

## Seçilmiş OECD Ülkelerinde Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri

### Effects of Energy Consumption on Economic Growth in Selected OECD Countries

Kerem ÖZEN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye, keremozen5@gmail.com

Orcid No: 0000-0003-2264-2787

Cemalettin LEVENT, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye, cemalettin\_65\_@hotmail.com

Orcid No: 0000-0001-7147-1027

*Öz: Enerji, ekonomik büyüme ve kalkınma üzerinde oldukça etkili faktörlerin başında yer almaktadır. Nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşmenin etkisiyle dünya genelinde enerjiye duyulan ihtiyaç sürekli artmaktadır. Enerjiye hayatın her alanında ihtiyaç duyulmasının yanında özellikle büyük ölçekli sanayi ülkelerinde enerji son derece önemli bir yer tutmaktadır. Öte yandan enerjinin ekonomik büyümeye de çok sayıda katkıları bulunmuştur. Bundan dolayı gelişmiş ülkelerin temelinde enerji başlıca etken olmaktadır. Bu bağlamda literatürde çok sayıda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme konuları ile ilgili çalışmalar yer almaktadır. Ancak bazı ülkelerde enerji üretiminin enerji tüketimini karşılayamadığı da bilinmektedir. Bu bağlamda arzı kısıtlı olan doğal kaynakların ekonomik büyüme analizlerinde oldukça önemli bir yer tutukları görülmektedir. Bu amaçla çalışmada 2000-2019 yılları arasındaki enerji tüketimi ve ekonomik büyüme verileri kullanarak seçilmiş OECD ülkelerinde (Belçika, İspanya, Fransa, İtalya, Avusturya, Polonya, Portekiz, İsveç, Norveç, Birleşik Krallık) değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığı incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda Dünya Bankasından elde edilen verilerle STATA ekonometrik analiz paket programıyla analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin tespit edildiği söylenilebilir. Westerlund eşbütünleşme test sonucuna bakıldığında ise ortalama olarak %5 anlamlılık düzeyinde eş bütünleşmenin olmadığı hipotezini reddedilmektedir.*

*Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Enerji, OECD*

*JEL Sınıflandırması: A12, F41, J44, L72*

*Abstract: Energy is one of the most influential factors on economic growth and development. With the effect of population growth, industrialization and urbanization, the need for energy is constantly increasing around the world. In addition to the need for energy in all areas of life, energy has an extremely important place especially in large-scale industrial countries. On the other hand, energy has made many contributions to economic growth. Therefore, energy is the main factor in the basis of developed countries. In this context, there are many studies on energy consumption and economic growth in the literature. However, it is also known that in some countries, energy production cannot meet the energy consumption. In this context, it is seen that natural resources, whose supply is limited, have a very important place in economic growth analysis. For this purpose, it is aimed to examine whether there is a causal relationship between the variables in selected OECD countries (Belgium, Spain, France, Italy, Austria, Poland, Portugal, Sweden, Norway, United Kingdom) using energy consumption and economic growth data between 2000-2019. In this context, analyzes were made with the data obtained from the World Bank with the STATA econometric analysis package program. As a result of the analysis, it can be said that a one-way causality relationship between economic growth and energy consumption has been determined. Considering the Westerlund cointegration test result, the hypothesis that there is no cointegration at the 5% significance level is rejected.*

*Keywords: Economic Growth, Energy, OECD*

*JEL Classification: A12, F41, J44, L72*

#### **Makale Geçmişi / Article History**

Başvuru Tarihi / Date of Application : 27 Ocak / January 2022

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 12 Şubat / February 2022

© 2022 Journal of Yaşar University. Published by Yaşar University. Journal of Yaşar University is an open access journal.

## 1. Giriş

Enerji kavramı insanoğlunun varoluşundan beri ele alınan önemli faktörlerden biridir. İlk zamanlarda temel ihtiyaçların karşılanmasında kullanılan enerji Sanayi Devrimi ile daha farklı boyutlara evirilerek yeni boyutlar kazanmıştır. Sanayi Devrinin başlamasından sonra enerjiye duyulan ihtiyaç daha da artmış ve daha fazla enerji için yeni kaynak arayışları ortaya çıkmıştır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra büyüme sürecine giren ülkelerin, enerji kaynaklarına olan ihtiyacı daha da artmıştır. Böylece enerji kullanımı artmış ve enerji kullanımının artmasıyla birlikte çevresel sorunların da ortaya çıkması kaçınılmaz olmuştur.

1970'ten sonra meydana gelen petrol krizleri enerji tüketiminin önemini daha da arttırmıştır. Önemi artmaya başlayan enerji tüketiminin daha sonra ekonomik kalkınmanın da üzerinde etkili olan önemli bir girdi haline gelmesiyle başlayan bu önemlilik derecesi küresel bir nitelik kazanmıştır. Bundan dolayı dünyadaki hemen hemen çoğu ülkenin enerjiye talebi ve enerjiye bağlılığı artmıştır. Aynı zamanda ülkeler bu konuda alternatif enerji kaynak arayışlarına girmişlerdir. Enerji, bir ülkenin uluslararası nitelikteki politikalar belirlenmesi ve ülkenin gelişmişlik düzeyi üzerinde önemli bir etkidir. Ülkenin gelişmişlik düzeyi ile sahip olduğu enerji miktarı arasındaki paralellik düşünüldüğünde yeryüzünde meydana gelen savaşların çoğunun temelinde enerji kaynakları ve bu enerji kaynaklarına sahip olma fikri yer aldığı söylenilebilir. Bu bağlamda enerji kaynaklarının varlığı ekonomik büyüme üzerinde oldukça etkili olduğu söylenilebilir. Öte yandan enerji kaynaklarına detaylı bakıldığında enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alırken kömür, doğal gaz ve petrol yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

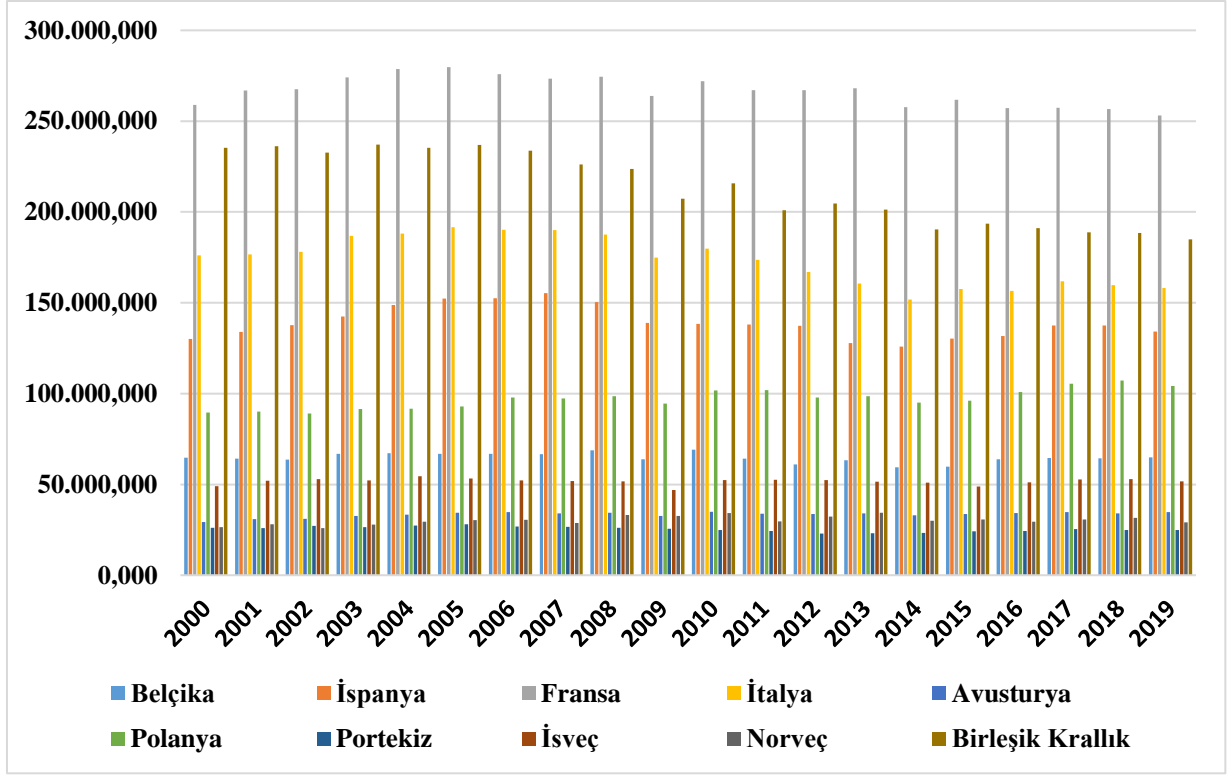
Dünyada gittikçe artış göstermeye başlayan küresel kriz ve iklim değişiklikleri enerji tüketimi büyüme arasındaki ilişkiyi daha da önemli hale getirmektedir. Bu bağlamda değişkenler arasındaki ilişki çoğu çalışmada yer almıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu ise Kyoto Protokolü anlaşması çerçevesinde ortaya çıkmıştır. Literatürdeki ekonomik teoriler ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında bir ilişkinin var olduğunu söylemektedir. Bu iki değişkenle yapılan çalışmalar son zamanlarda enerji ekonomisine oldukça katkı sağlamıştır. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında gelişmekte olan ülkelerin genellikle enerji miktarlarını arttırmaları sayesinde gelişmişlik düzeylerini arttırdıkları görülmektedir. Enerji kavramı geçmişten günümüze vazgeçilmez kaynaklardan biri olmuştur. Ülkelerin ekonomik kalkınmasında başlangıçta tarımsal faaliyetlerin öneminin yüksek olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda endüstrileşme sürecinde enerjinin yoğun olarak kullanmasında dolayı enerji faktörünün ekonomik kalkınma ve büyüme konusunda ne kadar önemli bir yere sahip olduğu

vurgulanmaktadır. Enerji konusunun her geçen gün daha da önem kazanmasından dolayı enerji kavramı ile ilgili çalışmaların gittikçe artmasına sebep olmuştur. Enerjinin sanayi üretiminde zorunlu bir girdi olması ülkelerin büyümesi, gelişmesi ve kalkınması konusunda enerjiyi etkin bir role bürümüştür. Böylece iletişim, sanayi, ulaşım gibi hemen hemen hayatın her alanında enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkelerin kalkınma süreçlerinde enerji kavramının oldukça önemli bir yer tutmasının sebebi diğer sektörler ile arasında meydana gelen ilişkiden kaynaklanmaktadır. Günümüzde dünya ülkelerinin gelişmişlik düzeyleri enerji kaynakları ve bu enerji kaynaklarına sahip olmaları ile ölçülmektedir. Bundan dolayı bir ülke ne kadar enerji kaynakları fazla ise sosyal refahı ve milli güvenlik statüsünde o derece iyi olduğu söylenilebilir. Öte yandan bir ülkenin sahip olduğu enerji kaynakları o ülkenin ekonomik durumu, tüketim alışkanlıkları hakkında da bilgi vermektedir. Bu bağlamda seçilmiş OECD ülkeleri çerçevesinde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amacıyla bu çalışma alınmıştır.

## **2. Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi**

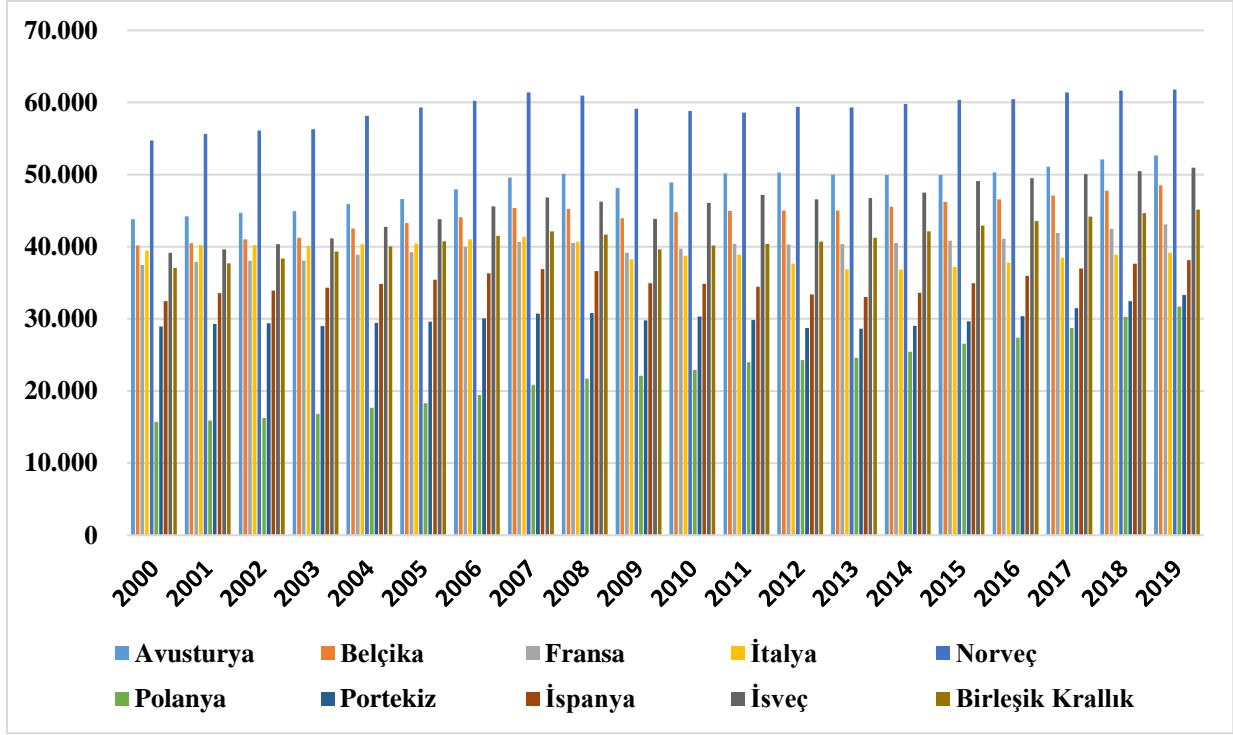
Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çok yakın bir ilişki olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda enerji tüketimi GSYİH ile de doğru orantı olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı büyüme hızları yüksek olan ülkelerin enerji tüketimleri de fazla olmaktadır. Enerji, ekonomik büyüme üzerinde etkili olan tek faktör olmamasına rağmen ekonomik büyüme de oldukça büyük bir öneme sahiptir (Aslan& Yamak, 2006: 54). Enerjiye olan talebe bakıldığında tüketicilerin faydalarını zirveye çıkarmakta, buna karşın enerji arzına bakıldığında üretimi hayata geçirmek için sermaye, emek ve hammaddenin yanında üretim sürecine temel faktör olarak dâhil olmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin ekonomik büyümelerinin sosyal gelişmişlikleri üzerinde de oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Sanayileşme oranının yükselmeye başlamasıyla enerji tüketimindeki artış gelişmekte olan ülkelere kıyasla daha fazla olmuştur. Bundan dolayı ekonominin gelişmişlik seviyesi enerji tüketimi ile bağlantılı bir kavramdır. Milli hasılanın artmasıyla beraber enerji tüketiminde meydana gelen artış enerji kavramının üretim üzerinde de önemi olduğunu göstermektedir (Aktaş & Alioğlu, 2012: 285). Enerji tüketiminin ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre etkili olmasının yanında ülkelerin kendi bünyesindeki uluslararası politikalar üzerinde de etkisi mevcuttur. Dünya üzerindeki çoğu ülkelerin politikaları arasında enerji kaynaklarına sahip olma fikri yer almaktadır. Bu bağlamda enerji talebindeki artış ve kaynakların kullanımı ekonomik büyüme üzerinde önemli bir katkı sağlamaktadır. (Korkmaz & Develi, 2012: 2)



Şekil 1. Seçilmiş OECD Ülkelerinde Enerji Tüketimi (2000-2019)

*Kaynak: Dünya Bankası, Enerji Tüketimi Verileri*

Şekil 1’de seçilmiş OECD ülkelerinde 2000-2019 yılları arası tüketilen enerji miktarları terajoule ölçüm birimi cinsinden gösterilmiştir. Şekil dikkatlice incelendiğinde yıllar itibari ile enerji tüketiminin en yüksek olduğu ülke Fransa olduğu görülmektedir. 2005 yılı itibari ile Fransa’nın hane halkı bazında (terajoule) tüketilen enerji miktarı 276.768,095 olarak tespit edilmiştir. Öte yandan enerji tüketiminin en az olduğu ülkeye bakıldığında ise Norveç’in hane halkı bazında (terajoule) 2002 yılı itibari ile (25.906,068) en az enerji tüketen ülke olduğu tespit edilmiştir. Enerji tüketiminin hem sanayi hem de teknoloji sektöründeki etkileri göz önüne alındığında enerji tüketimine bağlı olarak ülkelerin gelişmişlik seviyeleri paralellik gösterdikleri söylenebilir. Şekil 1’deki verilerden de anlaşıldığı gibi kullanılmış olan enerji miktarlarının ülkelerin gelişmişlik seviyelerini etkilediği söylenebilir.



Şekil 2. Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme/Dolar (2000-2019)

*Kaynak: Dünya Bankası, GSMH Verileri*

Şekil 2’de seçilmiş OECD ülkelerinde 2000-2019 yılları arası ekonomik büyüme gayrisafi yurt içi hâsıla (harcama yaklaşımı, sabit fiyatlarla/dolar) cinsinden gösterilmiştir. Şekil dikkatlice incelendiğinde yıllar itibari ile ekonomik büyümenin en yüksek olduğu ülke Norveç olduğu görülmektedir. Norveç’in ekonomik büyümesinin ulaştığı en yüksek seviye yıllık 61.772/dolar olarak 2019 yılında olduğu görülmektedir. Öte yandan ekonomik büyümenin en az olduğu ülke ise Polonya olduğu tablodaki istatistiki verilerden anlaşılmaktadır. Polonya’nın ekonomik büyümesi yıllık 15.712/dolar olarak 2000 yılında en az olduğu görülmektedir. Ekonomik büyüme kavramı kişi başına düşen gayrisafi milli hâsıla oranından hesaplandığı için şekil 2’ye bakıldığında ekonomik büyüme oranını en yüksek olduğu ülke olan Norveç’in kişi başına düşen yıllık gelir 50.000-60.000 dolar civarındadır. Ekonomik büyüme oranları ile şekil 1’deki enerji tüketim miktarları karşılaştırıldığında bunlar arasında ters orantı ve böylece enerji tüketimi yüksek olan ülkelerde ekonomik büyüme oranları oldukça düşük çıkmıştır. Örneğin Fransa’da enerji tüketiminin en yüksek olduğu yıllarda ekonomik büyümenin düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

### 3. Literatür Taraması

Enerji tüketimi ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Korkmaz ve Develi'nin (2012) yaptıkları çalışmada nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Bu amaçla Türkiye’deki 1960-2009 yılları arasındaki verileri kullanmışlardır. Ekonometrik analiz için

Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda ele alınan dönem için enerji üretimi ile GSYİH arasında uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Aynı zamanda enerji tüketimi ile GSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bir diğer benzer çalışma ise Ergün ve Polat'ın (2017) yapmış oldukları çalışmadır. Çalışmada 1980 - 2010 yılları arasında G7 ülkelerinin elektrik tüketimi ve ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ekonometrik analiz olarak eş bütünleşme ve Dumitrescu – Hurlin testleri uygulanmıştır. Öncelikle değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Dumitrescu - Hurlin test sonucunda GSYH ve elektrik tüketimi ile CO2 emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Buna rağmen elektrik tüketiminden CO2 emisyonuna tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Benzer çalışmalardan bir diğeri ise Abdieva ve Oskonbaeva (2015) çalışmasıdır. Çalışmada MENA bölgesinde bulunan ülkelerin karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisini test etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 1988-2010 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen verilere göre yenilenebilir enerji ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Aynı zamanda büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki geri beslenme hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Nedensellik test sonucuna göre ise değişkenler arasında karbondioksit emisyonundan yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğunu tespit etmişlerdir. Uzun ve ark. (2013) çalışmalarında Türkiye'de ekonomik büyüme ve elektrik enerjisi üretimi arasındaki ilişkiyi test etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 1980-2010 dönemi verilerini kullanmışlardır. Ekonometrik analiz olarak Vektör Hata Düzeltme Modelini (VECM) kullanmışlardır. Analiz neticesinde GSYİH ile toplam elektrik üretimi arasında uzun dönemli tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğuna ulaşmışlardır. Altıntaş (2013) çalışmasında Türkiye'de birincil enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığını test etmeyi amaçlamışlardır. Ekonometrik analiz olarak panel eş bütünleşme yöntemini kullanmıştır. Analiz sonuçlarına göre değişkenler arasında bir eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Daha sonra birincil enerji tüketimi ve ekonomik büyümeden karbondioksit emisyonuna doğru kısa dönem tek yönlü nedensellik olduğunu tespit etmiştir. Aydın (2010) çalışmasında ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu amaçla, 1996-2004 dönemindeki veriler kullanılmıştır. Ekonometrik analiz olarak En Küçük Kareler Yöntemini uygulamıştır. Analiz sonucunda ise ekonomik büyümenin enerji tüketimi üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Doğan (2010) çalışmasında Türkiye enerji politikaları, enerji kaynakları, dışa bağımlılık oranı, açısından enerji çeşitleri ve özelliklerini incelemiştir. Bu amaç

doğrultusunda 1980-2008 dönemine ait verileri kullanılmıştır. Analiz olarak eş bütünleşme testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre verilerin durağan oldukları sonucuna varılmıştır. Kısa dönemde eş bütünleşme testi yapıldığında GSMH ile enerji tüketimi arasında meydana gelen dengesizliklerin belli bir süreden sonra tekrar dengeye geldiğine ulaşılmıştır. Kızılkaya ve ark (2016) yaptıkları çalışmada Türkiye’de karbondioksit emisyonu, ulaşım sektörü enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasında ilişki olup araştırmışlardır. Bu bağlamda 1967-2010 dönemi verilerini kullanmışlardır. Analiz yöntemi olarak Johansen (1990) Maksimum Olabilirlik-İz yöntemi uygulamışlardır. Analiz sonucunda değişkenlerin birinci derecede durağan çıktıklarını tespit etmişlerdir. Böylece Türkiye’de karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, ulaşım sektörü enerji tüketimi ve dışa açıklık değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

#### 4. Veri Seti, Ekonometrik Yöntem ve Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

##### 4.1. Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veriler, 2000-2019 dönemi için OECD STAT ve EURO STAT tarafından sunulan istatistiklerden derlenmiştir. Veri seti, seçilmiş on OECD (Belçika, İspanya, Fransa, İtalya, Avusturya, Polonya, Portekiz, İsveç, Norveç, Birleşik Krallık) ülkelerine ait ekonomik büyüme ve enerji tüketimi verilerinden oluşmaktadır. Bu çalışma için gerekli olan analizler STATA ekonometrik analiz paket programı ile yapılmıştır.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanımı

Değişkenlerin Adı	Değişkenlerin Tanımı	Kaynak
Enj	Yıllık Hane Halkı Enerji Tüketimi (joule cinsinden)	Euro Stat
Buy	Gayri safi yurtiçi hâsıla (harcama yaklaşımı, Sabit fiyatlarla/dolar)	Oecd Stat

Analizde kullanılan değişkenlerin tanımları ve alındıkları kaynaklar Tablo 1’de yer almaktadır. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ise Tablo 2’ de detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
<b>Buy</b>	200	40.59065	9.944964	15.712	61.772
<b>Enj</b>	200	109.482	81.28044	22.96609	279.7681

Çalışmada kullanılan değişkenlerin zamana bağlı değişimlerin her bir ülkenin ayrı grafikleri şekil 3 ve 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Enerji Tüketimi Değişkeninin Zamana Bağlı Değişimleri





Şekil 3. Ekonomik Büyüme Değişkeninin Zamana Bağlı Değişimleri

#### 4.2. Ekonometrik Model

Ekonometrik analizlerde kullanılacak model

$$BUY_{it} = \beta_0 + \beta_1 ENJ_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Şeklinde ifade edilebilir.

Denklem (1)'de yer alan modelde,  $\beta_0$  katsayısı sabiti, açıklayıcı değişkenlerden bağımsız olarak meydana gelen BUY emisyonunu ifade etmektedir.  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  tahmin edilecek parametreleri; BUY bağımlı değişkeni ekonomik büyümeyi ENJ bağımsız değişkeni ise Enerji tüketimini temsil etmektedir.  $u$  ise hatasını ifade etmektedir. Aynı zaman da  $i$ , panel verinin yatay kesit boyutunu,  $t$  ise zaman boyutunu göstermektedir.

#### 4.3. Ekonometrik Yöntem

##### 4.3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılabilmesi için öncelikle serilerin birim kök taşıyıp taşımadığının test edilmesi gerekmektedir. Serilerin durağanlığı Im-Pesaran ve Shin'in (2003) tarafından ortaya atılan Pesaran birim kök testi ile test edilmiştir. Panel veri araştırılması yapılırken yatay kesitlerin birbirinden bağımsız olması çok önemlidir. Zira analiz sonuçları bu durumdan etkilenmektedir. Yatay kesit bağımsızlığı panel birimlerinden birini etkileyen

herhangi bir şok etkisinin diğer tüm kesit birimlerinin de aynı ölçüde etkilenmediği varsayımına dayanmaktadır. CDLM testi hem N ve hem de T'nin büyük olduğu analizlerde uygulanmaktadır (Demir ve Görür, 2020). Aynı zamanda bu test Breusch ve Pagan (1980) testinin geliştirilmiş halidir.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (TP_{ij}^2 - 1)} \quad (2)$$

Bu teste göre  $T \rightarrow \infty$  ve  $N \rightarrow \infty$  olduğu durumda yatay kesit bağımlılığının ortadan kalktığı varsayılmaktadır. Fakat  $N > T$  olduğu durumlarda ise CDLM testinde oldukça önemli bozulmalar ve analiz sonuçlarında sapmalar meydana gelmektedir. Ayrıca N büyüdükçe sapmalarda artışlar meydana gelmektedir. Bazı spesifik çalışmalarda bu gibi durumlar ortaya çıkabildiği için Pesaran (2004) tarafından  $N > T$  olduğu durumlar için yatay kesit bağımlılığını belirtmek amacıyla CD testi geliştirilmiştir ve test istatistiği Eşitlik (3)' de verilmiştir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N P_{ij}} \quad (3)$$

Yatay kesitler arasındaki ilişkini var olmadığı varsayımı altında  $H_0$  hipotezi bu test istatistiğinin normal dağılımını göstermektedir (Pesaran, 2004: 9). Bu çalışma daha sağlıklı sonuçlar elde edileceği düşünüldüğü için Pesaran test ile sınanmıştır. Bu test için hipotezler

$$H_1 = \text{Yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır,}$$

$$H_0 = \text{Yatay kesit bağımlılığı bulunmamaktadır}$$

şeklinde ifade edilmektedir.

#### 4.3.2. Birim Kök Testi

Panel veri analizi yapılırken yatay kesitlerin kendi aralarında herhangi bir bağlantılarının olup olmadıklarına göre birim kök testlerinin birinci veya ikinci nesil testleri uygulanmaktadır. Birinci nesil testler yatay kesitler arasında herhangi bir bağlantının olmadığı durumlarda uygulanabilen testlerdir. İkinci nesil testler ise yatay kesitler arasında herhangi bir bağlantının olması durumunda uygulanabilen testlerdir. Levin, Lin ve Chu (2002), Breitung (2005), Hadri (2000), Maddala ve Wu (1999), Im, Pesaran ve Choi (2001) Birinci nesil birim kök testlerine örnek gösterilebilir. Bu çalışmada Im, Pesaran (2004) panel birim kök testi uygulanmıştır. Pesaran tahmin denklemleri aşağıda gösterilmiştir.

$$Y_{i,t} = (1 - \phi_i)u_{i,t} + \phi_i y_{i,t-1} + u_{i,t} \quad i=1,2,\dots,N \text{ ve } t=1,2,\dots,T \quad (4)$$

$$u_{it} = y_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$f_t$  her ülkenin gözlenemeyen ortak etkilerini  $\varepsilon_{it}$  bireysel-spesifik hatalarını göstermektedir.

Birim kök hipotez testleri şöyle yazılabilmektedir:

$$\Delta y_{it} = \alpha + \beta_t y_{it-1} + y_i f_t + \varepsilon_{it} \quad t=1,2,\dots,N \text{ ve } t=1,2,\dots,T \quad (6)$$

$$H_0 \beta_t = 0 \text{ tüm } i\text{'ler için} \quad (\text{Seri Durağan Değildir.})$$

$$H_1 : \beta_t < 0 \quad i:1,2,\dots,N_1, \quad \beta_t = 0 \quad i=N_1+1, N_1+2,\dots,N. \quad (\text{Seri Durağandır.}) \quad (7)$$

Her bir yatay kesite ait birim kök testleri yapıldıktan sonra bu test istatistiklerin ortalaması alınarak genel birim kök test istatistiği olan CIPS (Cross-Sectionally Augmented IPS) testine ulaşılır (Pesaran, 2006). CIPS istatistiği şu şekilde ifade edilebilir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^n CADF_i \quad (8)$$

#### 4.3.3. Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme, değişkenler arasındaki uzun dönemde meydana gelen herhangi bir denge ilişkisinin var olup olmadığını test eden ve daha sonra var olan ilişkiyi tahmin etmeye imkân sağlayan bir yöntemdir. (Pedroni, 2004).

Eşbütünleşme testleri için hipotezler,

$$H_0 : \text{Değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi yoktur}$$

$$H_1 : \text{Değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi vardır,}$$

şeklinde kurulmaktadır. Westerlund (2007), temel olarak hata düzeltme ve panel eşbütünleşme testidir. Kullanım amacı iki veya daha fazla değişken arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını test etmektir. Westerlund (2007), testi Mestre, Dolado ve Banerjee (1998) tarafından geliştirilmiştir. Testin en önemli özelliği serilerin durağanlık derecelerinin aynı olması gerektiğidir (Demir ve Görür, 2020). Westerlund (2007) eşbütünleşme testi,

$$Z(M) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i+1} \sum_{t=T_{ij-1}+1}^{T_{ij}} \frac{S_{it}^2}{(T_{ij} - T_{ij-1})^{2\delta_i^2}} \quad (9)$$

olarak verilmiştir. Denklem 9’da T zaman boyutu, N paneldeki birim sayısı, M değişken sayısıdır. Panel N tane farklı bireyden oluştuğu zaman her biri M değişkene sahip N tane farklı denklem oluştuğu bilinmektedir (Altunkaynak, 2007). Test istatistiklerinin oluşturulması amacıyla Westerlund (2007) tarafından verilen alternatif yaklaşımlardan biri de denklem (10’da) verilmiştir.

$$\Delta y_{it} = \delta_i' d_t + \alpha_i y_{i,t-j} + \lambda_i' x_{i,t-1} + \sum_{j=0}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{i,t-j} + e_{it} \quad (10)$$

‘‘Burada  $d_t = (1, t)$ ’ deterministik bileşenler ve  $\delta_i = (\delta_{1i}, \delta_{2i})$ ’ parametrelerle ilişkili olan vektörlerdir.  $\alpha_i$  Hata düzeltme parametresidir. En küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmektedir. Westerlund (2007) tarafından, denklem (10’da) verilen  $\alpha_i$ ’nin en küçük kareler tahminine ve onun  $t$  oranına dayanan dört test istatistiği sunulmuştur’’ (Demir ve Görür, 2020).

$G_a$  ve  $G_t$  grup ortalama test istatistikleridir. Bu değerlerin hesaplanması kesitlerin ayrı ayrı hatalarını düzeltmesi şeklinde olmaktadır. Test istatistikleri;

$$G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{\alpha}_i}{\hat{\alpha}(1)} \quad G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha}_i)} \quad (11)$$

Olarak ve panelin bir bütün olarak analiz edilmesi için Westerlund (2007) eşbütünleşme test istatistikleri ise

$$p_a = T \hat{\alpha} \quad p_t = \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha})} \quad (12)$$

olarak verilmektedir.  $\alpha_i$ ’in yarı parametrik kernel tahmincisi  $p_a$  ve  $p_t$ ’nin standart hatası ise  $SE(\hat{\alpha}_i)$  ile gösterilmiştir.  $P_t$  ve  $P_a$  uzun dönemli ve tutarlı bir eşbütünleşik ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır (Demir ve Görür, 2020).

#### 4.3.4. Dumitrescu-Hurlin Nedensellik

Dumitrescu ve Hurlin (2012) çalışmasında panel veri çerçevesinde ülkeler için nedensellik ilişkisinin farklı ülkeler için de geçerli olduğu varsayılmıştır. Aynı zamanda Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi zaman boyutunun kesit boyutuna eşit ve/veya küçük olması durumlarına rağmen etkin sonuçlara varabilen bir testtir. Durağan halde olan  $x$  ve  $y$  değerlerinin ifade edildiği model denklem 13’te gösterilmiştir Dumitrescu ve Hurlin, 2012:1457).

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k Y_i^{(k)} Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^k \beta_i^{(k)} X_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (13)$$

Denklem 13’te görüldüğü gibi  $x$  değişkeninin  $y$  değişkeninin sebebi olup olmadığını tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda nedensellik ilişkisi bir  $F$  testi temelinde  $H_0$  hipotezi kullanılarak test edilebilmektedir. Bu bağlamda  $H_0$  hipotezi reddedildiği zaman, değişkenler yer değiştirilir ve nedenselliğin yönü değişerek çift yönlü nedensellik ilişkisi gözlenebilir (Lopez ve Weber, 2017: 2).

#### 4.4. Ekonometrik Bulgular

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi değişkenlerinin arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması için ilk önce serilerin birim kök taşıyıp taşımadığının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda serilerin birim kök içerip içermediği Im-Pesaran ve Shin (2003) tarafından önerilen Pesaran birim kök testi ile test edilmiştir. Serilerin birim kök taşıdığı yönündeki boş hipoteze karşılık alternatif hipotez serilerin durağan olduğu savını taşımaktadır.

Tablo 3. Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Değişken	CD-Test	P-Değer	Ortalama Ortak T	Ortalama P	Ortalama Abs(P)
Buy	42.446	0.000	10.00	0.97	0.97
Enj	43.393	0.000	10.00	1.00	1.00

Pesaran test sonucunda elde edilen verilere bakıldığında olasılık (p) değerlerinin %1 düzeyinde anlamlı çıktığı için kesitler arasındaki yatay kesit bağımlılığı yoktur hipotezi reddedilmektedir. Bundan dolayı verilerde yatay kesit bağımlılığının olmasından dolayı yeni nesil birim kök testleri uygulanabilmektedir.

Tablo 4. Panel Birim Kök Testi (Pesaran)

DÜZEY	Büyüme	Enerji	P-Değer
Sabit	-4.651	-3.561	0.000***
Sabitli+ Trend	-5.248	-5.248	0.000***

Tablo 4'te birim kök testine ait istatistik sonuçları sunulmuştur. Serilere ait p değerlerine göre; düzeyde serilerin birim kök taşımadıkları söylenebilir. Akaike bilgi kriterine (AIC) göre 0 olarak belirlenen gecikme uzunluklarında serilerin düzeyde birim kök taşımadıkları test edilmiştir. Sonuç olarak, Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik yaklaşımı sistemdeki değişkenlerin durağan olması gerektiğini şart koştuğu için bundan sonraki analizler serinin düzey değerleri kullanılacaktır.

Tablo 5. Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Testi

Sıfır hipotezi:	W-Stat	Zbar-Stat	P-Değer
Büyüme' den Enerji'ye nedensellik vardır.	3.2556	7.1329	0.0000***
Enerji'den Büyüme' ye nedensellik yoktur.	1.6501	2.0557	0.0398**

\*\*\*, \*\*, \* , sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiki önem düzeylerini ifade etmektedir.

Bu çalışmada düzeyde durağan çıkan verilere uygulanan Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testinin sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Ekonomik büyüme değişkeninden enerji tüketimi değişkenine %1 anlamlılık düzeyinde nedensellik anlamlı çıkarken enerji tüketiminden ekonomik büyüme değişkenine %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı çıkmıştır. Bu bağlamda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında %5 anlamlılık düzeyinde çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu söylenebilir.

Tablo 6. Westerlund Eş-Bütünleşme Testi

İstatistik	Değer	Z-değer	P-değer
<b>G<sub>t</sub></b>	-3.004	-4.318	0.000
<b>G<sub>a</sub></b>	-10.145	-1.744	0.041
<b>P<sub>t</sub></b>	-9.367	-4.817	0.000
<b>P<sub>a</sub></b>	-10.050	-4.145	0.000

Anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmıştır. Tüm seriler düzeyde durağan olduğundan dolayı seriler arasındaki eşbütünleşme varlığı Westerlund testi ile belirlenebilir. Eşbütünleşme test sonuçları tablo 6'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Test istatistiki sonuçlarına bakıldığında %5 anlamlılık düzeyinde eş bütünleşmenin olmadığı hipotezi reddedilmektedir. Bu bağlamda ülkelerden en az biri için değişkenler (ekonomik büyüme ve enerji tüketimi) arasında eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu istatistiki verilerden anlaşılmaktadır. Tablodaki bulgulara göre ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli ve tutarlı bir eş bütünleşik ilişkinin varlığı (homojenlik durumunu dikkate alan  $P_t$  ve  $P_a$  test istatistiklerine göre) görülmektedir. Öte yandan enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem ilişkilerinin varlığı, yatay kesit bağımlılığının dikkate alınması durumunda da (heterojenlik durumunu nedeniyle  $G_t$  ve  $G_a$  test istatistiklerine göre) gözlemlenmektedir.

## 5. Sonuç

Dünyadaki doğal kaynakların sınırlı oluşu bu kaynakların verimli bir şekilde kullanılması gerektiğini zorunlu kılmaktadır. Her ülkenin kendi geleceği için gerekli politikalarla dünyadaki kaynakların bizden sonraki nesillere aktarılabilmesi için çalışmalar yürütmeleri gerekmektedir. Aynı zamanda enerji üretimi yeterli olamayan ülkeler enerji kaynaklarını yüksek fiyatlardan arz ettikleri için doğalgaz, elektrik ve petrol gibi önemli doğal kaynaklardan vergiler alınmaya başlanmasıyla doğal kaynakların kullanımını daha sınırlı hale getirmiştir. Aynı zamanda enerji fiyatlarının çok yükselmesi rekabet gücünün kaybedilmesini de beraberinde getirmektedir.

Enerji faktörü, üretim sürecindeki en temel girdilerden biridir ve artık birçok farklı açıdan ele alınmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada ele alınan ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki panel veri analizi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, %1 anlamlılık düzeyinde ekonomik büyüme değişkenden enerji tüketimi değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi mevcutken enerji tüketiminden ekonomik büyüme değişkenine doğru herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Ancak %5 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden ekonomik büyüme değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi belirlenerek %5 anlamlılık düzeyinde çift yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.

Bu bağlamda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında %1 anlamlılık düzeyinde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu söylenilebilir. Westerlund eşbütünleşme test sonucuna bakıldığında ise %5 anlamlılık düzeyinde eş bütünleşmenin olmadığı hipotezi reddedilmektedir. Büyüme ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli ve tutarlı bir eşbütünleşik ilişkinin varlığı (homojenlik durumunu dikkate alan  $P_t$  ve  $P_a$  test istatistiklerine göre) görülmektedir. Öte yandan enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem ilişkinin varlığı, yatay kesit bağımlılığının dikkate alınması durumunda da (heterojenlik durumunu nedeniyle  $G_t$  ve  $G_a$  test istatistiklerine göre) gözlenmiştir. Bu bağlamda ülkelerden en az biri için değişkenler (ekonomik büyüme ve enerji) arasında eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

- Abdieva R., Oskonbaeva, Z., (2015), ‘Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme Ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu Ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği’, International Conference On Eurasian Economies 2015
- Aktaş, E. & Alioğlu, O. (2012). Türkiye’de Enerji Sektörü Analizi: Marmara Bölgesi Termik Santraller Örneği. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21 (1), 281- 298.
- Altunkaynak, B. (2007). Sektörel panel veri analizi yaklaşımıyla Türkiye’nin AB ülkelerine imalat sanayi bakımından ihracatının belirlenmesi (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Altıntaş H.,(2013), ‘Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünlük Ve Nedensellik Analizi’, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan 2013, 8(1), 263-294
- Aslan, N. & Yamak, T. (2006).Türkiye’nin Enerji Sorununun Alternatif Enerji Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21 (1), 53-76.
- Aydın, F. (2010), ‘Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme, Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 35, Ocak-Temmuz 2010 Ss.317-340
- Demir Y., Görür Ç., ‘OECD Ülkelerine Ait Çeşitli Enerji Tüketimleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Eşbütünlük Analizi ile İncelenmesi’, Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics, 32, 15-33, DOI: 10.26650/ekoist.2020.32.0005
- Doğan B.,(2010), ‘Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980 - 2008), Yüksek Lisans Tezi, Konya,
- Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2012), ‘Testing for Granger Noncausality in Heterogeneous Panels. Economic Modelling’, 29(4), 1450-1460
- Ergün S., Polat M., (2017), ‘Oecd Ülkelerinde Co2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi Ve Büyüme İlişkisi’, Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 45, Ocak-Haziran 2015 Ss. 115-141
- Kızılkaya O., Sofuoğlu E., Çoban O., (2016), ‘Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi Ve Çevre Kirliliği Analizi: Türkiye Örneği’, Temmuz 2016 / Cilt: 6, Sayı: 2
- Korkmaz, Ö. & Develi, A. (2012). Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27 (2), 1-25.
- Lopez, L. & Weber, S. (2017). Testing for Granger causality in Panel Data. University of Neuchatel Institute of Economic Research, IRENE Working paper 17-03.
- Pedroni (2004), ‘Panel Cointegration; Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests, With an Application to the PPP Hypothesis’, DOI:[10.1017/S0266466604203073](https://doi.org/10.1017/S0266466604203073)
- Peseran (2004), ‘General Diagnostic Tests For Cross Section Dependence İn Panels’, IZA DP No.1240
- Uzun A., Emsen Ö., Yalçıkaya Ö., Hüseyini İ, (2013), ‘Toplam Elektrik Üretimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2010)’, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2013 17 (3): 327-344