



GAZİANTEP UNIVERSITY
JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Journal homepage: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>



Araştırma Makalesi • Research Article

Beşeri Sermaye ve Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: AB-15 ve Türkiye Üzerine Bir Uygulama*

The Effects of Human Capital and Energy Consumption on Economic Growth: An Application on EU-15 and Turkey

Eda DİNERİ^{a*}, Bilal ÇAYIR^b

^aDr. Öğr. Üyesi., Hasan Kalyoncu Üniversitesi, İİSBF, Gaziantep / TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-5637-5949

^bArş. Gör., Hasan Kalyoncu Üniversitesi, İİSBF, Gaziantep / TÜRKİYE
ORCID: 0000-0001-5340-6635

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 5 Mart 2020

Kabul tarihi: 16 Eylül 2020

Anahtar Kelimeler:

Enerji tüketimi,

Beşeri sermaye,

Arttırılmış Ortalama Grup Tahmincisi

ÖZ

Bu çalışmada AB-15 ve Türkiye için enerji tüketimi ve beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi yatay kesit bağımlılığı altında AMG tahmincisi ile test edilmektedir. Bilgili ve eğitilmiş bir toplumun gerekliliği, mevcut kaynakların etkin kullanımı ve teknolojik gelişmeler nedeniyle yenilenebilir kaynakların payının artması için vazgeçilmezdir. Bu anlamda beşeri sermayenin düzeyi ve enerjinin verimli kullanımı söz konusu ülkeler için hayati önem taşımaktadır. Dumitrescu-Hurlin (2012) panel Granger nedensellik testinden elde edilen bulgular, AB-15 ve Türkiye özelinde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini işaret etmektedir. Bu bulguya göre, AB-15 ve Türkiye için geri bildirim hipotezinin geçerli olduğunu söylemek mümkündür. Beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisine ait bulgudan hareketle, geri bildirim hipotezini destekleyecek ve enerji tasarrufunu sağlayacak yenilikçi adımların atılmasında kaliteli bir beşeri sermaye birikiminin gerekliliği vurgulanmıştır.

ARTICLE INFO

Article History:

Received March 05, 2020

Accepted September 16, 2020

Keywords:

Energy consumption,

Human capital,

Augmented mean group estimator

ABSTRACT

This paper aims to investigate the effects of energy consumption and human capital on economic growth in EU-15 and Turkey through the AMG estimator under the cross-sectional dependency. It is important to note that well educated and skilled society is a crucial requirement, in order to use in an efficient way of existing resources and to increase the share of renewable energy. Therefore, human capital level and efficient usage of energy are crucially important requirements especially for countries dependent to foreign energy resources. The result of the Dumitrescu-Hurlin panel causality test shows that there is bidirectional causality between economic growth and energy consumption. Accordingly, it can be stated that feedback hypothesis is valid for EU-15 and Turkey. Based on the finding of the causal relationship between human capital and economic growth, the study emphasizes the necessity of qualified human capital accumulation, in order to promote feedback hypothesis and to implement innovative policies to enhance energy savings.

* Bu çalışmada II. Uluslararası Sosyal Bilimlerde Kritik Tartışmalar Kongresinde sunulan “Beşeri sermaye, Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: AB-15 ve Türkiye Üzerine Bir Uygulama” adlı çalışmanın ampirik kısmından yararlanılmıştır.

* Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: edadineri@gmail.com

EXTENDED ABSTRACT

It is emphasized in both theoretical and empirical literature that energy consumption and human capital are two determinants which have crucial role on economic growth. In recent decades, economic activities and population has been increasing and this process creates some problems such as increased energy consumption, environmental pollution, global warming and increased CO₂ emissions to the environment. Therefore, it is always recommended that countries need to produce and consume more renewable energy to ensure sustainability in economic growth and development. In today's world, many of the developed countries put special emphasis on renewable energy production and consumption. Developing countries also need to reorganize their energy policies on renewable energy.

This paper aims to investigate the effects of energy consumption and human capital on economic growth for EU-15 and Turkey over the period from 1988 to 2017. In this sense, the study highlights human capital and energy consumption variables whose effects on economic growth are supported in a large literature. The idea that energy consumption affects the economic growth as a complementary factor to capital and labor factors in production processes is an important debate. The data on real gross domestic product per capita, human capital and physical capital stock are collected from the Pen World Table database and energy consumption variable is from the BP 2019 database. The variables are converted to natural logarithm except for the human capital variable in the model.

Firstly cross-sectional dependence test is used to test whether the shock occurred in one country affects other countries. In order to investigate the cross-sectional dependence LM test is used by developing Breusch-Pagan (1980) and Pesaran et al. (2008). After that, the study employs Augmented Mean Group estimator to estimate the coefficients of independent variables. Finally, the paper uses the Dumitrescu-Hurlin panel causality test, in order to reveal possible relation among the energy consumption, human capital and economic growth.

The literature review reveals that all hypotheses related with energy consumption and economic growth relationship, namely growth hypothesis, conservation hypothesis, neutrality hypothesis and feedback hypothesis can be valid for many different countries, regions and country groups. In respect to this, it can be said that the results of the analysis on the subject do not converge on a common effect or result. As a result of the cross-sectional dependence test, it is observed that all variables include cross-sectional dependence. This situation indicates that a shock to one country affects other countries as well. Augmented mean group estimator results show that energy consumption and capital stock across the panel affects economic growth statistically significantly and positively. More specifically, 1% increase in energy consumption causes a 0.31% increase on economic growth. Human capital variable has been determined statistically insignificant. On the other hand, Belgium, Ireland, Luxembourg, Sweden and Turkey noted a positive and statistically significant relationship between human capital and economic growth. The positive and statistically significant effect of capital stock on economic growth is seen in most of the countries. The results of Dumitrescu-Hurlin (2012) panel Granger causality test shows that there is a bi-directional causality between economic growth and energy consumption and also unidirectional causal relation has found from human capital to economic growth. It is also observed that there is a unidirectional causal relation from physical capital to GDP.

It is important to note that such a policy aims to achieve efficient using of energy resources in the all production processes may support high quality economic growth. However, one can realize that such a successful policy requires also qualified human capital accumulation. To be more clear, as the number and quality of trained labor forces increase in the production process, the necessity of old techniques that requires to using more energy and capital decreases. Furthermore, more qualified human capital accumulation means that the country has an opportunity to develop and produce more renewable energy resources. Besides, innovations and technical development on energy efficiency and savings create some advantages, in order to reduce undesirable effects of environmental pollution.

Giriş

Ekonomik büyüme kavramı ekonomi tarihi boyunca insan ve toplum hayatında yaşanan gelişim ve dönüşümlere bağlı olarak çok sayıda faktörle ilişkilendirilerek açıklanmaya çalışılmıştır. Bu temelde ortaya çıkan birçok iktisadi büyüme modeli araştırmacıların çalışmaları ile her geçen gün kapsamlı bir literatürün oluşmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle Neoklasik büyüme modeli ile hızlanan süreç, günümüzde teknoloji ve nitelikli insan gücü faktörünün de içsel bir etken olarak incelenmeye başladığı içsel büyüme modellerine kapı aralamıştır. Artan dünya nüfusu ile birlikte teknolojik gelişmelere duyulan ihtiyaç temelde beşeri sermaye olarak isimlendirilmese de klasik iktisat teorisyenlerinden bu yana nitelikli işgücünün önemini ortaya koymuştur. Ekonomik büyüme kuramlarında beşeri sermayeyi dışsal etkileriyle ifade etmek yerine içsel bir faktör olarak modelleme fikrinin içsel büyüme modelleri ile başladığı görülmektedir.

İçsel büyüme modelleri temel olarak Schultz (1961, 1962) ve Becker (1962, 1964) gibi iktisatçıların görüşlerinden hareketle ortaya çıkmıştır. Söz konusu modellere öncülük eden ilk çalışmalar ise Lucas (1988) ın modeliyle ivme kazanmaya başlamıştır (Kibritçioğlu, 1998, s. 17-19). Günümüzde ise beşeri sermaye faktörü, ekonomik büyüme olgusu içerisinde çok sayıda farklı değişkenle birlikte teorik ve ampirik modellemelere konu olmaya devam etmektedir. Bu çalışma ile ekonomik büyüme üzerinde etkisi dikkate değer görülen ve literatürde desteklenen beşeri sermaye ve enerji tüketimi değişkenlerini öne çıkarmayı hedeflemektedir. Enerji tüketiminin, üretim süreçlerinde sermaye ve emek faktörlerine tamamlayıcı bir faktör olarak ekonomik büyümeyi etkileyeceği fikri önemli bir tartışma konusudur. Enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini ölçmek üzere yapılan ampirik analizler arasında ulaşılan çelişkili sonuçlar ortaya konması ise konuyu daha da tartışılmalı hale getirmektedir.

Enerji tüketimi ve büyüme ilişkisi bakımından literatürde dört farklı hipotez öne çıkmaktadır. Bunlardan birincisi enerjinin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etki yapacağı ve ülkenin enerjiye bağımlı olmakla birlikte büyümeyi artıracacağı (growth hypothesis) fikrine dayanmaktadır. İkinci hipotez üretimin daha az enerji-yoğun sektörlere kaymasıyla enerji tüketimindeki artışın büyümeyi olumsuz yönde etkileyeceği (conservation hypothesis) şeklindedir. Bu yaklaşıma göre ekonomik büyümede meydana gelecek olan bir artış, enerji tüketimini de arttıracaktır. Diğer yandan büyüme içerisinde enerji tüketiminin etkisi kısıtlı bir girdi olabileceği ve bu yüzden büyüme üzerinde çok küçük ya da nötr bir etkisinin olacağı (neutrality hypothesis) diğer bir hipotezdir. Son olarak enerji tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olabileceği ve birbirini tamamlar nitelikte etki göstereceği (feedback hypothesis) fikri de sıkça ifade edilmektedir (Apergis ve Payne, 2009, s. 212).

Literatür incelemesi bölümünde değinildiği üzere, söz konusu hipotezler analizin gerçekleştirildiği ülke ya da ülke grupları açısından farklılık gösterebilmektedir. Bu çalışmada yapılan analiz ise AB-15 ülkeleri ve Türkiye'den oluşan panele dair ampirik kanıtlar sunmayı hedeflemektedir. 2017 yılı AB-28 ülkelerinde toplam nihai enerji tüketiminin, %41,4'ü petrol tüketimine, %21,8'i doğal gaz tüketimine, %20,7'si elektrik tüketimine ayrılırken, yenilenebilir enerji tüketiminin payı % 8,8'dir (ec.europa.eu). AB ülkelerinde 2018 yılında Avrupa'da birincil enerji tüketiminde ilk sırada 323.9 milyon metrik ton petrol eşdeğeri ile Almanya yer almaktadır (Sönnichsen, 2020). Almanya'yı takiben sıralamada Fransa ve İngiltere öne çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketiminde ise bu sıralama İsveç, Finlandiya, Litvanya, Avusturya ve Danimarka olarak değişmektedir. AB ülkelerinin 2020 yılında yenilenebilir enerji tüketiminin %20, 2030 yılında ise %32 düzeyine ulaşması beklenmektedir.

Söz konusu hedefleri gerçekleştirme aşamasında ihtiyaç duyulabilecek en önemli faktörlerden biri olarak beşeri sermaye gösterilebilir. Beşeri sermaye, bireyin eğitim-öğretim ve sağlık gibi alanlarda yaptığı yatırımlar ile bilgi, beceri ve yeteneklerinin gelişmesi olarak

tanımlanabilir. Artan nüfus ve ekonomik faaliyetler, ekonomik büyümenin yanında artan enerji altyapısı talebini karşılamak için de beşeri sermaye faktörünü stratejik bir girdi haline getirmektedir. (İlesanmi ve Tewari, 2017, s. 56). Enerji ihtiyacının giderek artması ülkelerin enerji üretimi için, gelecekteki enerji tüketimi ile ilgili politikaların düzenlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu anlamda yüksek oranda ve kaliteli bir beşeri sermaye düzeyi, enerji tasarruflu teknolojilerin geliştirilmesini ve kullanımını destekleyebilecektir (Fang ve Wolski, 2016, s.2). Nelson ve Phelps (1965), eğitilmiş insanların daha çok yenilik yaptığını ve eğitimin teknolojik yayılma sürecini hızlandırdığını belirtmişlerdir. Yao, Ivanovski, Inekwe ve Smyth (2019) çalışmalarında, iyi eğitilmiş hane halklarının çevreye duyarlı ve enerji tasarrufu konusunda daha bilinçli olduklarını ifade etmişlerdir. Akram, Jangaam ve Rath (2019), beşeri sermaye düzeyinin ve enerji verimliliğinin artırılmasını destekleyecek politikaların, nihai anlamda enerji tüketimini minimize edebileceğini savunmaktadırlar.

Bu çalışmanın temel amacı, AB-15 ve Türkiye için enerji tüketimi, beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin seyrini belirlemektir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi bakımından literatürde söz edilen dört farklı hipotezden hangisinin geçerli olabileceği konusunda ampirik bulguya ulaşılması hedeflenmiştir. Bu anlamda, belirtildiği üzere beşeri sermaye faktörü, büyüme üzerindeki etkisi ve enerji tüketimini minimize edebilecek yenilikçi gelişmelere kapı aralaması potansiyeli bakımından analize dahil edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde konuyla ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde veri seti ve kullanılan ekonometrik yöntemlere dair bilgi sunulmuştur. Son olarak dördüncü bölümde ampirik bulgular ve yorumlar yer almaktadır. Literatürde genellikle enerji tüketimi ve beşeri sermaye değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ayrı ayrı incelenmektedir. Bu çalışmada ise söz konusu iki değişkenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi aynı anda ele alınmıştır. Bu nedenle, çalışmanın literatüre farklı bir bakış açısı kazandıracağı düşünülmektedir. Ayrıca, AB-15 ve Türkiye örneğinde bildiğimiz kadarıyla bu ilişkiyi inceleyen çalışma olmaması çalışmanın örneklem bazında önemini artırmaktadır.

Literatür İncelemesi

Makroekonomik düzeyde yoğun biçimde incelenen konulardan biri olan ekonomik büyüme olgusu ve büyümeyi etkileyen olumlu ve olumsuz faktörlerle ilişkisi, iktisatçıların en çok ilgi gösterdiği konular arasındadır. Bu çalışma ise, son yıllarda ekonomik büyüme tetikleyen faktörlerden beşeri sermaye ve enerji tüketimi gibi değişkenlerin etkisini öne çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda literatürde konuyla ilgili çok sayıda ampirik analize rastlamak mümkündür. Ancak araştırmacıların enerji tüketimi ve beşeri sermayenin ekonomik büyüme bağlantısına dair elde ettiği bulgular, analiz tekniklerine ve ele alınan ülke ya da ülke gruplarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Çalışmanın bu kısmında, söz konusu bulgulara dair geniş bir perspektif sunulmaya çalışılmıştır. Konuyla ilgili ampirik analizlerin çoğu iktisadi değişkenler arasındaki nedensellik ve eşbütünlük ilişkisini ortaya koyan tekniklere dayanmaktadır.

Enerji tüketiminin büyüme ile olan ilişkisini ilk analiz eden yazarlardan olan Kraft ve Kraft (1978), ABD ekonomisi için 1947-1974 dönemini kapsayan çalışmalarında, GSMH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçla enerji tasarrufunu destekleyen politikalar uygulanmasının uygun olacağı belirtilmiştir.

Erken dönemde yapılmış olan diğer bir çalışma, Yu ve Choi (1985) tarafından beş ülke (ABD, Birleşik Krallık, Polonya, Güney Kore ve Filipinler) için 1950-1976 dönemi verileri ile yapılmıştır. Bulgularda ABD, Birleşik Krallık ve Polonya için enerji tüketimi ve GSMH arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Diğer yandan Güney Kore için

GSMH'den toplam enerji tüketimine doğru, Filipinler için ise toplam enerji tüketiminden GSMH'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi belirlenmiştir.

Paul ve Bhattacharya (2004) tarafından Hindistan ekonomisi üzerinde yapılan çalışma, enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi açısından farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. 1950-1996 dönemine ait verilerin kullanıldığı analizde, hem Engle-Granger Eşbütünleşme tekniğine hem de çok değişkenli Johansen Eşbütünleşme tekniğine dayanan nedensellik testleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, her iki test sonucunun da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, giriş kısmında bahsedilen dördüncü senaryo (feedback hypothesis) ile uyumlu görünmektedir.

Bartleet ve Gounder (2010) tarafından Yeni Zelanda ekonomisi üzerinde yapılan analizde uzun dönemde enerji tüketimi, reel GSYH ve enerji fiyatları arasında ilişki bulunurken; kısa dönem için reel GSYH'den enerji tüketimine doğru Granger nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Ocal ve Aslan (2013), çalışmalarında Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini 1990-2010 verileri ile incelemişlerdir. ARDL yaklaşımının kullanıldığı çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisini tespit etmişlerdir. Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucunda ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisini ortaya çıkartmışlardır. Yenilenebilir enerji tüketiminde koruma politikasının, ekonomik büyüme üzerinde etkisi bulunmadığını ve hiç etkisinin olmayacağını ortaya koymuşlardır.

Kulionis (2013), Danimarka üzerine yaptığı çalışmasında, 1972-2012 dönemi için nötr hipotezini desteklediğini ve enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Mbraek ve Khairallah (2015), 2001-2012 dönemi için Fransa'da yenilenebilir enerji üretimi, nükleer enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki dinamikleri ve niceliksel ilişkileri analiz etmişlerdir. Çalışmalarında, Fransa'da "büyüme hipotezinin" geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kısa vadede yenilenebilir enerji üretiminden tüm enerjilerin birincil üretimine doğru %10 düzeyinde tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır.

Rafindadi ve Öztürk (2017), Almanya için 1971-2013 dönem arasındaki çeyrek veriler ile yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Böylece Almanya'da "geri bildirim hipotezinin" geçerliliği ortaya konulmuştur.

Geniş ülke grupları ya da bölge ülkeleri için yapılan analizler, incelenen her ülkeye ait bulguların farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda Lee ve Chang (2007), heterojen panel eş bütünleşme ve hata düzeltme modeli kullanarak 16 Asya ülkesi için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analiz bulguları, heterojen ülke etkisi dikkate alındığında, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Kısa dönemde değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya konulmamışken, uzun dönemde enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Büyüme hipotezine göre bu sonuç, uzun dönemde enerji tüketiminin azalmasının ekonomik büyüme üzerinde ters yönlü bir etki oluşturacağını ortaya koymaktadır.

Akinlo (2008) tarafından 11 Sahra Altı Afrika ülkesinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin ülkeler bazında farklı olduğunu ortaya koymuştur. ARDL sınır testi metodunun uygulandığı çalışmada, ele alınan ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi açısından tüm senaryoların mevcut olduğu görülmüştür. Bu nedenle her ülke için farklı bir politika setinin gerekli olabileceği vurgulanmıştır.

Bu kapsamda ele alınabilecek bir diğer çalışma olarak Chontanawat vd. (2008), 30 OECD üyesi ve 78 diğer ülke grubu için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin varlığını araştırmışlardır. Analiz bulguları, gelişmiş OECD ülkelerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin, gelişmekte olan diğer ülkelere kıyasla daha güçlü kanıtlar sunduğunu göstermiştir.

Huang, Hwang ve Yang (2008), gelir gruplarına göre ayrılan 82 ülkede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. 1972-2002 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada, düşük gelir grubunda yer alan ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Orta gelir grubunda ise, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Öte yandan, yüksek gelir grubuna dahil ülkelerde ekonomik büyümenin enerji tüketimini negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Öztürk, Aslan ve Kalyoncu (2010), tarafından enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, 51 ülke için incelenmiştir. Panel nedensellik testinde, düşük gelir gruplarında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru, orta gelir ülke gruplarında da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Apergis ve Payne (2010) tarafından 20 OECD ülkesi için panel eş bütünleşme ve hata düzeltme modelinin kullanıldığı çalışmada uzun dönemde reel GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, işgücü ve reel brüt sabit sermaye arasında uzun dönemde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Granger Nedensellik testi sonucunda yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hem uzun dönemde hem de kısa dönemde çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Menagaki (2011), 27 Avrupa ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1997-2007 döneminin incelendiği çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi ortaya konulamamıştır. Ancak yenilenebilir enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve istihdam arasında kısa dönemli ilişki bulunmuştur. Çalışmada nötr hipotezin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun sebebinin ise Avrupa'da yenilenebilir enerji kaynaklarının dengesiz ve yetersiz kullanımı ile açıklanmaktadır.

Uçan, Aricioglu ve Yucel, (2011), 1990-2011 dönemi için on beş Avrupa Birliği ülkesinde yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Heterojen Eşbütünleşme testleri sonucunda reel GSYİH, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve araştırma- geliştirme arasında uzun dönemli ilişki bulunmuşlardır. Granger Nedensellik testi sonuçlarında da yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur.

Pirlogea ve Cicea (2012), çalışmalarında yakıt aracılığı ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi karşılaştırmalı analiz yoluyla İspanya, Romanya ve AB ülkeleri için incelemiştir. Uzun dönemde hem iki ülke için hem de AB ülkeleri için toplam petrol ürünleri kaynağı ile ekonomik büyüme arasında bağlantı bulunmuştur. Kısa dönemde Romanya'da yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. İspanya'da ise doğal gaz kaynaklı enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Bhattacharya, Paramati, Ozturk ve Bhattacharya (2016), en çok yenilenebilir enerji tüketen ülke ekonomilerinde 1991-2012 dönemi için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada, uzun dönem esneklik bulgularında, yenilenebilir enerji tüketiminin seçilen ülkelerin %57'sininin, ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkisi tespit edilmiştir.

Destek ve Aslan (2017), yenilenebilir ve geleneksel enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisini geliştirmekte olan 17 ülke için analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi açısından geliştirmekte olan 12 ülke nötr hipotezinin, geleneksel enerji tüketiminde ise Çin, Kolombiya, Meksika ve Filipinler için büyüme hipotezinin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Türkiye'ye ait bulgular, geleneksel enerji tüketimi açısından çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Armeanu, Vintilă and Gherghina (2017) çalışmasında AB-28 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile sürdürülebilir ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Panel hata düzeltme modeline dayalı Panel Granger Nedensellik testi sonuçlarında sürdürülebilir büyümeden yenilenebilir enerjilerin birinci üretimine doğru, hem kısa dönemde hem de uzun dönemde tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya koymuşlardır. Çalışmada koruma hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın (2019), 26 OECD ülkesi için yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan elektrik tüketiminin ekonomik büyüme ile olan ilişkisini, Croux ve Reusens (2013) nedensellik testi kullanarak analiz etmiştir. Test bulguları, ele alınan değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bu bulgular, ele alınan örneklem için dördüncü senaryonun (feedback hypothesis) geçerli olduğu ifadesini destekler niteliktedir.

Rahman ve Velayutham (2020) tarafından, beş Güney Asya ülkesi için yapılan analizde, aynı şekilde enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel FMOLS ve DOLS tahmincilerine ait bulgular, her iki enerji tüketimi göstergesinin de ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini göstermiştir. Nedensellik testi sonuçları ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Bu durumda, söz konusu çalışma için enerji tasarrufu hipotezinin geçerli olduğu söylenebilir.

Çin ekonomisi üzerine yapılan araştırmalarda elde edilen bulgular, ekonomik büyüme sonucunda enerji tüketiminin artma eğiliminde olacağını diğer bir ifadeyle ekonomik büyümenin enerji tüketiminin nedeni olabileceğine işaret etmektedir. Chen ve Fang (2018), 2003-2012 yılları arasında Çin'in 210 şehrinin dâhil edildiği çalışmada ekonomik büyüme, endüstriyel enerji tüketimi ve beşeri sermaye arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Analizde, endüstriyel enerji tüketiminin fiziksel ve beşeri sermayeye göre ekonomik büyüme üzerinde etkisinin daha büyük olduğu saptanmıştır. Beşeri sermayenin ülkenin doğusunda ekonomik büyümeyi daha fazla desteklediği, enerji tüketiminin ise ülkenin batı ve merkez bölgelerinde büyümeye daha fazla katkı sunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Dumitrescu-Hurlin testi bulguları ise Çin'in üç büyük bölgesinde nedensellik ilişkisinin ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru olduğunu ortaya koymuştur.

Fang ve Wolski (2019), Çin'de 1965-2014 dönemi için ekonomik kalkınma ile toplam ve ayrıştırılmış enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemek için çok değişkenli doğrusal olmayan Granger Nedensellik testi uygulamışlardır. Nedensellik testinde, ekonomik büyümeden petrol tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca kömür, doğalgaz, hidroelektrik tüketimi için nötr hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, enerjiye özgü becerilerle ilişkili olarak beşeri sermayeyi iyileştirici politikaların, kirliliğin azaltılmasında etkili olabileceğini vurgulamışlardır.

Enerji tüketimi, fiziksel sermaye ve beşeri sermaye gibi değişkenlerin ekonomik büyüme ile ilişkisinin incelendiği çalışmalarda, büyümeyi yüksek düzeyde etkileyen faktörlerin fiziksel sermaye ve enerji tüketimine dayandığı izlenimi kuvvet kazanmaktadır. Fang ve Chang'ın (2016), 16 Asya Pasifik ülkesi üzerine yaptıkları çok değişkenli analizlerinde, enerji tüketimi ve fiziksel sermayenin, ele alınan bölgenin geneli için çok daha etkili bir büyüme belirleyicisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan beşeri sermaye faktörünün bu analiz

özelinde Asya Pasifik ülkelerinin ekonomik büyümesine olan katkısının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Fang, Chang and Hamori (2017), ASEAN-5 ülkelerinde enerji tüketimi, beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Hem regresyon analizinde hem de Johansen Eşbütünleşme analizinde 1965-2011 yılları arasında uzun dönemde ilişki bulunmuştur. Beşeri sermayenin fiziksel sermaye kadar önemli bir girdi olduğunu ve beşeri sermaye arttıkça enerjinin daha az önemde bir rol oynadığını belirlemişlerdir.

Alaali, Roberts and Taylor (2015), 1981-2009 döneminde petrol ihracatçısı ve gelişmiş ülkeler için enerji tüketimi ve beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Panel veri analizi sonuçlarında enerji tüketimi ve beşeri sermaye değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Eğitim sermayesinin ekonomik büyümeyi gelişmiş ülkelerde pozitif yönde etkilediği, petrol ihracatçısı ülkelerde ise negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Ilesanmi ve Tewari (2017) çalışmalarında Güney Afrika'da 1990-2015 döneminde enerji tüketimi, beşeri sermaye yatırımları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Hata düzeltme modelinin kullanıldığı çalışmada değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğu ortaya konmuştur. Nedensellik açısından ise, uzun dönemde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden de sosyal ve ekonomik altyapı yatırımlarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Hükümet tarafından sosyal ve ekonomik altyapı yatırımlarının hayata geçirilmesi ve kamu güçlendirme yolu ile beşeri sermayenin geliştirilmesine öncelik verilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Matthew, Osabohlen, Ejemeyovwl ve Fanlyl (2018), 1981-2016 dönemini ele aldığı FMOLS ve Granger Nedensellik testlerinde Nijerya için, beşeri sermaye gelişiminin büyüme ile ilişkisi olmadığını, elektrik tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada sağlık ve eğitim tesislerinin iyileştirilmesi yolu ile beşeri sermayenin geliştirilmesi, kırsal ve kentsel alanlarda elektrik ihtiyacının sağlanması gerekliliği vurgulanmıştır.

Fatima, Li ve Ahmad (2019) Pakistan'da yenilenebilir enerji üretimi, toplam enerji kullanımı, beşeri sermaye ile ekonomik performans değişkenleri arasındaki ilişkiyi uzun ve kısa dönem için tahmin etmişlerdir. 1990-2016 döneminin incelendiği çalışmada toplam enerji kullanımı, yenilenebilir enerji üretimi ve beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Aynı zamanda beşeri sermayeden yenilenebilir enerji üretimine doğru, yenilenebilir enerji üretimi ve beşeri sermayeden toplam enerji kullanımına doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Yao vd. (2019) farklı bir bakış açısı olarak çalışmalarında enerji tüketimi üzerinde beşeri sermayenin etkisini incelemişlerdir. 1965-2014 dönemi için OECD ülkelerinin incelendiği çalışmada bir standart sapmanın enerji tüketimini %15.36 azalttığını ve beşeri sermayenin çevre için pozitif dışsallıklar oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Akadiri, Alola, Akadiri ve Alola (2019) AB-28 ülkelerinde 1995-2015 dönemi için ARDL yöntemini kullanarak, yenilenebilir enerji tüketimi, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır. Dumitrescu–Hurlin Nedensellik testinde ise, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında uzun dönemli çift yönlü nedensellik ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Bashir (2019), Endonezya'da beşeri sermaye, enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada beşeri sermayeden,

enerji tüketiminden ve kişi başına gelirden, CO₂ emisyonu doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Yukarıda genel hatlarıyla derlenmiş olan literatürde, birçok farklı ülke, bölge ve ülke grubu için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde tüm hipotezlerin geçerli olabileceği görülmektedir. Bu bağlamda, konuyla ilgili yapılan analiz sonuçlarının ortak bir etki ya da sonuç üzerinde birleşmediği söylenebilir. Buna ek olarak, değerlendirilen bazı çalışmalarda beşeri sermaye ve fiziksel sermaye stokunun ekonomik büyüme ile olan ilişkisine dair de kanıtlar sunulmuştur ve çalışmalarda beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine değinilmiştir. İlgili araştırmalara ait bulguların, bu çalışmalardan elde edilecek bulgularla karşılaştırılması değerlendirme açısından önem arz etmektedir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada enerji tüketiminin, beşeri sermaye düzeyinin ve sermaye stokunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi AB-15 ülkeleri ve Türkiye özelinde panel veri yöntemiyle incelenmektedir. Ekonomik büyümenin bağımsız değişken olarak ele alındığı modelde üretim fonksiyonundan hareketle beşeri sermaye düzeyi ve sermaye stoku da yer almaktadır. Ele alınan seriler için 1988-2017 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Analizin gerçekleştirilmesinde kullanılan ekonometrik model şöyledir:

$$\ln GDP_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 \ln EC_{i,t} + \beta_3 HC_{i,t} + \beta_4 \ln K_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (1)$$

Modelde yer alan EC, birincil enerji tüketimini (milyon ton petrol eşdeğeri); GDP, 2011 Amerikan doları sabit fiyatlarıyla kişi başına reel gayri safi yurt içi hasılayı (GSYH); HC, beşeri sermaye endeksini ve son olarak K ise 2011 Amerikan doları sabit fiyatlarıyla sermaye stokunu temsil etmektedir. Kişi başına gayri safi yurt içi hâsıla, beşeri sermaye endeksi ve fiziksel sermaye stoku Pen World Table veri tabanından, enerji tüketimi değişkeni ise BP 2019 veri tabanından alınmıştır. Analizde kullanılan beşeri sermaye değişkeni dışında, diğer tüm değişkenlerin doğal logaritması alınarak modele dâhil edilmiştir.

Analizde katsayı tahminine geçmeden önce panele dâhil edilen ülkelere birinde yaşanabilecek şokun diğer ülkelere etkisi olup olmadığının test edilmesi için yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. Bu analiz için ele alınan veri setinde zaman boyutunun örneklem boyutundan büyük olması (T>N) sebebiyle Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve Pesaran vd. (2008) tarafından yeniden ele alınan LM testi dikkate alınmıştır. Yatay kesit bağımlılığı testlerinden ilki olan ve Breusch Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testine ait denklem şu şekilde ifade edilmektedir:

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \bar{P}_{ij}^2 \quad (2)$$

\bar{P}_{ij}^2 , tahmin edilen kalıntıların ikili korelasyonunu ifade etmektedir. LM_{ADJ} testlerinden hem zaman hem de yatay kesit boyutu büyüktür. Yatay kesit bağımlılığını test eden metodlardan biri olan sapması düzeltilmiş LM_{adj} testinin denklemi aşağıdaki gibidir:

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2T}{N(N-1)}\right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \bar{P}_{ij}^2 \frac{(T-k)\bar{P}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}}} \sim N(0,1) \quad (3)$$

LM_{adj} testinde μ_{Tij} ortalamayı, $\sqrt{v_{Tij}}$ varyansı ifade etmektedir. LM_{adj} testinde boş hipotez altında T→∞ ve N→∞ iken asimptotik standart normal dağılıma sahiptir.

Bu iki test kapsamında aşağıdaki hipotezler sınanmaktadır:

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Yatay kesit bağımlılığının test edildiği çalışmada Eberhardt ve Bond (2009) ile Bond ve Eberhardt (2013) tarafından geliştirilen Augmented Mean Group (AMG), katsayı tahmincisi kullanılmıştır. Uzun dönemli katsayıların tahmin edilmesinde kullanılan AMG tahmincisi yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği temel alan bir yöntemdir. AMG tahmincisi durağan olmayan değişkenlerin parametrelerinin incelenmesine olanak tanıdığı için, birim kök ya da eşbütünlük gibi yaklaşımlara gereksinim duyulmamaktadır (Destek ve Sarkodie, 2019, s. 2486). Bu yaklaşımda gözlemlenemeyen ortak faktörler dikkate alınmaktadır.

Analizde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen Heterojen Panel Nedensellik testinden yararlanılmıştır. Bu yöntem hem yatay kesit bağımlılığı hem de heterojenliği dikkate alması bakımından tercih edilmiştir. Geliştirilen doğrusal panel modelin formülasyonu şu şekildedir: (Dumitrescu ve Hurlin, 2012, s. 4-5)

$$y_{i,t} = a_i + \sum_{k=1}^K \lambda_i^k y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

Yöntem X ve Y, T döneminde N birey için gözlemlenen iki sabit değişkeni ifade etmektedir. K, bütün yatay kesit birimlerindeki optimum gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Otoregresif parametreler λ_i^k ve regresyon katsayı eğimleri $\beta_i^{(k)}$ sayesinde gruplar arasında değişimine izin verilmektedir.

Yöntemde test edilen hipotezler:

H_0 : X'ten Y'ye nedensellik ilişkisi yoktur ($\beta_i = 0$)

H_1 : Bazı yatay kesitlerde X'ten Y'ye nedensellik ilişkisi vardır ($\beta_i = 0$, ($i = 1, \dots, N_1$); $\beta_i \neq 0$, ($i = 1, \dots, N_1+1, N_1+2, \dots, N$);

Hipotezleri test etmek için her bir yatay kesit biriminde Wald istatistiği hesaplanmaktadır. Bu çerçevede oluşturulan formülasyon şu şekildedir:

$$W_{N,T}^{Hmc} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (5)$$

$W_{i,T}$, i ülkesi için nedensellik ilişkisinin test edilmesi amacıyla her yatay kesit birimde bireysel Wald test istatistiğini göstermektedir.

Analiz Sonuçları

Enerji tüketimi, beşeri sermaye ve fiziksel sermaye stokunun ekonomik büyüme üzerinde etkisinin incelendiği çalışmada yatay kesit bağımlılığı testi, AMG tahmincisi ve Dumitrescu-Hurlin (2012) Panel Granger nedensellik testi sonuçları aşağıda yorumlanmıştır. Tablo 1: Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları

Değişkenler	LM	LM _{adj}
LnGDP	1763.27 (0.000)	49.958 (0.000)
HC	1307.40 (0.000)	36.333 (0.000)
LnK	1838.27 (0.000)	45.216 (0.000)
LnEC	1578.86 (0.000)	35.598 (0.000)

Tablo 1'de yer alan LM ve LM_{adj} test sonuçlarında, tüm değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı içerdiği görülmektedir. H_0 hipotezinin reddedildiği bu bulgulara göre, ülkelerden

herhangi birine gelen bir şokun diğer ülkeleri de etkilediği yorumu geçerli görülmektedir. Yatay kesit bağımlılığı testi sonuçlarının elde edilmesinden sonra, AMG tahmincisi ile hem ülke bazlı hem de panelin geneline ait uzun dönem katsayı tahminlerine yer verilmiştir.

Tablo 2: Panel AMG Tahminci Sonuçları (Bağımlı değişken lnGDP)

Ülkeler	lnEC	HC	lnK
Avusturya	0.740 (0.000)***	-0.818 (0.467)	0.380 (0.000)***
Belçika	-0.119 (0.164)	0.707 (0.075)*	0.241 (0.000)***
Almanya	-0.124 (0.709)	2.198 (0.196)	0.286 (0.000)***
Danimarka	0.006 (0.824)	-1.335 (0.006)***	0.369 (0.000)***
Finlandiya	-0.309 (0.063)*	-3.753 (0.006)***	0.424 (0.001)***
Yunanistan	1.061 (0.000)***	0.508 (0.596)	0.134 (0.151)
Fransa	-0.504 (0.608)	0.666 (0.202)	0.112 (0.003)***
İtalya	0.363 (0.000)***	-1.171 (0.010)***	0.276 (0.000)***
İrlanda	0.456 (0.136)	9.169 (0.001)***	-0.221 (0.088)*
Lüksemburg	0.138 (0.007)***	0.802 (0.022)**	0.379 (0.000)***
Hollanda	0.330 (0.000)***	-0.056 (0.955)	0.096 (0.037)**
Portekiz	0.936 (0.000)***	-1.084(0.113)	0.271 (0.001)***
İsveç	0.240 (0.076)*	2.202 (0.007)***	0.143 (0.024)**
İspanya	0.521 (0.000)***	-0.345 (0.336)	0.267 (0.000*)**
Birleşik Krallık	0.216 (0.309)	-0.824 (0.304)	0.184 (0.008)***
Türkiye	0.650 (0.000)***	1.309 (0.010)***	0.289 (0.000)***
Panel	0.316 (0.001)***	0.511 (0.456)	0.227 (0.000)***

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade etmektedir. ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 2'deki analiz sonuçlarında, panele dahil edilen 10 ülkede enerji tüketimi değişkeninin ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı etkisi görülmektedir. Tahminci bulguları, Avusturya, Yunanistan, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Portekiz, İspanya ve Türkiye için enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi %1 anlam düzeyinde pozitif etkilediğini göstermektedir. Etkinin şiddetini göstermesi bakımından, sırasıyla Yunanistan, Portekiz, Avusturya ve Türkiye en yüksek katsayıya sahip ülkeler olarak öne çıkmaktadır. AB-15 ve Türkiye genelinde ise enerji tüketiminde yaşanacak %1'lik bir artış durumunda ekonomik büyüme üzerinde %0.31'lik bir artışa neden olacağı beklenmektedir. Öte yandan, AB-15 ve Türkiye paneli için beşeri sermaye değişkeni ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki pozitif yönlü olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aslında bu sonuç, Fang ve Chang (2016) tarafından 16 Asya-Pasifik ülkesi için elde edilen sonuçla benzerlik göstermektedir. Ancak ülke bazlı sonuçlara bakıldığında, Belçika, İrlanda, Lüksemburg, İsveç ve Türkiye özelinde beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. Son olarak panelin geneli ve ülkeler için bireysel olarak elde edilen bulgulara göre, Yunanistan dışında fiziksel sermaye stoku ile ekonomik büyüme değişkeni arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin varlığı net bir biçimde görülmektedir.

Analize konu alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü gösteren Dumistrescu ve Hurlin (2012) Panel Granger nedensellik testi sonuçlarına Tablo 3'de yer verilmektedir.

Tablo 3: Dumitrescu ve Hurlin Panel Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Değişkenler	k=1	k=2	k=3
W- stat Test İstatistiği			
lngdp → lnec	2.91924 (0.0000)***	5.3534 (0.0000)***	6.01032 (0.0000)***
lnec → lngdp	2.57207 (0.0000)***	5.03881 (0.0000)	6.310888 (0.0000)
hc → lnec	1.666191 (0.1617)	2.08178 (0.8458)	2.48607 (0.2727)
lnec → hc	0.95525 (0.7485)	2.95811 (0.2225)	4.59139 (0.1171)
lnk → lnec	3.10509 (0.7538)	2.68004 (0.4298)	1.63062 (0.1857)
lnec → lnk	2.4060 (0.2310)	1.49792 (0.2482)	0.99692 (0.8265)
hc → lngdp	4.69617 (0.0892)*	4.49157 (0.0000)***	3.60063 (0.0000)***
lngdp → hc	3.31261 (0.9592)	1.82505 (0.5375)	1.61270 (0.2015)
lnk → lngdp	2.29570 (0.0033)***	4.19099 (0.0011)***	4.64815 (0.0912)*
lngdp → lnk	0.77247 (0.4440)	2.13277 (0.9121)	2.39084 (0.2235)
lnk → hc	1.08033 (0.9871)	2.18564 (0.9812)	4.45955 (0.1614)
hc → lnk	0.95233 (0.7431)	1.46955 (0.2296)	1.91886 (0.0696)**

Not: k: gecikme uzunluğunu, parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir. ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 3’de yer alan panel Granger Nedensellik testinde değişkenler birinci dereceden fark değerleriyle analize dahil edilmiştir. Analizde her üç gecikme uzunluğunda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu bulgulara göre, AB-15 ve Türkiye için geri bildirim hipotezinin (feedback hypothesis) geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda hem enerjinin hem de büyümenin birbirini tamamladığını, enerji ve büyümeye yönelik politikaların birlikte izlenmesinin gerekliliği söz konusu ülkeler için önemli bir politika olarak öne sürülebilir.

Nedensellik testi bulgularına göre, beşeri sermaye ve enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Ele alınan ülke gruplarının beşeri sermayeye yönelik politikaları ile enerji üretimi ve tüketiminde yenilikler sağlayabilir. Beşeri sermayenin gelişimi ile fiziki sermayenin etkinliği artırılmakta ve teknolojik gelişmeler uyarılmaktadır (Karataş ve Çankaya, 2010, s. 29). Teknolojik gelişmeler ve ilerlemeler, sınırlı olan enerji kaynaklarına

alternatif olarak çevreci, tasarruflu ve verimli enerji üretimini sağlayabilir. Beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide ise beklentilerle uyumlu olarak ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Fiziksel sermayeden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve fiziksel sermaye değişkenleri arasındaki ilişki, ülkelerin milli geliri arttıkça enerji ile sermaye arasındaki tamamlayıcılık ilişkisinden hareketle enerji kullanan sermaye stoku ve dolayısıyla enerji talebinin de artacağı şeklinde açıklanabilir (Aydın, 2010, s. 326).

Sonuç

Küreselleşen dünyada ekonomik büyüme üzerinde enerji tüketimi ve beşeri sermayenin rolü gün geçtikçe artmaktadır. Gerek AB üyesi ülkeler gerekse üyeliğe aday Türkiye’de enerji sektörünün dışa bağımlı olması ve enerjinin önemli bir girdi olduğu bilinen bir gerçektir. Bu anlamda iktisadi faaliyetlerin vazgeçilmez girdilerinden biri olan enerji konusunda uygulanabilecek akıllı ve stratejik politikalar hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada söz konusu politikaların başarıyla uygulanması için izlenmesi gereken yolun güçlü bir beşeri sermaye yapısının oluşturulması ile mümkün olacağı ve enerji tasarrufunu destekleyen yenilikçi politikaların gerekliliği vurgulanmaktadır.

Bu çalışmada AB-15 ülkeleri ve Türkiye için enerji tüketimi, beşeri sermaye ve fiziksel sermaye stokunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1988-2017 dönemine ait veri setiyle incelenmiştir. Söz konusu ülkeler için oluşturulan panele ait ampirik bulgular, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif korelasyonun varlığını işaret etmektedir. Nedensellik testi sonuçlarında ise ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Analizde yer alan ülkeler için *geribildirim hipotezinin* geçerli olduğunu ifade edebiliriz. Bu durumda, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tamamlayıcılık ilişkisinin olduğunu ifade edebiliriz. Bu kapsamda kaliteli bir beşeri sermaye birikimine sahip olan ülkelerde enerjinin verimli kullanımı, arz güvenliği, taşıma-dağıtım ve enerji ile ilgili ileri teknolojik süreçlerin geliştirilmesiyle yenilenebilir enerji kullanımının artması gibi hedeflere daha kolay ulaşılabilir. AB ve Türkiye’nin de üzerinde önemle durduğu yenilenebilir enerji kullanımının artması ise enerjide dışa bağımlılık probleminin çözümüne olumlu katkı sağlayacaktır. Özellikle Türkiye’nin yüksek düzeyde gerçekleştirdiği enerji ithalatını azaltması, yenilenebilir enerji kaynakları üretmesi, uygun ve verimli teknolojiler ile mümkündür. Enerji alanında yapılan iyileştirmeler ile Türkiye kronik hale gelen cari açık sorununu giderebilecektir.

Çalışmada beşeri sermayenin ele alınan ülke grubu için ekonomik büyümeye katkısı pozitif görünmekle birlikte aralarında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ancak nedensellik testi bulgularından elde edilen sonuçlar beşeri sermayenin büyüme sürecine olan katkısını teorik ve ampirik literatürle uyumlu olacak biçimde kanıtlamaktadır. Ülke bazında değerlendirildiğinde ise Belçika, Finlandiya, İrlanda, İtalya, İsveç, Lüksemburg ve Türkiye için beşeri sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini gösteren katsayı anlamlı ve pozitif yöndedir. Ayrıca AMG tahminci sonuçlarında, fiziksel sermaye stokunun ekonomik büyüme üzerinde etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir. Ülke bazlı ve panel geneli incelendiğinde fiziksel sermaye stokunun ekonomik büyüme üzerinde etkisinin beşeri sermayeden daha çok olduğunu söylenebilir. Çevreye verilen zararın en aza indirgenmek, CO₂ emisyonunun azaltılması için yenilenebilir enerji üretimini artıracak enerji verimliliği ve tasarrufu ile ilgili yenilikçi adımlar ancak beşeri sermaye ile gerçekleştirilmelidir. Bu ise politika yapıcıların beşeri sermayeye yönelik politikaları daha kapsamlı ve planlı bir biçimde geliştirmesi ile mümkün olabilecektir.

Kaynakça

Akadiri, S.S., Alola, A.A., Akadiri, A.C. ve Alola, U.V. (2019). Renewable energy consumption in EU-28 countries: Policy toward pollution mitigation and economic sustainability. *Energy Policy*, 132, 803–810.

- Akinlo, A.E. (2008). Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from 11 Sub-Saharan Africa Countries. *Energy Economics*, 30, 2391-2400.
- Akram, V., Jangaam, B. ve P. Rath, N. B. (2019). Does Human Capital Matter for Reduction Energy Consumption in India?, *International Energy Sector Management*, Cilt. 13(2).
- Alaali, F., Roberts, J. ve Taylor, K. (2015). The Effect of Energy Consumption and Human Capital on Economic Growth: An Exploration of Oil Exporting and Developed Countries. *Sheffield Economic Research Paper Series*, June.
- Apergis, N. ve Payne J.E. (2009). Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a Panel Cointegration and Error Correction Model. *Energy Economics*, 31, 211-216.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. "Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries," *Energy Policy* 38, 656–660 (2010).
- Armeanu, D. Ş., Vintilă, G., ve Gherghina, Ş. C. (2017). Does renewable energy drive sustainable economic growth? multivariate panel data evidence for EU-28 countries. *Energies*, 10(3), 381.
- Aydın, F. (2010). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340.
- Aydın, M. (2019). Renewable and Non-renewable Electricity Consumption-Economic Growth Nexus: Evidence from OECD Countries. *Renewable Energy*, 136, 599-606.
- Bano, S., Zhao, Y., Ahmad, A., Wang, S. ve Liu, Y. (2018). Identifying the Impacts of Human Capital on Carbon Emissions in Pakistan. *J. Clean Prod*, 183: 1082-1092.
- Bartleet, M. ve Gounder, R. (2010). Energy consumption and economic growth in New Zealand: Results of trivariate and multivariate models. *Energy Policy*, 38(7), 3508–3517.
- Bond, S. ve Eberhardt, M. (2013). *Accounting for unobserved heterogeneity in panel time series models*. Nuffield College, University of Oxford, Mimeo.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., ve Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Breusch T.S. ve Pagan, A. R. (1980). The Langrange Multiplier Test and its applications to model specification in econometrics. *Rev. Econ. Stud.*, 47, 239-253.
- Chen, Y. ve Fang, Z. (2018). Industrial Electricity Consumption, Human Capital Investment and Economic Growth in Chinese Cities. *Econ Model*, 169:205-219.
- Chontanawat, J., Hunt, L. C. ve Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 209–220.
- Destek, M. A. ve Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of Environmental Kuznets Curve for Ecological Footprint: The Role of Energy and Financial Development, *Science of The Total Environment* 650, 2483-2489.
- Destek, M.A. ve Aslan, A. (2017). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*, Vol 111, 757-763.
-

- Dumitrescu, E. I. ve Hurlin, C., (2012). Testing for Granger noncausality in heterogeneous panels, *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Eberhardt, M. ve Bond, S., (2009). Cross- Section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator.
- Fang, Z., Chang, Y. ve Hamori, S. (2017). Human capital and energy: A diver or drag for economic growth?. *The Singapore Economic Review*, 1750016.
- Fang, Z. ve Chang, Y. (2016). Energy, Human Capital and Economic Growth in Asia Pacific Countries- Evidence from a Panel Cointegration and Causality Analysis, *Energy Economics*, 56, 177-184.
- Fang, Z. ve M. Wolski, (2019). Human Capital, Energy and Economic Growth in China: Evidence from Multivariate Nonlinear Granger Causality Tests, *Empirical Economics*, 1-26.
- Fatima, N., Li, Y. ve Ahmad, M. (2019). Analyzing long-term empirical interactions between renewable energy generation, energy use, human capital, and economic performance in Pakistan. *Energ Sustain Soc* 9, 42 <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0228-x>
- Huang, B. N., Hwang, M. J. ve Yang, C. W. (2008). Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: a dynamic panel data approach. *Ecological economics*, 67(1), 41-54.
- Ilesanmi, D. K. ve Tewari, D. D. (2017). Energy Consumption, Human Capital Investment and Economic Growth In South Africa: A Vector Error Correction Model Analysis. *OPEC Energy Review*, March,
- Karataş, M. ve Çankaya, E. (2010). İktisadi kalkınma sürecinde beşeri sermayeye ilişkin bir inceleme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (3), 29-55.
- Kibritçioglu, A. (1998). İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri. *AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, Cilt 53, No 1-4, 207-230.
- Kraft, J. ve Kraft A. (1978). On The Relationship between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401-403.
- Lee, C.C. ve Chang, C.P. (2007). Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economics: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data. *Resource and Energy Economics*, 30, 50-65.
- Matthew, O., Osabohlen, R., Ejemeyovwl, J. ve Fanlyl, F. F. (2018). Electricity Consumption and Human Capital Development In Nigeria: Exploring the Implications for Economic Growth. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(6), 8-15.
- Mbarek, M. B., Khairallah, R., ve Feki, R. (2015). Causality relationships between renewable energy, nuclear energy and economic growth in France. *Environment Systems and Decisions*, 35(1), 133-142.
- Menegaki, A. N., (2011). Growth and Renewable energy in Europe: A Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis, *Energy Econ*, 33(2), 257-263.
- Nelson, R. R. ve Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American economic review*, 56(1/2), 69-75.
- Ocal, O., ve Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and sustainable energy reviews*, 28, 494-499.
-

- Öztürk, I., Aslan, A., ve Kalyoncu, H. (2010), Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries, *Energy Policy*, 38, 4422-4428.
- Paul, S. ve Bhattacharya R.N. (2004). Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results. *Energy Economics*, 26, 977-983.
- Pesaran, M. H. , Ullah A., ve Yamagata, T. (2008), A Bias Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *Econometrics Journal*, 11, 105-127.
- Pirlogea, C., ve Cicea, C. (2012). Econometric perspective of the energy consumption and economic growth relation in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5718-5726.
- Rafindadi, A. A., ve Ozturk, I. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130-1141.
- Rahman, M.M. ve Velayutham, E. (2020). Renewable and Non-renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus: New Evidence from South Asia. *Renewable Energy*, 147, 399-408.
- Salim, R., Yao, Y., ve Chen, G. S. (2017). Does human capital matter for energy consumption in China?. *Energy Economics*, 67, 49-59.
- Sönnichsen, N. (2020). *Primary energy consumption in selected European countries 2018*. <https://www.statista.com/statistics/332520/primary-energy-consumption-in-selected-countries-in-europe/>
- Ucan, O., Aricioglu, E., ve Yucel, F. (2014). Energy consumption and economic growth nexus: Evidence from developed countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 411.
- Yao, Y., Ivanovski, K., Inekwe, J., ve Smyth, R. (2019). Human capital and energy consumption: Evidence from OECD countries. *Energy Economics*, 84, 104534.
- Yu. E.S.H. ve Choi J.Y. (1985). The Causal Relationship Between Energy and GNP: An International Comparison. *The Journal of Energy and Development*, 10(2), 249-272.
- What kind of energy do we consume in the EU?* <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-3a.html>. Erişim tarihi: 25.02.2020
- What is the share of renewable energy in the EU?* <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-4c.html> Erişim tarihi: 25.02.2020
- Five dimensions of the energy union* <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/energy-union>. Erişim tarihi: 25.02.2020
-