Panel A’da çok değişkenli nedensellik sonucuna göre elektrik tüketimi, nüfus yoğunluğu ve beşerî sermaye değişkeninden ekonomik büyümeye doğru tutarlı bir nedensel ilişki olduğu görülmektedir. Panel B’de ise tek değişkenli nedensellik analizinin sonuçları gösterilmektedir. Buna göre ekonomik büyüme ile elektrik

tüketimi ve nüfus yoğunluğu arasında tek yönlü, ekonomik büyüme ile beşerî sermaye arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi gözlenmektedir.

Tablo 6. Nedensellik Testi

Panel A: Çok Değişkenli Nedensellik		
H ₀ :Seçili yardımcı değişkenler lngdppc'nin Granger nedeni değildir.	Gecikme Uzunluğu (lag)	HPJ Wald Test İstatistiği
lnec, lnpop, lnhc ⇒ lngdppc	1	13.1508 (0.0043)
Panel B: Tek Değişkenli Nedensellik		
H ₀ : x y'nin Granger nedeni değildir.	Gecikme Uzunluğu (lag)	HPJ Wald Test İstatistiği
lngdppc ⇒ lnec	1	0.1157 (0.7338)
lnec ⇒ lngdppc	1	3.2830 (0.0700)***
lngdppc ⇒lnpop	1	25.0428 (0.0000)*
lnpop ⇒ lngdppc	1	0.1107 (0.7393)
lngdppc ⇒lnhc	1	221.9355 (0.0000)*
lnhc ⇒lngdppc	1	7.8965 (0.0050)*

Not: *, ** ve ***, nedensellik olmadığı yönündeki sıfır hipotezinin sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde reddedildiğini gösterir. Ayrıca, yarım panel Jackknife test istatistikleri, kesitsel heteroskedastisiteye dayanıklı varyansın tahmin sonuçlarını gösterir. Optimum gecikme uzunluğu, Bayes bilgi kriterlerine göre otomatik olarak belirlenir.

4.Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma Türkiye'de kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına gelir, beşerî sermaye ve nüfus yoğunluğu arasındaki nedensel ilişkileri araştırmaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Türkiye'de 81 ilde kişi başı elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu gözlenmektedir. Çalışmanın bu sonucu literatürde Soytaş vd. (2001) Altınay ve Karagöl (2005), Aydın (2010) gibi çalışmaların bulguları ile benzerdir. Bu çalışmalar zaman serisi yöntemlerini kullanarak Türkiye'de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkileri test etmekte ve elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensel ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bu sonuç Türkiye'de Enerji Odaklı Büyüme Hipotezi'nin geçerli olduğunu göstermektedir. Buna göre elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi yönlendirmede önemli bir unsurdur. Diğer bir ifadeyle elektrik tüketimi ekonomik faaliyetleri desteklemekte ve ekonomik büyümenin önemli bir belirleyicisidir. Elektrik tüketimi, üretim kapasitelerinin artırılması, endüstriyel faaliyetlerin sürdürülmesi ve hizmet sektörünün büyümesi için temel bir unsurdur. Daha fazla elektrik tüketimi, genellikle daha yüksek yaşam standartları, sanayileşme, kentleşme ve altyapı gelişimiyle ilişkilendirilir. Türkiye özelinde, bu durum özellikle sanayileşmiş bölgelerde ekonomik büyümeyi hızlandırabilir.

Çalışmanın bir diğer bulgusuna göre ekonomik büyümeden nüfus yoğunluğuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Buna göre yüksek ekonomik büyüme, bireylerin refah seviyelerini artırmakta ve bu da yoğun nüfuslu şehirlere doğru göçü teşvik etmektedir. Bireyler daha yüksek gelir elde edebilecekleri ve iş olanakları, eğitim imkanları ve yaşam standartlarının daha iyi olduğu bölgelere göç etme eğilimindedirler. Bu da nüfus yoğunluğunu artırmaktadır. Diğer yandan nüfus yoğunluğu ile birlikte yerleşim birimleri, iş yerleri ve sanayi daha yakın mesafelerde yoğunlaşır. Bu durum, bir bölgede elektrik talebinin daha yoğun olmasına ve kişi başına düşen elektrik tüketiminin de bu talepten dolayı artmasına neden olmaktadır (Njoh, 2003; Turok ve Mcgranahan, 2013: 468).

Çalışmanın bir diğer bulgusu ise beşerî sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ile ilgilidir. Buna göre beşerî sermaye ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi görülmektedir. Buna göre daha eğitilmiş bir iş gücü, daha yüksek üretkenliğe, teknoloji kullanımına ve inovasyona yol açarak ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Diğer yandan ekonomik büyüme arttıkça eğitim ve sağlık alanında daha fazla yatırım yapılmakta ve bu beşerî sermayenin daha da artmasını sağlamaktadır (Lucas, 1988; Barro: 1991; Tsamadias ve Prontzas, 2012).

5. Politika Önerileri

Bu çalışmada Türkiye’de iller arasında kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına gelir, beşerî sermaye ve nüfus yoğunluğu arasındaki ilişki test edilmektedir. Buna göre Türkiye’de kişi başı elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu gözlenmektedir. Türkiye’de bölgesel olarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki göz önünde bulundurulduğunda Türkiye’nin enerji politikalarının ekonomik büyüme stratejileriyle uyumlu bir şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, enerji arz güvenliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bölgesel kalkınmayı hedefleyen politikalar önceliklendirilmelidir. Örneğin; elektrik üretim ve dağıtım altyapısının güçlendirilmesi, ekonomik büyümeyi destekleyebilir. Özellikle kırsal ve az gelişmiş bölgelerde enerjiye erişimin artırılması, bu bölgelerin ekonomik potansiyelini ortaya çıkarabilir. Bunun yanı sıra Türkiye’nin enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklara yönelmesi hem enerji güvenliğini artırabilir hem de sürdürülebilir bir büyüme sağlayabilir. Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklara yapılan yatırımlar ekonomik büyümeyi destekleyebilir. Enerji talebi yüksek olan bölgelere yönelik altyapı yatırımları yapılabilir. Böylece bölgesel kalkınma farklılıkları azaltılabilir. Enerji tüketiminin ekonomik büyümeye katkısını artırmak için enerji yoğun sektörlerde teknolojik gelişmeler teşvik edilebilir.

Türkiye’de iller arasında nüfus yoğunluğu ve beşerî sermayenin ekonomik büyümeye katkısını artırmak için nüfusun yoğun olduğu bölgelerde ekonomik faaliyetleri destekleyecek altyapı ve ulaşım yatırımları artırılmalıdır. Nüfus yoğunluğunu dengelemek için az yoğun bölgelerde ekonomik fırsatlar yaratacak teşvikler (örneğin, vergi indirimleri, yatırım teşvikleri) uygulanabilir. Aşırı nüfus yoğunluğu, gelir artışını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, şehirleşme süreçleri iyi yönetilmeli ve plansız kentleşme önlenmelidir. Türkiye’de ekonomik büyüme için önemli olan daha fazla yetenekli iş gücü üretmek için beceri temelli eğitim sağlanmalıdır. Özellikle, bölgesel ihtiyaçlara uygun mesleki eğitim programları oluşturulmalıdır. Yükseköğretim ve AR-GE yatırımları hem beşerî sermayeyi artırır hem de kişi başına geliri desteklediğinden, üniversite-sanayi iş birlikleri teşvik edilmelidir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı (Declaration of Research and Publication Ethics)

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye aşağıdaki gibi katkı sunduklarını beyan eder.

1. Yazar Giriş (%75), Literatür İncelemesi (%100), Ekonometrik Yöntem (%75), Sonuç (%75)
2. Yazar Giriş (%25), Ekonometrik Yöntem (%25), Sonuç (%25)

Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abbasi, K., Jiao, Z., Shahbaz, M. and Khan, A. (2020). Asymmetric impact of renewable and non-renewable energy on economic growth in Pakistan: New evidence from a nonlinear analysis. *Energy Exploration & Exploitation*, 38(5), 1946-1967. doi:10.3934/energy.2021003
- Abbasi, K.R., Abbas, J. and Tufail, M. (2021). Revisiting electricity consumption, price, and real GDP: A modified sectoral level analysis from Pakistan. *Energy Policy*, 149, 112087. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112087>
- Acaravci, A. and Ozturk, I. (2010). Electricity consumption-growth nexus: Evidence from panel data for transition countries. *Energy Economics*, 32(3), 604-608. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.10.016>
- Ağır, H. ve Kar, M. (2010). Türkiye'de elektrik tüketimi ve ekonomik gelişmişlik düzeyi ilişkisi: Yatay kesit analizi. *Sosyoekonomi*, 12(12), 149-176. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/sosyoekonomi/>
- Altınay, G. and Karagöl, E. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27, 849-866. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.07.002>
- Altıntaş, H. ve Koçbulut, Ö. (2014). Türkiye'de elektrik tüketiminin dinamikleri ve ekonomik büyüme: Sınır testi ve nedensellik analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 43, 37-65. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.83502>
- Apaydın, Ş. (2024). The causal dynamics of globalization, human development and economic growth on ecological footprint: An HDI-based cross-country analysis. *Politik Ekonomik Kuram*, 8(4), 1298-1309. <https://doi.org/10.30586/pek.1586894>
- Aslan, A., Apergis, N. and Yildirim, S. (2014). Causality between energy consumption and GDP in the US: Evidence from wavelet analysis. *Frontiers in Energy*, 8, 1-8. doi:10.1007/s11708-013-0290-6
- Aydın, F.F. (2010). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/erciyesiibd/>
- Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., Zhang, H., Ateeq, M. and Yuan, J. (2021). Analyzing the relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: Fresh evidence from newly industrialized countries. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 44, 100991. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.100991>
- Barro, R.J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443. <https://doi.org/10.2307/2937943>
- Borozan, D. (2013). Exploring the relationship between energy consumption and GDP: Evidence from Croatia. *Energy Policy*, 59, 373-381. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.061>
- Böhm, D.C. (2008). *Electricity consumption and economic growth in the European Union: a causality study using panel unit root and cointegration analysis*. Paper presented at the 5th International Conference on the European Electricity Market, Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/4579055/>
- Breusch T. and Pagan A. (1980). The Lagrange multiplier test and its application to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Burney, N.A. (1995). Socioeconomic development and electricity consumption A cross-country analysis using the random coefficient method. *Energy Economics*, 17(3), 185-195. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(95\)00012-J](https://doi.org/10.1016/0140-9883(95)00012-J)
- Chen, S.T., Kuo, H.I. and Chen, C.C. (2007). The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries. *Energy Policy*, 35(4), 2611-2621. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.001>
- Çadırcı, B.D. ve Güner, B. (2020). Türkiye'de iller bazında sektörel elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: panel ARDL sınır testi yaklaşımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (31), 41-60. <https://doi.org/10.20875/makusobed.596894>

- Espoir, D.K., Sunge, R. and Bannor, F. (2023). Economic growth, renewable and nonrenewable electricity consumption: Fresh evidence from a panel sample of African countries. *Energy Nexus*, 9, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100165>
- Fatai, K., Oxley, L. and Scrimgeour, F.G. (2004). Modelling the causal relationship between energy consumption and GDP in New Zealand, Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand. *Mathematics and Computers in Simulation*, 64(3-4), 431-445. [https://doi.org/10.1016/S0378-4754\(03\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4754(03)00109-5)
- Juodis, A., Karavias, Y. and Sarafidis, V. (2021). A homogeneous approach to testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Empirical Economics*, 60(1), 93-112. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01970-9>
- Kapusuzoğlu, A. ve Karan, M.B. (2010). Gelismekte olan ülkelerde elektrik tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki es-bütünleşme ve nedensellik ilişkisinin analizi: Türkiye üzerine ampirik bir çalışma. *Business and Economics Research Journal*, 1(3), 57. Erişim adresi: <https://www.proquest.com>
- Kraft, J. and Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401-403. Retrieved from <https://www.jstor.org/>
- Lawal, A.I., Ozturk, I., Olanipekun, I.O. and Asaleye, A.J. (2020). Examining the linkages between electricity consumption and economic growth in African economies. *Energy*, 208, 118363. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118363>
- Li, F., Dong, S., Li, X., Liang, Q. and Yang, W. (2011). Energy consumption-economic growth relationship and carbon dioxide emissions in China. *Energy Policy*, 39, 568-574. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.025>
- Lucas Jr, R.E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Njoh, A.J. (2003). Urbanization and development in sub-Saharan Africa. *Cities*, 20(3), 167-174. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(03\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(03)00010-6)
- Ozturk, I. and Acaravci, A. (2010). The causal relationship between energy consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania: evidence from ARDL bound testing approach. *Applied Energy*, 87(6), 1938-1943. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.10.010>
- Öncel, A., Kirca, M. ve İnal, V. (2017). Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkelerine yönelik zamanla değişen panel nedensellik analizi. *Maliye Dergisi*, 173, 398-420. Erişim adresi: <https://ms.hmb.gov.tr/>
- Pesaran M.H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels* (Cambridge Working Papers in Economics No. 0435). Retrieved from <https://cir.nii.ac.jp/crid/1370002214340987648>
- Pesaran, M.H., Smith, L.V. and Yamagata, T. (2013). Panel unit root tests in the presence of a multifactor error structure. *Journal of Econometrics*, 175(2), 94-115. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2013.02.001>
- Pesaran, M.H., Ullah, A. and Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>
- Pesaran, M.H. and Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Rahman, Z.U., Khattak, S.I., Ahmad, M. and Khan, A. (2020). A disaggregated-level analysis of the relationship among energy production, energy consumption and economic growth: Evidence from China. *Energy*, 194, 116836. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116836>
- Recepoğlu, M., Doğanay, M.A. ve Değer, M.K. (2020). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler: Türkiye’de iller üzerine panel veri analizleri 2004-2014. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 21(1), 69-80. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/doujournal>

- Samouilidis, J.E. and Mitropoulos, C.S. (1984). Energy and economic growth in industrializing countries: The case of Greece. *Energy Economics*, 6(3), 191-201. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(84\)90016-1](https://doi.org/10.1016/0140-9883(84)90016-1)
- Savaş, B. ve Durğun, B. (2016). Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(11), 213-244. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duiibfd>
- Shuyun, Y. and 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. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.142>
- Sinha, D. (2009). *The energy consumption-GDP nexus: Panel data evidence from 88 countries* (MPRA Paper No. 18446). Retrieved from <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/18446/>
- Soytas, U., Sari, R. and Ozdemir, O. (2001). *Energy consumption and GDP relation in Turkey: A cointegration and vector error correction analysis*. Retrieved from <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/72262>
- Stern, D.I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*, 22(2), 267-283. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(99)00028-6)
- Tang, C.F., Shahbaz, M. and Arouri, M. (2013). Re-investigating the electricity consumption and economic growth nexus in Portugal. *Energy Policy*, 62, 1515-1524. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.073>
- Tsamadias, C. and Prontzas, P. (2012). The effect of education on economic growth in Greece over the 1960–2000 period. *Education Economics*, 20(5), 522-537. <https://doi.org/10.1080/09645292.2011.557906>
- Turok, I. and McGranahan, G. (2013). Urbanization and economic growth: The arguments and evidence for Africa and Asia. *Environment and Urbanization*, 25(2), 465-482. <https://doi.org/10.1177/0956247813490908>
- Ursavaş, N. ve Yıldırım, E. (2017). Enerji arz güvenliği riskinin Türkiye'nin makroekonomik dengelerine etkisi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(4), 55-83. <https://doi.org/10.11616/basbed.vi.459379>
- Usta, C. (2016). Türkiye'de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2(2), 181-201. <https://doi.org/10.20979/ueyd.31660>
- Usta, C. ve Berber, M. (2017). Türkiye'de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin sektörel analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/esad>
- Xiao, J., Karavias, Y., Juodis, A., Sarafidis, V. and Ditzen, J. (2023). Improved tests for Granger noncausality in panel data. *The Stata Journal*, 23(1), 230-242. <https://doi.org/10.1177/1536867X231162034>
- Yang, H.Y. (2000). A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics*, 22(3), 309-317. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(99\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(99)00044-4)
- Yu, E.S. and Choi, J.Y. (1985). The causal relationship between energy and GNP: An international comparison. *The Journal of Energy and Development*, 10(2), 249-272. Retrieved from <https://www.jstor.org/>

REGIONAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICITY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKIYE

EXTENDED SUMMARY

Aim of the Study

The purpose of this study is to test the causal relationship between electricity consumption and economic growth in 81 provinces of Turkey. This study differs from the studies in the literature in two aspects. First, this study applies panel causality analysis by including 81 provinces of Turkey. Second, in this study, in addition to electricity consumption, population density and human capital variables of 81 provinces are used.

The Literature

There are many studies in the literature testing the relationship between electricity consumption and economic growth. While some studies such as Azam et al. (2021), Böhm (2008), focus on the relationship between electricity and economic growth in different country groups, Sinha (2009), Acaravcı and Ozturk (2010), Lawal et al. (2020); other studies follow time series methods. (Tang et al. 2013, Abbasi et al. 2020, Rahman et al. 2020, Abbasi et al. 2021). Lastly, some studies focus on the relationship between electricity consumption and economic growth on a sectoral, regional, or provincial basis in Turkey in the literature. (Soytas et al., 2001; Altınay ve Karagöl, 2005; Aydın, 2010; Kapusuzoğlu ve Karan, 2010; Altıntaş ve Koçbulut, 2014; Usta, 2016; Savaş ve Durğun, 2016; Çadırcı ve Güner, 2020).

The contribution of this study to the literature can be explained from a methodological perspective. Unlike other studies, this study applies the Granger causality analysis developed by Juodis, Karavias ve Sarafidis'in (2021). This method enables both univariate and multivariate causality analyses.

Methodology

We follow Juodis, Karavias ve Sarafidis'in (2021) method to test the causality between electricity consumption and economic growth, population density, and human capital in 81 provinces of Turkey. This method verifies the absence of Granger causality and applies to both homogeneous and heterogeneous coefficient panel data models. The method's main innovation is its assumption of zero and homogeneous Granger causality parameters. This feature employs a pooled fixed effects estimator on specific parameters, achieving an \sqrt{NT} convergence rate. Furthermore, to mitigate the "Nickell bias", the method utilizes the Split Panel Jackknife method and subsequently conducts a Wald test based on the bias-corrected estimator (Juodis et al., 2021; Xiao et al., 2023). In addition, the method enables both univariate and multivariate causality analyses.

Results

The findings of the study reveal that there is a multivariate causal linkage from electricity consumption, population density, and human capital to GDP per capita. Also, the results show that there is a unidirectional causality between GDP per capita, electricity consumption, and population density while there is a bidirectional causal linkage between human capital and GDP per capita. This result shows that the Energy-Focused Growth Hypothesis is valid in Turkey. Accordingly, electricity consumption is an important factor in directing economic growth.

Conclusion and Policy Implications

Considering this result, it shows that Turkey's energy policies should be developed in line with economic growth strategies. In this context, policies targeting energy supply security, the use of renewable energy resources, and regional development should be prioritized. For instance, i) strengthening electricity production and distribution infrastructure can support economic growth. Increasing energy access, particularly in rural and underdeveloped regions, can help unlock the economic potential of these areas. ii) Transitioning to renewable resources in Turkey's energy production can enhance energy security and ensure sustainable growth. Investments in renewable resources such as solar and wind energy can further contribute to economic growth. iii) Infrastructure investments in regions with high energy demand can help reduce regional development disparities. iv) To increase the contribution of energy consumption to economic growth, technological advancements in energy-intensive sectors should be encouraged.