



The Determinants of Energy Intensity in Energy Importing Developing Countries

Sefa Özbek^{1-a*}

¹ Department of Customs Management, Faculty of Applied Sciences, Tarsus University, Mersin, Türkiye.

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 28/09/2022

Accepted: 05/12/2022

ABSTRACT

Due to various needs, the energy demand is constantly increasing. It is seen that this rate has increased because of the Industrial Revolution. With the globalization process, the development of the information-communication sector and technological innovations have increased the value of energy incomparably compared to the past. These increases in energy need can cause serious problems in energy importing countries. In this study, short and long term effects of non-renewable energy, renewable energy, industrialization, energy price, and urbanization on energy intensity in energy importing developing economies are investigated. In the sample period of 1990-2018, a panel data set consisting of 13 energy importing emerging market economies is created and empirical estimations are made with PMG, MG and DFE methods. On the other hand, DOLS and FMOLS methods were used to compare both economic and empirical results and for consistency. Empirical results revealed that non-renewable energy use, renewable energy use, industrialization, energy price and urbanization significantly affect energy density in energy-importing emerging economies in the long run. Different findings were found in terms of the dynamics of the variables in the long and short term. This situation is explained by the changing renewable energy use, energy price and urbanization depending on different technological infrastructures in the field of energy in emerging energy importing economies. In the long term, it has been found that non-renewable energy use increases the energy density the most in the relevant country group, while the factor that reduces it the most is industrialization. On the other hand, it has been concluded that the use of renewable energy, energy price and urbanization reduce energy intensity.

Keywords: Energy density, Energy efficiency, Panel data analysis

JEL Classification: O13, P18, C33

Enerji İthalatçısı Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Yoğunluğunun Belirleyicileri

Süreç

Geliş: 28/09/2022

Kabul: 05/12/2022

Öz

Çeşitli ihtiyaçlardan dolayı enerjiye olan talep sürekli artış içerisindedir. Özellikle Sanayi Devrimi ile birlikte bu artış hızının yükseldiği görülmektedir. Küreselleşme süreci ile birlikte bilgi-iletişim sektörünün gelişmesi ve teknolojik yenilikler enerjinin değerini geçmişe göre kıyaslanamayacak ölçüde artırmıştır. Enerji ihtiyacında meydana gelen bu artışlar enerji ithalatçısı ülkelerde ciddi sorunlar meydana getirebilmektedir. Bu çalışmada enerji ithalatçısı gelişmekte olan ekonomilerde yenilenemez enerji, yenilenebilir enerji, sanayileşme, enerji fiyatı ve kentleşmenin enerji yoğunluğu üzerindeki kısa ve uzun dönemli etkileri araştırılmaktadır. 1990-2018 döneminde 13 enerji ithalatçısı gelişmekte olan piyasa ekonomisinden oluşan bir panel veri seti oluşturularak, PMG, MG ve DFE yöntemleri ile ampirik tahminler yapılmaktadır. Diğer yandan hem iktisadi hem de ampirik sonuçların karşılaştırılabilmesi ve tutarlılık açısından DOLS ve FMOLS yöntemlerindende yararlanılmıştır. Ampirik sonuçlar uzun dönemde yenilenemez enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı, sanayileşme, enerji fiyatı ve kentleşmenin enerji ithalatçısı gelişmekte olan ekonomilerde enerji yoğunluğunu önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Uzun ve kısa dönemde değişkenlerin dinamikleri açısından farklı bulgulara rastlanmıştır. Bu durum enerji ithalatçısı gelişmekte olan ekonomilerde değişen yenilenebilir enerji kullanımı, enerji fiyatı ve enerji alanında değişik teknolojik altyapıya bağlı kentleşme ile açıklanmaktadır. Uzun dönemde ilgili ülke grubunda enerji yoğunluğunu en çok artıran yenilenemez enerji kullanımı iken en çok azaltan etkenin ise sanayileşme olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Diğer yandan yenilenebilir enerji kullanımı, enerji fiyatı ve kentleşmenin enerji yoğunluğunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

License



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

Anahtar Sözcükler: Enerji yoğunluğu, Enerji verimliliği, Panel veri analizi

JEL Sınıflandırması: O13, P18, C33

sefazobek@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0002-1043-2056>

How to Cite: Özbek Sefa (2023) The Determinants of Energy Intensity in Energy Importing Developing Countries, Journal of Economics and Administrative Sciences, 24 (1): 114-126.

Giriş

1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi ile birlikte petrol fiyatları yükselmiş ve birçok ülke ekonomisinde enerji arz krizi meydana gelmiştir. Bu kriz ile birlikte enerji arz güvenliğinin önemi ortaya çıkmış ve politika yapıcılar enerji temini için yeni politikalar üretmeye başlamıştır (Issawi 1978; Barsky ve Kilian 2004). Söz konusu politikalar içerisinde yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi en başta gelmektedir. Ancak söz konusu kaynakların sürdürülebilir biçimde enerji talebini karşılaması için enerji verimliliğinin sağlanması çok önemli görülmektedir. “Enerji verimliliği” veya “enerji üretkenliği” ile “bir birim enerji girdisi karşılığında üretilen mal ve hizmet çıktısının nicel ve niteliğinin ölçümü” ifade edilmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliğinin uygulama alanları, “teknolojik anlamda enerji çevrim makinalarına giren ve çıkan enerjinin oranından ekonomik anlamda ülkelerin bir birim enerji tüketimi karşılığında ürettikleri GSYH miktarına kadar” genişletilebilen alanı içermektedir. Enerji yoğunluğu ise “birim GSYH elde edebilmek için tüketilen toplam enerji miktarı” şeklinde tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle enerji yoğunluğu kavramı enerji verimliliğinin tam zıttıdır. Enerji verimliliğinin artırılması için niteliksek artışlar ya da daha az enerji kullanımıyla mal ve hizmet üretiminde niceliksel artışların yaşanması gerekmektedir (Çermikli 2005).

Makroekonomik hedefler çerçevesinde ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması, cari açığın sürdürülebilirliği ile sağlanabilmektedir (Oğul 2021). Bu hedefler çerçevesinde enerji tüketiminin önemli bir rolü bulunmaktadır. Özellikle enerji ithalatı yapan ülke ekonomilerinde azami öneme sahip bu konu politika yapıcıların üzerinde durması gereken öncelikli konular arasında yer almaktadır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi üretim artışları ile ilişkilendirilmektedir. Üretim süreci kısa ve uzun dönemli olmak üzere iki şekilde ele alınmaktadır (Yüksel Yıldırım 2019). Kısa dönemli üretim artışı, eksik istihdam durumunda toplam talepteki değişimlerle birlikte kapasite kullanım oranlarındaki değişikliklerden dolayı meydana gelmektedir. Uzun dönemde üretim artışı durumu ise tam istihdamın geçerli olduğu durumda yeni üretim faktörlerinin eklenmesi ile meydana gelmektedir. 1970’li yıllar ile birlikte enerjinin de üretim sürecinde diğer üretim faktörleri kadar önemli olduğu kabul edilmeye başlanmıştır. Ekonomik büyümenin enerji olmadan mümkün olmadığı ileri sürülmüştür (Simpson ve ark. 2004). Ayrıca uzun dönemde teknolojik gelişme ile de mevcut üretim kapasitesinde artışlar meydana gelmektedir. Üretim kapasitesi artışları sadece işgücü ve sermaye artışı ile değil ayrıca enerji dâhil doğal kaynaklar, müteşebbisler ve teknolojik gelişme ile ortaya çıkmaktadır (Berber 2011). Dolayısıyla bir ülke ekonomisinde üretim sürecinin anlaşılması ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi için ekonomik büyüme, enerji ihracatı, enerji ithalatı, enerji tüketimi (yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları), çevresel bozulma ve enerji kaybı verileri önemli bilgileri barındırabilmektedir.

Gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan fakat iktisadi ve sosyal farklılıklardan dolayı bazı ülkeler 2015 yılında IMF tarafından yayınlanan Dünya Ekonomik Raporu’nda, 23 yükselen piyasa ekonomisi olarak adlandırılmıştır (Garten

1997, Taş ve İspiroğlu 2017). Bu çalışmada söz konusu gelişmekte olan ülkelere ayrıntı ve yükselen piyasa ekonomileri arasında yer alan verilerine ulaşılabilen net enerji ithalatçısı 16 ülkeden 13’ünde enerji yoğunluğunu etkileyen faktörler araştırılmaktadır. Çalışma, güncel örneklem dönemi ve net enerji ithalatçısı ülke ekonomilerinin araştırılması açısından özgün bir çalışma niteliği taşımaktadır. Diğer yandan enerji yoğunluğunun belirleyicilerine ilişkin kullanılan farklı ampirik yöntemler ile tahminlerin yapılması ile ekonometrik bulgularında karşılaştırılmalı biçimde ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu yönüyle de çalışma literatürdeki diğer araştırmalardan ayrılmaktadır. Dolayısıyla bu yönleri ile çalışmanın literatüre katkı sunacağı değerlendirilmektedir. Çalışmanın takip eden bölümlerinde sırasıyla araştırmaya konu olan ülkelere ait seçilmiş değişkenlerin yıllar itibarıyla seyri ortaya konulmaktadır. Sonrasında literatür araştırmasına, ampirik model ve yöntem ile ampirik bulgulara yer verilmektedir. Ekonometrik sonuçlar ışığında değerlendirmeler ve politika önerileri sunulmaktadır.

Enerji İthalatçısı Ülkelere Ait Seçilmiş Değişkenlerin Gelişimi

Enerji verimliliği küresel açıdan önemli bir konudur. Enerji verimliliği sağlanarak çevresel bozulma ve iklim değişikliği konularına önemli adımlar atılabilmektedir. Çevresel konuların yanında, ekonomik açıdan da önemli etkilere sahip olan enerji, ithalatçı ülkeler açısından ayrıca önemli görülmektedir. Bu kısımda net enerji ithalatçısı 13 ülke ekonomisinde yıllar itibarıyla GSYİH, enerji ihracatı, enerji ithalatı, yenilenemez ve yenilenebilir enerji kullanımı, CO₂ emisyonu ve enerji kaybı değişkenlerine ait gelişmeler ortaya konmaktadır. Böylece ilgili veriler aracılığıyla hem ekonomik hem de çevresel bozulma açısından incelenen ülkeler açısından betimsel bilgiler sunulmaktadır.

Şekil 1’de çalışmada incelenen 13 ülke (soldan-sağa doğru sırasıyla Bangladeş, Bulgaristan, Şili, Çin, Macaristan, Hindistan, Pakistan, Peru, Filipinler, Romanya, Tayland, Türkiye ve Ukrayna) ekonomisine ait gayri safi yurt içi hasıla verilerine yer verilmektedir.

Şekil 1’de 1990-2018 örneklem döneminde gelişmekte olan 13 ülke ekonomisine ait GSYİH verileri görülmektedir. Şekil 1’e göre örneklem dönemi boyunca genel olarak tüm ülkelerde artan bir trendin olduğu izlenmektedir.

Şekil 2’de 13 ülke ekonomisine ait toplam enerji ithalat ve toplam enerji ihracat seyirleri verilmektedir.

Şekil 2’de 1990-2018 örneklem döneminde kırmızı renk ile enerji ithalatı, mavi renk ile ise enerji ihracatı verileri gösterilmektedir. Şekil 2’ye göre 13 ülkede ilgili örneklem döneminde toplam enerji ithalat değerlerinin, toplam ihracat değerlerinden daha fazla olduğu izlenmektedir. 1990 yılına göre 2018 yılında 13 gelişmekte olan ekonominin toplam enerji ithalatı %263,06 artış gösterirken toplam enerji ihracatı ise %63,51 artış göstermiştir. Dolayısıyla bu ekonomilerin net enerji ithalatçısı oldukları görülmektedir.

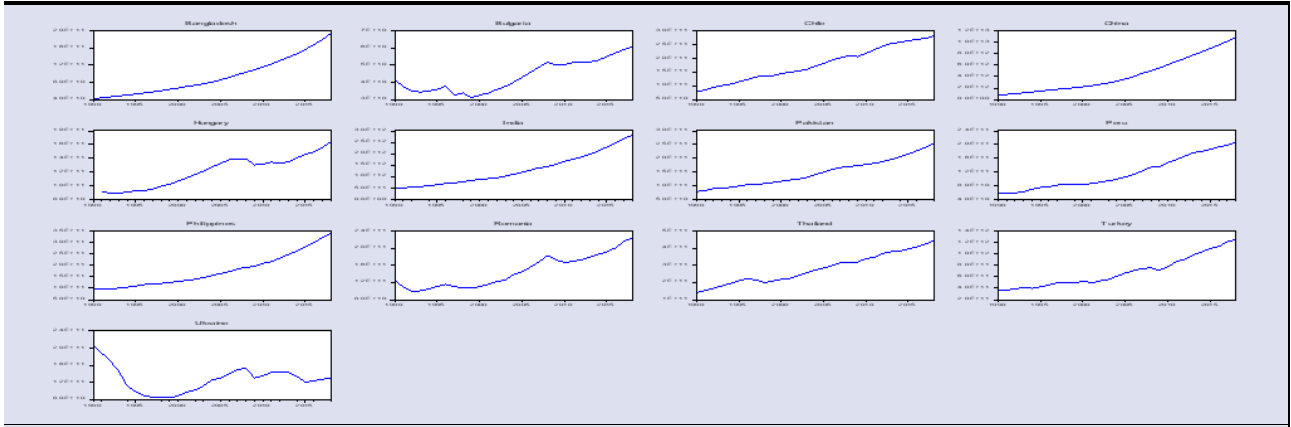


Figure 1. Total GDP Graphs 1990-2018 (ktoe)
Şekil 1. Toplam GSYİH Grafikleri 1990-2018 (ktoe)

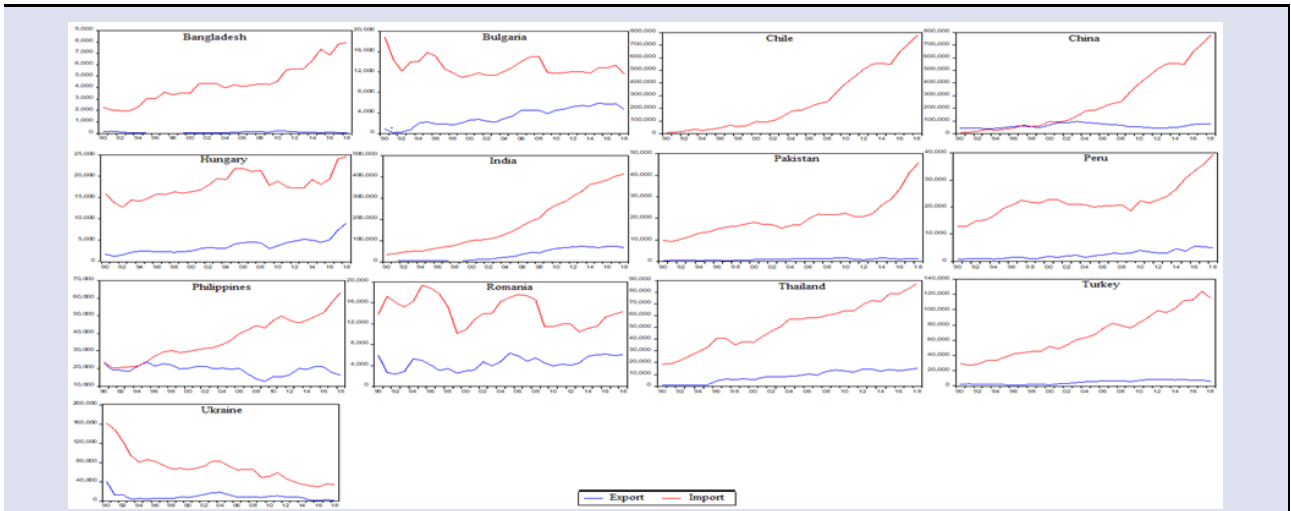


Figure 2. Total Energy Import and Energy Export Graphs 1990-2018 (ktoe)
Şekil 2. Toplam Enerji İthalatı ve Enerji İhracat Grafikleri 1990-2018 (ktoe)

Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı, 2022.

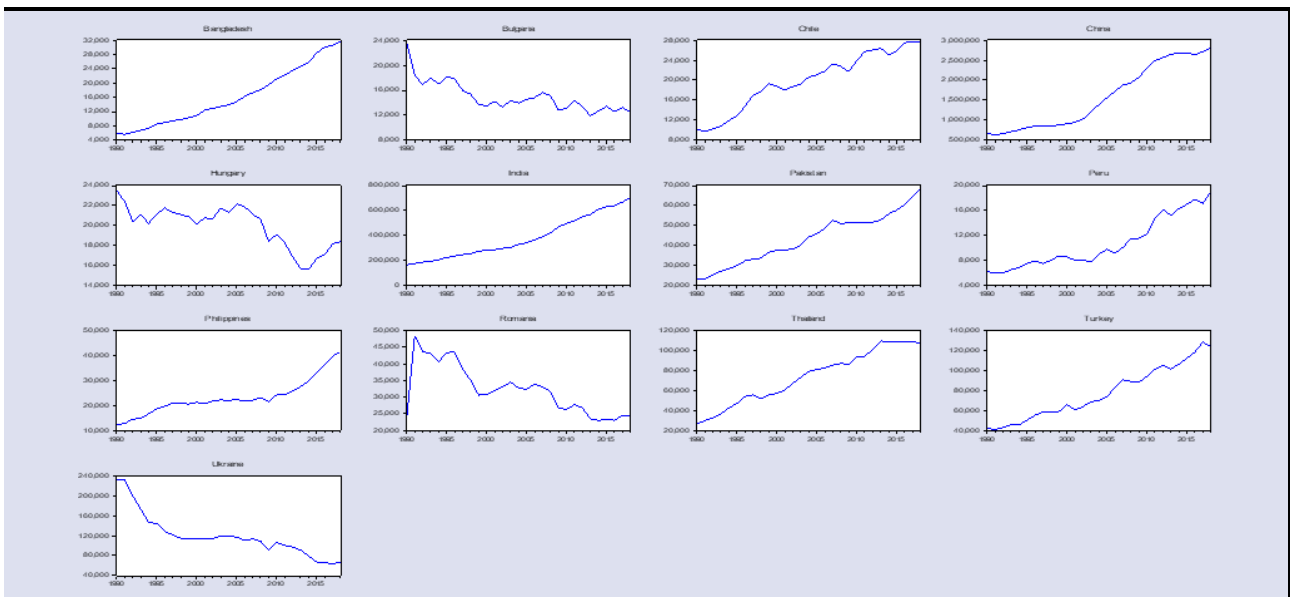


Figure 3. Total Fossil Fuel Use 1990-2018 (ktoe)
Şekil 3. Toplam Fosil Yakıt Kullanımı 1990-2018 (ktoe)

Şekil 3'te net enerji ithalatçısı bu 13 ülkede yenilenemez (fosil yakıt) enerji kullanımına ilişkin verilere yer verilmektedir.

Şekil 3'te 1990-2018 örneklem döneminde 13 ülke ekonomisine ait toplam fosil yakıt kullanımı verileri izlenmektedir. Şekil 3'e göre Bulgaristan, Macaristan, Romanya ve Ukrayna'da azalan bir trendin, diğer ülkelerde ise artan bir fosil yakıt kullanım trendinin olduğu görülmektedir. Adı geçen ülkelerde yenilenebilir enerji yatırımları ve enerji verimliliğini sağlayıcı adımların atıldığı değerlendirilmektedir.

Şekil 4'te 13 ülke ekonomisine ait yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Şekil 4'te 1990-2018 örneklem döneminde 13 ülke ekonomisinde yenilenebilir enerji kullanımı seyri

gösterilmektedir. Şekil 4'e göre genel olarak ülke ekonomilerinde yenilenebilir enerji kullanımında artan bir trendin olduğu izlenmektedir.

Şekil 5'te çevresel bozulma göstergeleri arasında yer alan karbondioksit (CO₂) emisyonu miktarına ait verilere yer verilmektedir.

Şekil 5'te 1990-2018 örneklem dönemine ait CO₂ emisyonunun seyri gösterilmektedir. Şekil 5'e göre Bulgaristan, Macaristan, Romanya ve Ukrayna'da düşüş trendi görülmekte iken diğer ekonomilerde çevresel bozulmanın arttığı izlenmektedir. Şekil 6'da 13 ülke ekonomisine ait enerji kaybına ilişkin verilere yer verilmektedir.

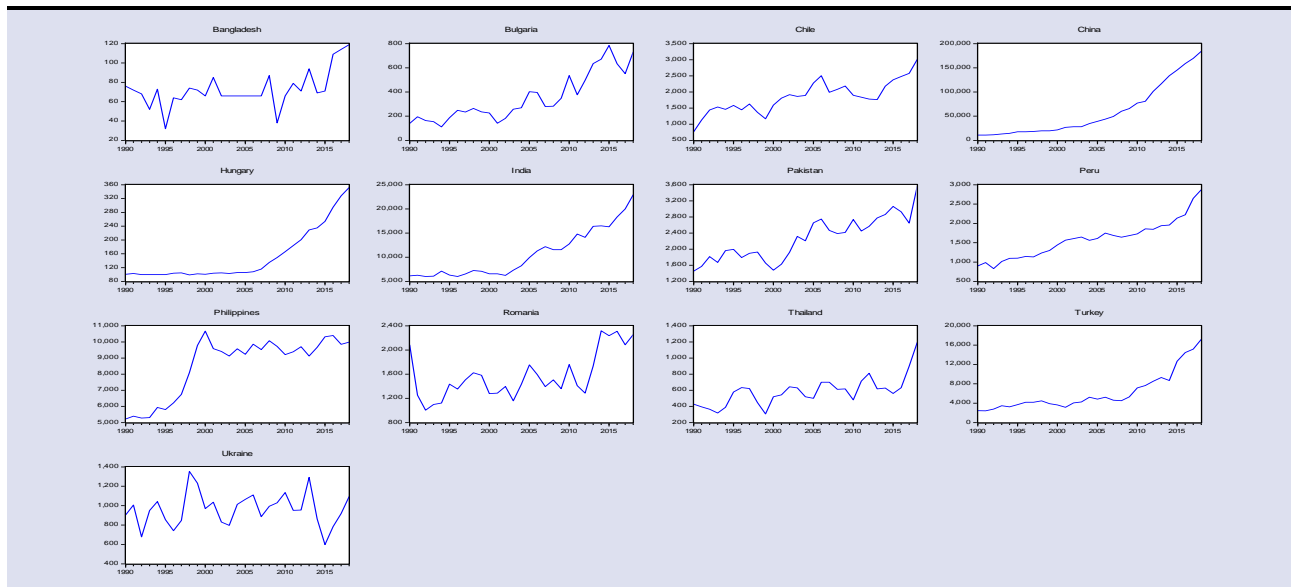


Figure 4. Total Renewable Energy Use 1990-2018 (ktoe)
Şekil 4. Toplam Yenilenebilir Enerji Kullanımı 1990-2018 (ktoe)

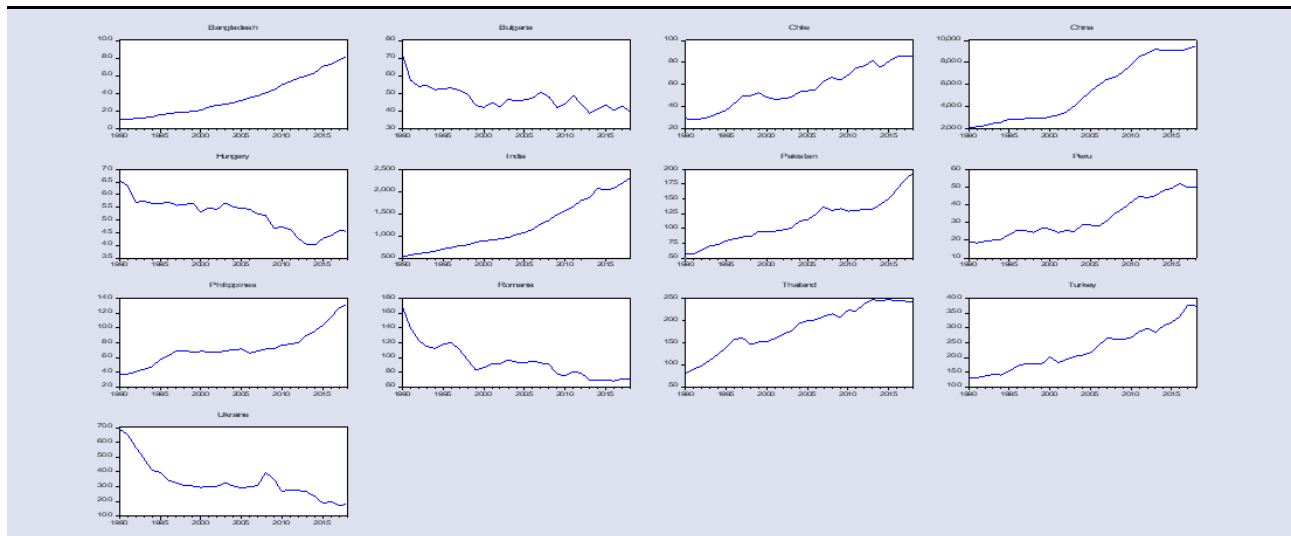
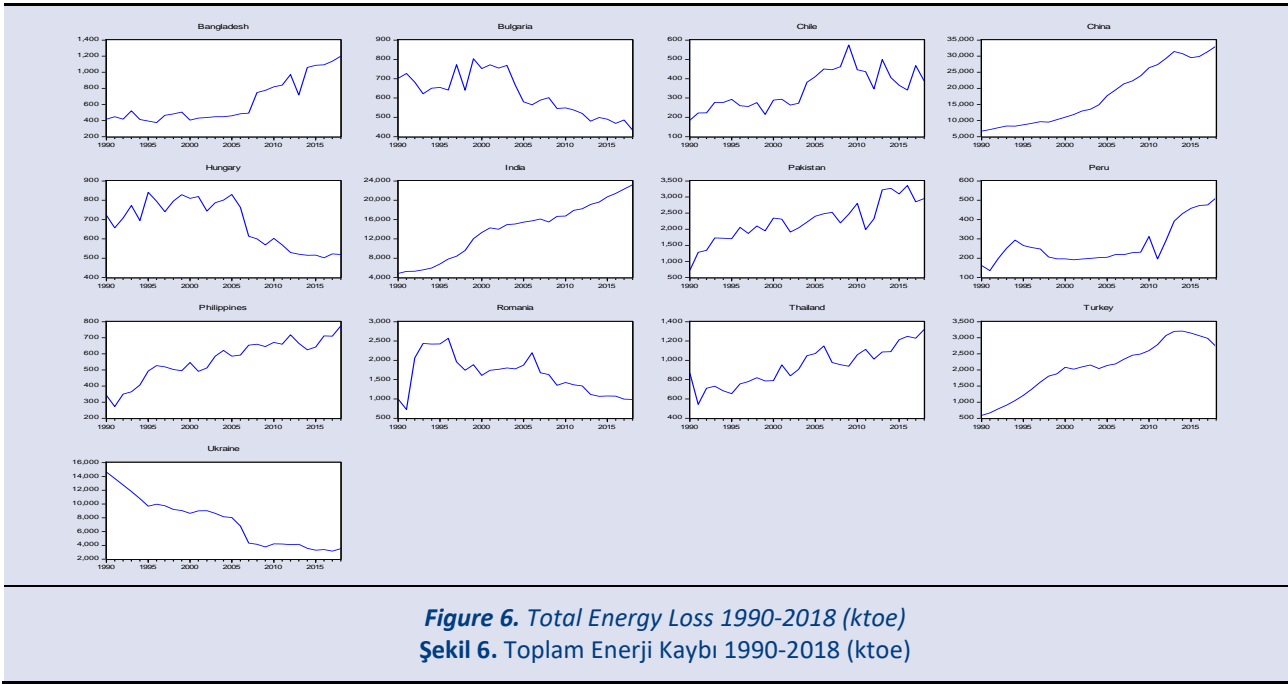


Figure 5. Total CO₂ Emissions 1990-2018 (metric tons)
Şekil 5. Toplam CO₂ Emisyonu 1990-2018 (metrik ton)



Şekil 6'da 1990-2018 örneklem dönemine ait enerji kaybı verileri izlenmektedir. Şekil 6'ya göre Bulgaristan, Macaristan, Romanya ve Ukrayna'da enerji kaybının azalış seyri gösterdiği diğer ekonomilerde ise enerji kaybının zamanla arttığı görülmektedir.

Literatür

Sanayileşme süreci ile birlikte dünya genelinde enerji talebinde artışlar görülmüştür. Bu süreçte özellikle enerji ithalatçısı ülkelerde enerji yoğunluğunun belirleyicilerinin tespiti önemli olmaktadır. Enerji ekonomisi literatüründe enerji tüketimi ile ilgili birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Enerji tüketimi ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin sıklıkla incelendiği görülmektedir. Özellikle enerji tüketimi-ekonomik büyüme (Yoo 2005, Yanar ve Kerimoğlu 2011, Uzunöz ve Akçay 2012, Uzun 2013, Yıldırım ve Sakarya 2016, Çam Karakaş ve ark. 2019, Turna ve Ceylan 2022), enerji tüketimi-işsizlik (Nakıpoğlu Özsoy ve Özpolat 2020, Khobai ve ark. 2020), enerji tüketimi-cari işlemler açığı (Uysal ve ark. 2015, Efeoğlu ve Pehlivan 2018, Hepaktan 2018) gibi çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Ancak enerji yoğunluğu ile ilgili daha az sayıda çalışmanın bulunduğu tespit edilmiştir. Enerji etkinliğinin bir ölçüsü olarak değerlendirilen enerji yoğunluğu genellikle gelir düzeyi ile ters yönlü ilişki içerisindedir (Galli 1998). Bu durum, ekonomik kalkınmayı sağlamış yüksek gelirli ülkelerde gelişmiş ekonomik yapı ve teknoloji düzeyi ile ilişkilendirilmektedir. Genel olarak gelişmiş piyasa ekonomilerinde enerji yoğunluğunun, gelişmekte olan ülkelere göre daha düşük oranlarda seyrettiği elde edilmektedir (Leach ve ark. 1986; Çermikli ve Tokatlıoğlu 2015). Diğer yandan, enerji yoğunluğu ile gelir seviyesi arasındaki ilişkilerin, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalarda doğrudan etkilediğini öne süren çalışmalar bulunmaktadır (Hannesson 2002). Hannesson (2002) çalışmasında 1950-1997 örneklem dönemi

incelenmiştir. Çalışmada petrol fiyatlarının yüksek olduğu dönemde, düşük ve yüksek gelirli ekonomilerde, belli bir GSYİH büyüme oranı için gerekli enerji kullanımı oranı, düşük petrol fiyatlarının geçerli olduğu 1960-1974 dönemine göre daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçların temel sebebinin gelişmiş ülkelerin daha yüksek gelire sahip olmaları, Ar-Ge faaliyetlerine daha yüksek pay ayırmaları ve yüksek teknoloji kullanımının olduğu değerlendirilmektedir. Enerji yoğunluğunun düşürülmesinde diğer bir etken ise ilgili ülke ya da sektörün enerji-yoğun endüstriden uzaklaşmasıdır. Enerji-yoğun sektör ağırlığının artması ile enerji yoğunluğunun artacağı, tersi durumda ise enerji yoğunluğunun düşeceği ortaya konmaktadır.

Çin'de 1997-1999 örneklem döneminde enerji yoğunluğunu araştıran Vanden ve ark. (2006), büyük ve orta ölçekli sanayi sektöründe enerji yoğunluğunda meydana gelen gelişmeleri incelemiştir. Vanden ve ark. (2006), enerji yoğunluğunun düşüşlerini ana sebebinin teknolojik gelişmeler ile açıklamıştır. Teknolojik gelişmelerin enerji etkinliğini artırdığını ortaya koyan yazarlar, enerji yoğunluğunun ise düştüğünü ileri sürmüştür. Diğer taraftan enerji yoğunluğunun şirketlerin Ar-Ge faaliyetleri ve enerji fiyatlarındaki nispi değişiklikler ile yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Yine Çin'de 1980-2003 örneklem döneminde enerji yoğunluğundaki değişimleri araştıran Ma ve Stern (2008), analiz yöntemi olarak logaritmik ortalama Divisia İndeksinden yararlanmıştır. Bulgular, teknolojik gelişmenin enerji yoğunluğundaki düşüşlerde önemli rol oynadığını göstermektedir. Aynı ülke ekonomisi için enerji yoğunluğunu belirleyen faktörleri inceleyen Yuan ve ark. (2009), Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan yararlanmıştır. Sonuçlar hem işgücü başına hem de sermaye başına çıktıda meydana gelen artışın enerji yoğunluğunu artırıcı etkilere neden olduğunu ortaya koymuştur. Başka bir ifadeyle artan sanayileşmenin enerji yoğunluğunu artırıcı etkide bulunduğu görülmüştür. Ayrıca teknolojiye meydana

gelen gelişmelerin, enerji yoğunluğunu azaltıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye’de kentleşmenin arttığı 1980 sonrası örneklem döneminde enerji yoğunluğunu inceleyen Ediger ve Huvaz (2006), tarımdan sanayileşmeye doğru sektörel geçişlerin enerji yoğunluğunu düşürdüğünü ortaya koymuştur. Türkiye ekonomisinde 1980-2003 örneklem döneminde hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunun düştüğünü ortaya koyan Lise (2006), genel olarak enerji yoğunluğunun artış trendinde olduğunu ifade etmiştir. Bu durum Türkiye’nin sanayileşme sürecini halen tamamlamamış olması ile açıklanmaktadır. Çermikli ve Tokatlıoğlu (2015), yüksek gelirli 27 ülke ve orta gelir grubundan 17 ülke ekonomisinde 1990-2011 örneklem döneminde teknolojik gelişme ile enerji yoğunluğu ilişkisini araştırmıştır. Analize dahil edilen ülke gruplarında teknolojik gelişme seviyesi farklılık göstermektedir. Yüksek teknolojik gelişme hızına sahip olan ülkelerde enerji yoğunluğunun daha düşük seyrettiği sonucuna ulaşılmıştır. Asif ve Muneer (2007), en çok enerji tüketen ülkeler arasında yer alan 5 ülke ekonomisinde enerji yoğunluğunun belirleyicilerini araştırmıştır. Söz konusu ülkelerden ABD, Hindistan, İngiltere ve Çin’de yenilenemez enerji kaaynak tüketiminde meydana gelen düşüşlerin enerji yoğunluğunu düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Naimoğlu ve Özel (2022)’de 1990-2018 örneklem döneminde 16 gelişmekte olan ülke ekonomisinde enerji yoğunluğu ile yenilenemez enerji kullanımı ve GSYİH ilişkisini araştırmıştır. Ampirik bulgular, enerji yoğunluğunu petrol, doğalgaz ve kömür kullanımını artırdığını; elektrik ve hidro kullanımının ise düşürdüğünü ortaya koymuştur. Gelişmiş OECD ülkelerinin enerji yoğun imalat sanayilerinin enerji tüketimlerini azaltarak, toplam enerji yoğunluğunu azalttığı ve bu enerji 'tüketimindeki azaltmada da enerji maliyetinin önemli bir yer taşıması genel kabul görmektedir. OECD ülkelerine yönelik olarak bu durumu Sun (2002) çalışmasında incelemiştir. Sun (2002)’de 1971-1998 örneklem döneminde enerji yoğunluğunun düştüğünü ve bu düşüşün teknolojik gelişmeler ile yüksek ekonomik kalkınma seviyesinden kaynaklandığını ortaya koymuştur.

Veri Seti ve Yöntem

Bu bölümde logaritmaları alınmış değişkenler bağlamında enerji yoğunluğu (LEI) ile enerji yoğunluğunu etkileyebilecek fosil yakıt kullanımı (LFOS), yenilenebilir enerji kullanımı (LREN), sanayileşme (LIND), enerji fiyatları (LPRC) ve kentleşme (LURB) değişkenleri arasındaki ampirik ilişkiler araştırılmaktadır. Bu amaçla 13 enerji ithalatçısı gelişmekte olan ekonomiye ait değişkenlerle 1990-2018 örneklem dönemine ait yıllık veriler kullanılmaktadır. Öncelikle değişkenler için birimler arası korelasyon testi yapılmıştır. Değişkenlere ait birim kök süreç incelemesi yapıldıktan sonra çeşitli panel veri tahmincilerinden yararlanılmıştır.

Panel Veri Seti

Çalışmadaki bağımlı değişken olarak kullanılan enerji yoğunluğu (LEI), birim çıktı başına tüketilen enerjinin logaritmasıdır. Yani $LEI = \text{Log}(\text{Energy use}(ktoe) / \text{GDP}(\text{constant } 2010 \text{ US}))$ olarak alınmıştır. 1990-2018

dönemine yönelik yapılan çalışmada kullanılan 13 gelişmekte olan ekonominin (Bangladeş, Bulgaristan, Şili, Çin, Macaristan, Hindistan, Pakistan, Peru, Filipinler, Romanya, Tayland, Türkiye ve Ukrayna) net enerji ithalatçısı olması, enerji yoğunluğunun belirleyicilerinin tespitini önemli hale getirmektedir.

Ampirik analizde kullanılan model:

$$LEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LREN_{it} + \beta_3 LIND_{it} + \beta_4 LPRI_{it} + \beta_5 LURB_{it} + u_{it} \quad (1)$$

şeklinde.

Çizelge 1 de değişkenlerin tanımları, tanımlayıcı istatistikleri ve veri kaynaklarına ait bilgiler verilmektedir.

Serilere ait değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek için değişkenler arasındaki doğrusal korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değişebilmekte ve değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Bu değer 1’e yakın olması ilişkinin güçlü olduğu, 0’a yakın olması ise ilişkinin zayıf olduğu anlamına gelir (Beaumont 2012). Genel olarak korelasyon katsayısının istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir (Ren-Ei, Ind-Ei ve Pri-Ind hariç). Genel olarak değişkenler ile etkinlik arasında düşük bir ilişki vardır. Fakat doğrusal korelasyon katsayılarının düşük bulunması beklentiler dahilinde olmakla birlikte anlamlı bulunması kurulacak modellerin açıklayıcılığının gücünü artırmada avantaj sağlamaktadır.

Ampirik Yöntem

ARDL (p, q_1, \dots, q_k) dinamik panel modelin genel formülü;

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^p \lambda_j \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^p \delta_j \Delta X_{it-j} + \mu_i + e_{it} \quad (2)$$

şeklinde yazılabilmektedir. Seriler trend, mevsimsellik, ekonomik gibi nedenlerden dolayı birim kök içerebilmekte bu durum sahte regresyon problemine yol açabilmektedir. Bu yüzden birim kök içeren serilerin uzun dönemde ilişkili olup olmadığını araştırmak için eşbütünlük analizi kullanılabilir. Eşbütünlük seriler uzun dönemde dengeden sapma gösterebilirler (Ekrem ve ark. 2018). Bu sapmalardan kaynaklanan hata düzeltme modeli aşağıdaki şekillerde yazılabilir.

$$\Delta Y_{it} = \phi_i (Y_{it-1} - \theta' X_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_j^* \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p-1} \delta_j^* \Delta X_{it-j} + \mu_i + e_{it} \quad (3)$$

$$\Delta Y_{it} = \phi_i (Y_{it-1} - \theta' X_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij}^* \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p-1} \delta_{ij}^* \Delta X_{it-j} + \mu_i + e_{it} \quad (4)$$

$$\Delta Y_{it} = \phi (Y_{it-1} - \theta' X_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_j^* \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p-1} \delta_j^* \Delta X_{it-j} + \mu_i + e_{it} \quad (5)$$

Burada $\phi = -(1 - \sum_{j=1}^p \lambda_j)$, $\theta = \sum_{j=0}^p \delta_j / (1 - \sum_k \lambda_k)$, $\lambda_j^* = -\sum_{m=j+1}^p \lambda_m$ ve $\delta_j^* = -\sum_{m=j+1}^p \delta_m$ eşitlikleri geçerlidir. θ uzun dönem, λ ve δ kısa dönem parametreleri ve ϕ hata düzeltme hızı hakkında bilgiler vermektedir. ϕ hata düzeltme katsayısı negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olmalıdır. Ayrıca bu parametre herhangi bir şok sonrası tekrar dengeye gelme uyum hızını göstermektedir (Bildirici ve Kayıkçı, 2013:159).

Çizelge 1. Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri**Table 1.** Definition of Variables and Descriptive Statistics

Değişken	Tanımı	Kaynak	N	Ort.	St. Hata	En Küçük Değer	En Büyük Değer
Ei	Log(Enerji kullanımı(ktoe) /GSYİH (2010 temel yılı US\$))	Uluslararası Enerji Ajansı, Dünya Bankası	377	-6,510	0,272	-6,935	-5,773
Fos	Log(Kömür, petrol ve doğalgaz toplam enerji kullanımı (ktoe))	Uluslararası Enerji Ajansı	377	4,675	0,611	3,750	6,450
Ren	Log(Hidro, Güneş pv, güneş th, gelgit, rüzgâr, ısı pompası, kazan, kimya ısı ve diğerlerinden enerji üretimi (ktoe))	Uluslararası Enerji Ajansı	377	3,183	0,763	1,505	5,265
Ind	Log(Sanayi (Madencilik, imalat, kamu hizmetleri ve inşaat), katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Dünya Bankası	377	10,797	0,577	9,825	12,694
Pri	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Brent Petrol, Dünya Bankası	377	1,981	0,837	-8,201	3,741
Urb	Log(Kentlerdeki toplam nüfus)	World Data Bank	377	7,514	0,561	6,722	8,916

Çizelge 2. Basit Pearson Korelasyon Katsayıları**Table 2.** Simple Pearson Correlation Coefficients

	Ei	Fos	Ren	Ind	Pri	Urb
Ei	1					
Fos	0,436***	1				
Ren	0,006	0,680***	1			
Ind	-0,054	0,858***	0,790***	1		
Pri	-0,228***	-0,152***	-0,131***	-0,017	1	
Urb	0,268***	0,844***	0,728***	0,806***	-0,041	1

Not: Gözlem sayısı 377'dir. "***" sembolü ile %1 düzeyinde anlamlılık belirtilmektedir.

Pesaran ve Smith (1995) tarafından geliştirilen MG (Mean Group) yöntemi ile herbir birim için elde edilen ARDL modellerin uzun dönem parametrelerinin ortalaması kullanılarak uzun dönem parametresi elde edilmektedir. Birimlere göre uzun dönem parametreleri değerlendirilmektedir. Ayrıca kısa dönem, sabit terim ve hata düzeltme parametreleride birimlere göre ortalamaları alınarak ortaya konulmaktadır (Tatoğlu, 2018:270). Dolayısıyla MG için tüm parametreler denklem (3) de görüldüğü gibi heterojen olarak yorumlanmaktadır.

Pesaran ve ark. (1999) tarafından önerilen Pooled Mean Group (PMG) için ise uzun dönem θ 'lar homojen, kısa dönem, sabit terim ve hata düzeltme parametreleri denklem (4)'deki gibi heterojen iken Dynamic Fixed Effects (DFE) için denklem (5)'te görüldüğü gibi tüm parametreler homojendir.

Uzun dönem katsayıların homojen mi yoksa heterojen mi olduğuna ise Hausman testi yapılarak karar verilebilir. Dolayısıyla MG-PMG ve MG-DFE arasında Hausman testi yapılmaktadır. Eğer sadece uzun dönem katsayıları homojen ise PMG, bütün parametreler homojen ise DFE, bütün parametreler heterojen ise MG tahmincisi yorumlanır.

Çalışmada ilk olarak serilerin birim kök içerip içermediği araştırılmış, sonra PMG-MG-DFE analiz sonuçları elde edilmiş ve modelin dinamik yapısını

yorumlamak için varyans ayrıştırma yöntemi kullanılarak sonlandırılmıştır. Varyans ayrıştırma analizi herhangi bir değişkende yaşanan değişimin yüzde kaçının kendisine ve yüzde kaçının diğer değişkenlere bağlı olduğunu göstermektedir. Eğer herhangi bir değişkende meydana gelen değişmelerin büyük bölümü kendisinden kaynaklanıyorsa bu değişkenin dışsal olarak hareket ettiği anlamına gelmektedir. Fakat bir değişkende meydana gelen değişmeler diğer değişkenlerin etkisiyle oluyorsa bu değişken içsel bir değişkendir (Enders 1995).

Ampirik Bulgular

Serilerin durağanlığını sınamak için Levin, Lin and Chi (LLC) (2002), Im, Pesaran ve Shin (IPS) (2003), ADF Fisher Chi-kare (ADF Fisher) ve PP-Fisher birim kök testleri uygulanmıştır. Söz konusu test sonuçları Çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde kimi değişkenlerin seviyede kimi değişkenlerin ise birinci fark işleminden sonra durağan olduğu görülmektedir. Dolayısıyla model de kullanılan değişkenler göz önüne alındığında seriler, Panel ARDL'yi tahmin edebilmek için bir gerekli olan I(1) ve I(0) değişkenlerin varlığı önemlidir. Değişkenler LLC yöntemi hariç, diğer üç yaklaşımda ortak olarak % 1 anlamlılık düzeyinde I(1)'dir.

Çizelge 3. Birim Kök Test Sonuçları**Table 3. Unit Root Test Results**

	Düzye				Birinci Fark			
	IPS	LLC	ADF-Fisher	PP-Fisher	IPS	LLC	ADF-Fisher	PP-Fisher
Ei	4,065	0,854	9,187	12,356	-10,806***	-10,409***	159,72***	193,02***
Fos	-0,067	-2,779***	28,966	30,457	-11,173***	-10,965***	151,263***	235,463***
Ren	2,926	3,536	34,396	35,305	-14,560***	-13,748***	212,361***	264,819***
Ind	2,772	-0,494	32,323	35,831	-7,258***	-6,362***	114,727***	137,965***
Pri	-3,090***	2,971	48,135***	43,881**	-36,778***	-105,103***	155,390***	270,884***
Urb	-0,687	-5,311***	30,186	106,389***	-1,847**	-1,349*	30,245	40,256**

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 düzeyinde anlamlılık seviyesini değerlerini göstermektedir.

Çizelge 4. Uzun Dönem Homojenliği Sınamak İçin Hausman Testi**Table 4. Hausman Test to Test Long-Run Homogeneity**

	Katsayılar				(A-C)	sqrt[diag (V_A-V_B)]	sqrt[diag (V_A-V_C)]
	(A) MG	(B) PMG	(C) DFE	(A-B)			
Fos	1,571777	0,978671	0,7496197	0,593106	0,822157	1,193604	328,946
Ren	-0,01411	-0,06748	-0,0322588	0,053371	0,018148	0,078525	22,66902
Ind	-0,27017	-0,70061	-0,75452	0,430438	0,484345	0,989672	272,8351
Pri	-0,18295	-0,08762	-0,0633475	-0,09533	-0,1196	0,324511	89,47137
Urb	-1,8004	-0,55626	-0,0825086	-1,24414	-1,71789	3,074653	847,3607
	MG-PMG				MG-DFE		
	Ho: PMG tahmincisi etkin ve tutarlıdır, ancak MG verimli değildir.				Ho: DFE tahmincisi etkin ve tutarlıdır, ancak MG verimli değildir.		
	$\chi^2(5) = (A-B)'[(V_A-V_B)^{-1}](A-B)=4.43$				$\chi^2(8)=(A-C)'[(V_A-V_C)^{-1}](A-C)=0,01$		
	Olasılık (χ^2)= 0,4888>0,05				Olasılık (χ^2)= 1,00>0,05		

Şimdi birimler arası korelasyonun dikkate alınmadığı Panel ARDL yönteminin önerdiği Pooled Mean Group (PMG), Dynamic Fixed Effects (DFE) ve Mean Group (MG) tahmincileri uygulanacaktır. Çizelge 4'ten de görüleceği gibi Hausman test istatistik olasılık değeri 0,05'ten büyük ise etkin tahminci DFE (H0: DFE tahmincisi MG tahmincisinden daha etkili ve tutarlıdır) ve PMG (H0: PMG tahmincisi MG tahmincisinden daha etkili ve tutarlıdır) olduğuna karar verilmektedir; uzun dönem parametreleri birimlere göre heterojen sabit ve homojen eğime sahiptir (Pesaran, Shin ve Smith 1999), ancak kısa dönem parametreleri ve hata varyanslarının birimlere göre değişmesine izin vermektedir. Bundan dolayı; ayrıca PMG tahmincisi DFE tahmincisini domine ederek kısa dönem katsayılarında heterojenliğe izin verdiği için Hausman test istatistik olasılık değeri 0,05'ten büyük ise her iki durum için de etkin tahmincinin PMG olduğuna karar verilebilir (Mehmood ve ark. 2014:416). Öte yandan Hausman Test istatistiği olasılık değeri 0,05'ten küçük ise etkin tahminci MG tahmincisi olduğuna karar verilir; bu durumda ise Ha: Heterojenlik Var; Uzun dönem parametreleri "hem sabit hem eğim" birimlere göre heterojendir (Pesaran ve Smith 1995).

Çizelge 4'te verilen Hausman test sonucuna göre hem MG-DFE (Prob (χ^2)= 1,00>0,05 veya $\chi^2=0,00<\chi^2_{(0.05,8)}=15,51$) olduğu hem de MG-PMG (Prob (χ^2)= 1,00>0,05 veya $\chi^2=0,37<\chi^2_{(0.05,8)}=15,51$) test sonuçlarına göre etkin tahmin edicinin PMG olduğuna karar verilir. Ayrıca hesaplanan Hausman χ^2 değerleri ise Tablo χ^2 kritik değerlerinden daha küçüktür.

Çizelge 5'te PMG, MG ve DFE sonuçları ve hata düzeltilme mekanizmasına ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Hata düzeltme terimi (ECT) düzeltme oranını belirtir ve değişkenlerin uzun dönemde dengeye ne kadar hızlı döndüğünü göstermektedir.

PMG tahmin sonuçlarına göre uzun dönemde tüm değişkenler (Fos, Ren, Ind, Pri ve Urb) %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Uzun dönem MG sonuçlarına göre sadece Fos değişkeninin istatistiki olarak anlamlı olduğu (%5 anlamlılık düzeyinde) elde edilmektedir.

Uzun dönemde DFE tahminci sonuçlarına göre ise Urb hariç diğer değişkenlerin istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Kısa dönem sonuçlarına ilişkin hata düzeltme mekanizmasının ise çalıştığı görülmektedir. Başka bir deyişle hata düzeltme mekanizmasının katsayısı istatistiki olarak anlamlı ve negatif değerler almaktadır. Kısa dönem sonuçları değişkenler açısından ele alındığında ise PMG'de Fos ve Ind; MG'de Fos ve Ind ve DFE'de ise Fos, Ind ve Ren değişkenlerinin istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 6'da PMG modeline ait her bir ülke için hata düzeltme katsayıları, sabit ve kısa dönem parametreleri mevcuttur.

Çizelge 6'ya göre 13 ülkenin 7'sinde %90 güven sınırında istatistiki olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu ilişkiyi gösteren ECT'nin işareti Bangladeş, Macaristan, Hindistan, Peru, Filipinler ve Türkiye uzun dönem ilişki teyit edilmekte; kısa dönemde görülen dengeden sapmalar uzun dönem dengesine ulaşmaktadır. Ülkelere ait bireysel parametreler önemli farklılık göstermektedir.

Çizelge 5. PMG, MG ve DFE Sonuçları**Table 5. PMG, MG and DFE Results**

Bağımlı Değişken: Ei	PMG		MG		DFE	
	Uzun Dönem	Kısa Dönem	Uzun Dönem	Kısa Dönem	Uzun Dönem	Kısa Dönem
Fos	0,979*** (0,033)		1,572** (0,634)		0,750*** (0,118)	
Ren	-0,068*** (0,025)		-0,014 (0,044)		-0,032 (0,062)	
Ind	-0,701*** (0,038)		-0,270 (0,525)		-0,755*** (0,092)	
Pri	-0,088*** (0,013)		-0,183 (0,172)		-0,063* (0,034)	
Urb	-0,556*** (0,088)		-1,800 (1,633)		-0,083 (0,251)	
Hata Düzeltme Mekanizması		-0,143*** (0,041)		-0,537*** (0,096)		-0,113*** (0,022)
ΔFos		0,435*** (0,073)		0,216*** (0,067)		0,313*** (0,029)
ΔRen		0,033 (0,024)		0,006 (0,013)		-0,001 (0,010)
ΔInd		-0,351*** (0,086)		-0,170** (0,074)		-0,278*** (0,033)
ΔPri		0,003 (0,010)		0,005 (0,006)		0,004** (0,002)
ΔUrb		-0,211 (0,766)		0,116 (1,261)		0,170 (0,361)
Sabit		0,128*** (0,040)		-2,706 (2,131)		-0,123 (0,147)
Gözlem Sayısı		377		377		377

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki değerler ise tahmincilerin standart hata değerlerini göstermektedir.

Çizelge 6. Ülkelerin Bireysel PMG Tahmin Sonuçları**Table 6. Individual PMG Forecast Results by Countries**

Ülkeler	ECT	Fos	Ren	Ind	Pri	Urb	Sabit
Bangladeş	-0,001 (0,022)	0,577*** (0,045)	0,006 (0,004)	-0,455*** (0,108)	-0,016*** (0,006)	0,264 (0,431)	-0,008 (0,026)
Bulgaristan	-0,236** (0,094)	0,397*** (0,101)	-0,009 (0,023)	-0,171 (0,148)	0,078* (0,045)	-1,251 (1,534)	0,142 (0,128)
Şili	-0,097** (0,041)	0,414*** (0,131)	-0,024 (0,045)	-0,158 (0,223)	-0,020 (0,016)	2,610 (1898)	0,081 (0,064)
Çin	-0,210*** (0,029)	0,701*** (0,028)	0,005 (0,010)	-0,638*** (0,035)	0,014*** (0,003)	0,723* (0,425)	0,301*** (0,116)
Macaristan	-0,161 (0,115)	0,251 (0,154)	0,153 (0,176)	-0,125 (0,164)	0,010 (0,025)	2,876 (2,150)	0,097 (0,109)
Hindistan	-0,021 (0,075)	0,640*** (0,116)	-0,013 (0,029)	-0,509*** (0,104)	-0,010 (0,010)	3,100 (2,662)	-0,013 (0,088)
Pakistan	-0,189** (0,078)	0,095 (0,103)	-0,020 (0,018)	0,000 (0,077)	0,005 (0,008)	-4,163* (2,248)	0,281 (0,174)
Peru	0,051 (0,040)	0,754*** (0,081)	0,169** (0,066)	-1,055*** (0,160)	-0,008 (0,031)	1,017 (0,868)	-0,062 (0,050)
Filipinler	-0,009 (0,025)	0,624*** (0,073)	0,220*** (0,037)	-0,570*** (0,117)	0,001 (0,010)	-0,550 (1,370)	0,005 (0,039)
Romanya	-0,436*** (0,130)	-0,043 (0,069)	0,000 (0,042)	-0,155 (0,106)	0,062 (0,050)	-1,505 (1,493)	0,323 (0,234)
Tayland	-0,172*** (0,039)	0,095 (0,080)	-0,042*** (0,014)	0,090 (0,066)	0,002 (0,012)	0,243 (0,327)	0,162* (0,088)
Türkiye	-0,006 (0,038)	0,701*** (0,080)	0,003 (0,022)	-0,507*** (0,060)	-0,074** (0,032)	0,515 (1,557)	-0,003 (0,042)
Ukrayna	-0,372*** (0,085)	0,444*** (0,110)	-0,015 (0,017)	-0,303*** (0,094)	0,001 (0,001)	-6,626*** (1,695)	0,352* (0,213)

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki değerler ise tahmincilerin standart hata değerlerini göstermektedir.

Çizelge 7. Sağlık Testleri

Table 7. Strength Tests

Bağımlı Değişken: Enerji Yoğunluğu	FMOLS		DOLS	
	Katsayı	Std. Hata	Katsayı	Std. Hata
Fos	0,695***	0,021	0,802***	0,037
Ren	-0,048***	0,013	0,030*	0,017
Ind	-0,691***	0,025	-0,919***	0,056
Pri	0,039***	0,007	0,024**	0,009
Urb	-0,304***	0,032	-0,074	0,064

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Ülkeler ait bireysel sonuçlar Çizelge 6 incelendiğinde kısa dönemde;

- Hata düzeltme katsayısı Bangladeş, Macaristan, Hindistan, Peru, Filipinler ve Türkiye’de istatistiki olarak anlamsız; Bulgaristan, Şili, Çin, Pakistan, Romanya, Tayland ve Ukrayna’da ise %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlılığı (Pakistan’da %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlılık mevcuttur),
- Fosil yakıt kullanımının enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi incelendiğinde Macaristan, Pakistan, Romanya ve Tayland’da istatistiki olarak anlamsız iken diğer ülkelerde %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlılık mevcuttur. Katsayıların ise pozitif ve 0-1 arasında değişiklikler gösterdiği,
- Yenilenebilir enerji kullanımının enerji yoğunluğu üzerindeki etkisinde ise %1 anlamlılık düzeyinde Filipinler ve Tayland; %5 anlamlılık düzeyinde ise Peru’da istatistiki olarak anlamlılık bulunmaktadır. Adı geçen ülkelerde katsayılar sırasıyla 0,17; 0,22 ve -0,04 olduğu,
- Sanayileşmenin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi; Bangladeş, Çin, Hindistan, Peru, Filipinler, Türkiye ve Ukrayna’da istatistiki olarak anlamlı iken diğer ülkelerde istatistiki olarak anlamsızdır. Anlamlı katsayılar negatif olduğu ve 0-1 arasında değerler aldığı (sadece Peru’da -1,05’tir),
- Enerji fiyatlarının enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi; Bangladeş, Bulgaristan, Çin ve Türkiye hariç diğer ülkelerde istatistiki olarak anlamlılığa rastlanmamıştır. Adı geçen ülkelerde ise çeşitli anlamlılık düzeylerinde (%1, %5 ve %10) katsayıların anlamlı olduğu elde edilmiştir. Bu katsayıların Bulgaristan ve Çin’de pozitif; Bangladeş ve Türkiye’de ise negatif olduğu,
- Kentleşmenin enerji yoğunluğu üzerine etkisi incelendiğinde ise %1 anlamlılık seviyesinde Çin’de; %10 anlamlılık seviyesinde ise Tayland ve Ukrayna’da istatistiki olarak anlamlılık geçerlidir. Diğer ülkelerde ise istatistiki olarak (%1, %5 ve %10 anlam düzeylerinde) anlamlılığa rastlanmamıştır. Adı geçen ülkelerde katsayıların pozitif olduğu, sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çizelge 7’de uzun dönem katsayılarına ait FMOLS ve DOLS tahmin sonuçları verilmektedir.

Çizelge 7’de yer alan FMOLS sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde enerji yoğunluğu üzerinde tüm değişkenlerin istatistiki olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmektedir. Fosil yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı, sanayileşme, enerji fiyatları ve kentleşmenin, enerji yoğunluğu üzerindeki etkilerine ilişkin katsayılar sırasıyla 0,69; -0,05; -0,69; 0,04 ve -0,30 olarak tespit edilmiştir. Yani adı geçen değişkenlerde meydana gelen %1’lik bir değişim, enerji yoğunluğu üzerinde %0,69, %0,05, %0,69, %0,04 ve %0,30’luk bir değişim gerçekleştirmektedir.

DOLS sonuçlarına göre kentleşmenin istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer değişkenler ise istatistiki olarak anlamlıdır. FMOLS’a benzer biçimde olarak söz konusu katsayılar sırasıyla 0,04; 0,02; 0,06; 0,01 şeklinde elde edilmiştir.

Sonuç ve Değerlendirme

Sanayileşme süreci ile birlikte üretim süreçlerinde yaşanan değişimler, teknolojik gelişmeler, nüfus artışı vb. durumlar enerji ihtiyacının artmasına sebep olmuştur. Son 50 yıllık süreç incelendiğinde ise 1973 Petrol Krizi, küreselleşme sürecinin derinleşmesi gibi gelişmeler enerjinin öneminin ciddi düzeylere ulaşmasına sebep olmuştur. Bu süreçte politikacılar enerji arz güvenliği üzerine eğilmeye başlamıştır. Son dönemde ise çevresel kirliliğin artması, iklim değişikliğinin ciddi boyutlara ulaşması gibi gelişmeler enerjinin önemini ortaya koymakta ayrıca temiz enerjiye de vurgu yapmaktadır. Diğer yandan enerji verimliliğinin sağlanmasının önemi tekrar ortaya konmaktadır. Bu durum özellikle enerji ithalatçısı gelişmekte olan ülke ekonomilerinde ciddi önem taşımaktadır. Enerji yoğunluğunu düşüren enerji ithalatçısı ülkeler hem cari işlemler açığının azalmasını hem de çevre kalitesini gerçekleştirebilmektedir.

Bu çalışmada 13 enerji ithalatçısı gelişmekte olan ülke ekonomisinde enerji yoğunluğunun belirleyicileri araştırılmıştır. Farklı ampirik metodların kullanıldığı çalışmada, sonuçların güvenilirliği de ortaya konularak ilgili literatüre katkı sunulmaya çalışılmıştır. Çalışmada enerji yoğunluğunun açıklanmasında, fosil yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı, sanayileşme, enerji (petrol) fiyatı ve kentleşme değişkenlerine ait 1990-2018 dönemi yıllık verilerinden yararlanılmıştır. Farklı ampirik

metodlara göre farklı sonuçlar elde edilmesine rağmen, ortak bulgular; kısa ve uzun dönemde sonuçlarda farklılıkların olduğu yönündedir.

Diğer yandan enerji yoğunluğunun düşürülmesinde ve çevresel kalitenin artırılmasında fosil yakıt tüketiminin düşürülmesi, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasının önemi ortaya çıkmıştır. Sanayileşmede meydana gelen artışlar ise genel olarak enerji yoğunluğunu düşürücü etkilere sebep olmaktadır. Bu durumun sebebi ise artan sanayileşme ile gelir artışının sağlanması ve çevresel bozulmayı önleyici, enerji verimliliğini artırıcı önlemlerin alınabilmesi olarak değerlendirilmektedir. Enerji (petrol) fiyatlarının ise kısa dönemde enerji yoğunluğunu artırıcı, uzun dönemde ise düşürücü etkiye yol açtığı elde edilmiştir. Bu durum uzun dönemde maliyet avantajı sağlamak için kişi, kurum ve kuruluşların enerji etkinliğini önemseydiği ve uzun dönemli yatırımların olduğu yönünde değerlendirilmektedir. Diğer yandan kentleşmede meydana gelen artışlarında genel olarak enerji yoğunluğunu düşürücü etki oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum ise artan kentleşme ile nitelikli işgücünün artması, enerji verimliliği konusunda bilincin artması, katma değeri yüksek üretimin artarak teknolojinin etkin kullanılması ile açıklanabilmektedir.

Özet olarak bu çalışmada enerji yoğunluğu üzerinde ülkelere göre bazı sonuçların ve dönemsel farklılıkların olması dışında genel olarak fosil yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı, sanayileşme, enerji fiyatları ve kentleşmenin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular Vanden ve ark. (2006), Ediger ve Huvaz (2006), Çermikli ve Tokatlıoğlu (2015) çalışmalarına benzer niteliktedir. Politika yapıcılar enerji yoğunluğunu düşürerek hem enerji verimliliği hem de çevresel kaliteyi artırabilmektedir. Çalışmanın ampirik bulguları uyarınca 13 enerji ithalatçısı gelişmekte olan ülke ekonomisinin fosil yakıt kullanımını düşürücü, temiz enerji kaynaklarını teşvik edici politikalara yönelmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu çalışmayı takip eden araştırmalarda, enerji yoğunluğunun tespitinde ekonomik değişkenlerin yanında sosyo-demografik değişkenlerinde analize dahil edilmesinin ilgili literatüre katkı sunacağı değerlendirilmektedir.

Extended Abstract

With the industrialization process, changes in production processes, technological developments, and population growth these, conditions have led to an increase in energy demand. When the last 50 years are examined, developments such as the 1973 Oil Crisis and the deepening of the globalization process have caused the importance of energy to reach critical levels. In this process, politicians started to focus on energy supply security. Recently, developments such as the increase in environmental pollution and the seriousness of climate change reveal the importance of energy and also emphasize clean energy. On the other hand, the importance of ensuring energy efficiency is reiterated. This is particularly important in the economies of energy-

importing developing countries. Energy importing countries, which reduce their energy intensity, can realize both the reduction of the current account deficit and the environmental quality.

The sustainability of economic growth within the framework of macroeconomic targets can be achieved via the sustainability of the current account deficit. Within the framework of these goals, energy consumption has an important role. This issue, which is of utmost importance especially in the economies of energy importing countries, is among the priority issues that policy makers should address. The relationship between energy consumption and economic growth is associated with production increases. The production process is handled in two ways: short-term and long-term. Short-term production growth occurs due to changes in capacity utilization rates together with changes in total demand in case of underemployment. In the long run, the increase in production occurs with the addition of new production factors in the case of full employment. With the 1970s, it has been accepted that energy is as important as other production factors in the production process. It has been argued that economic growth is not possible without energy. With the oil crisis that emerged in 1973, oil prices rose and energy supply crisis occurred in many countries' economies. With this crisis, the importance of energy supply security has emerged and policy makers have started to produce new policies for energy supply. Promoting the use of renewable energy is the foremost among these policies. However, it is considered very important to ensure energy efficiency resources to meet the energy demand in a sustainable manner.

In this study, the factors affecting energy intensity in 13 net energy importing countries are investigated. The study is an original study in terms of the current sample period and researching the economies of net importer countries. On the other hand, it is aimed to make estimations with different empirical methods used regarding the determinants of energy density and to present them comparatively way in econometric findings. In this respect, the study differs from other studies in the literature. Therefore, it is considered that the employee will contribute to the literature with these aspects.

In the study, annual data for the sample period of 1990-2018 with the variables of 13 energy importers and developing economies are used. First of all, the inter-unit correlation test was performed for the variables. After examining the unit root process of the variables, various panel data estimators were used.

The long-term parameter is obtained by using the average of the long-term parameters of the ARDL models obtained for each unit by the MG (Mean Group) method developed by Pesaran and Smith (1995). Long-term parameters are evaluated according to units. In addition, the short-term, constant term and error correction parameters are also presented by averaging them according to the units. Pesaran et al. For the Pooled Mean Group (PMG) proposed by (1999), long-term θ 's are homogeneous, short-term, constant term and error

correction parameters are heterogeneous, while for Dynamic Fixed Effects (DFE), all parameters are homogeneous. Whether the long-term coefficients are homogeneous or heterogeneous can be decided by using the Hausman test. Therefore, Hausman test is performed between MG-PMG and MG-DFE. If only long-term coefficients are homogeneous, PMG is interpreted, if all parameters are homogeneous, DFE, if all parameters are heterogeneous, the MG estimator is interpreted.

According to FMOLS results, it is seen that all variables have a statistically significant effect on energy density at the 1% significance level. The coefficients for the effects of fossil fuel use, renewable energy use, industrialization, energy prices and urbanization on energy intensity were determined as 0,69; -0,05; -0,69; 0,04 and -0,30, respectively. In other words, a 1% change in the aforementioned variables results in a 0,69%, -0,05%, -0,69%, 0,04% and -0,30% change in energy density. According to DOLS results, it was concluded that urbanization is statistically insignificant. Other variables are statistically analysed. Similar to FMOLS, the mentioned coefficients were obtained as 0,04; 0,02; 0,06; 0,01, respectively.

In this study, the determinants of energy intensity in 13 energy importing developing countries (Bangladesh, Bulgaria, Chile, China, Hungary, India, Pakistan, Peru, Philippines, Romania, Thailand, Türkiye and Ukraine) were investigated. In the study, in which different empirical methods were used, it was tried to contribute to the relevant literature by revealing the reliability of the results. In the study, the annual data of the 1990-2018 period of fossil fuel use, renewable energy use, industrialization, energy prices and urbanization variables were used to explain the energy density. Although different results are obtained according to different empirical methods, the common findings are; that there are differences in the results in the short and long term. On the other hand, the importance of reducing fossil fuel consumption and increasing the use of renewable energy in reducing energy density and increasing environmental quality has been demonstrated. Increases in industrialization generally cause lowering effects on energy density. The reason for this situation is considered to be the increase in income with increasing industrialization and taking measures to prevent environmental degradation and increase energy efficiency. It has been obtained that energy prices have an increasing effect on energy density in the short term and a lowering effect in the long term. This situation is evaluated as individuals, institutions and organizations care about energy efficiency and there are long-term investments in order to provide cost advantage in the long term. On the other hand, it has been concluded that the increase in urbanization generally has a reducing effect on energy density. This situation can be explained by the increasing urbanization, the increase in the qualified workforce, the increase in energy efficiency, the increase in production with high added value and the effective use of technology. According to the empirical findings of the

study, it is emphasized that the economies of 13 energy importing developing countries should turn to policies that reduce the use of fossil fuels and encourage clean energy sources.

Kaynaklar

1. Akal, M. (2015). A VARX modelling of energy intensity interactions between China, the United States, Japan and EU. *OPEC Energy Review*, 39(1): 103-124.
2. Arabul, H. (1999). Türkiye’de elektrik enerjisi dağıtımında yatırım fırsatları. *Enerji Dünyası*, 25.
3. Asif, M., Muneer, T. (2007). Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(7): 1388-1413.
4. Bahar, O. (2011). Türkiye’de enerji sektörü üzerine bir değerlendirme. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1(14): 35-59.
5. Balitskiy, S. Bilan, Y., Strielkowski, W., Štreimikienė, D. (2016). Energy efficiency and natural gas consumption in the context of economic development in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55: 156-168.
6. Barsky, R. B., Kilian, L. (2004). Oil and the macroeconomy since the 1970s. *Journal of Economic Perspectives*, 18(4):115-134.
7. Beaumont, R. (2012). An Introduction to statistics correlation, <http://www.floppybunny.org/robin/web/virtuaLNCrassroom/stats/basics/part9.pdf> (11.02.2022).
8. Berber, M. (2011). İktisadi büyüme ve kalkınma. *Derya Kitabevi*, 4. Baskı, Trabzon.
9. Bildirici, M. E., Kayıkçı, F. (2013). Effects of oil production on economic growth in Eurasian countries: Panel ARDL approach. *Energy*, 49: 156-161.
10. Chen, Y. E., Fu, Q., Zhao, X., Yuan, X., Chang, C. P. (2019). International sanctions’ impact on energy efficiency in target states. *Economic Modelling*, 82: 21-34.
11. Chi, D. A., Moreno, D., Navarro, J. (2018). Impact of perforated solar screens on daylight availability and low energy use in offices. *Advances in Building Energy Research*, 1-25.
12. Çam Karakaş, Üzümcü, A., Karakaş, A. (2019). Energy import and economic growth: an analysis on some energy importer countries. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2): 317-334.
13. Çermikli, A. H. (2005). Enerji tüketimi, enerji yoğunluğu ve iktisadi büyüme. *Ekonomik Yaklaşım*, 16(56): 57-77.
14. Çermikli, A. H., Tokatlıoğlu, İ. (2015). Yüksek ve orta gelirli ülkelerde teknolojik gelişmenin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32): 1-22.
15. Efeoğlu, R., Pehlivan, C. (2018). Türkiye’de enerji tüketimi ve cari açığın ekonomik büyüme üzerine etkisi. *Politik Ekonomik Kuram*, 2(1): 103-123.
16. Ekrem, B., Çeviş, İ., Ceylan, R., Yayla, N. (2018). Makroekonomik göstergelerin CDS primini açıklama gücü: Kırılgan Beşli Ülkeleri için bir panel ARDL analizi. *International Conference on Applied Economics and Finance & Extended with Social Sciences*, 487-500.
17. Enders, W. (1995). *Applied econometric time series*. New York: Iowa State University.

18. Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Liu, H., Tao, Q. (2004). What is driving China's decline in energy intensity?. *Resource and Energy Economics*, 26(1): 77-97.
19. Garten, J. E. (1997). The big ten: the big emerging markets and how they will change our lives, BasicBooks
20. Hannesson, R. (2002). Energy use and GDP growth, 1950-1997. *OPEC Review*, September: 205-233.
21. Hepaktan, C. E. (2018). Türkiye'de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari işlemler açığı ilişkisinin yapısal kırılmalar altında ekonometrik analizi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(04): 141-160.
22. Im, K. S., M. H. Pesaran, Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115: 53-74.
23. IMF, (2015), World Economic Outlook, <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/pdf/text.pdf> (Erişim 20 Temmuz 2022).
24. International Energy Agency. (2020). Data and Statistics, <http://www.iea.org> (Erişim 20 Temmuz 2022).
25. Issawi, C. (1978). The 1973 oil crisis and after. *Journal of Post Keynesian Economics*, 1(2): 3-26.
26. Khobai, H., Kolisi, N., Moyo, C., Anyikwa, I., Dingela, S. (2020). Renewable energy consumption and unemployment in South Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(2): 170-178.
27. Leach, G., Jarass, L., Obermair, G., Hoffmann, L. (1986). *Energy and growth*. Butterworths, England.
28. Levin, A., Lin, C-F., Chu, C-S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite sample properties. *Journal of Econometrics*, 108: 1-24.
29. Mehmood, B., Raza, S. H., Mureed, S. (2014). Health expenditure, literacy and economic growth: PMG evidence from Asian countries. *Euro-Asian Journal of Economics and Finance*, 2(4): 408-417.
30. Miguez, J. L., Lopez-Gonzalez, L. M., Porteiro, J., Paz, C., Granada, E., Moran, J. C. (2006). Contribution of renewable energy sources to electricity production in Galicia (Spain). *Energy Sources, Part A*, 28(11): 995-1012.
31. Naimoğlu, M., Özel, B. (2022). Enerji kaynaklarının enerji yoğunluğu üzerindeki etkileri: enerji ithalatçısı yükselen ekonomilerden kanıtlar. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (47): 1-15.
32. Nakıpoğlu Özsoy, F., Özpolat, A. (2020). Yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisi: bootstrap granger nedensellik analizi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 4(2): 263-280.
33. Oğul, B. (2021). Türkiye'de cari açık ve ekonomik büyüme ilişkisi: Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(2): 77-82.
34. Pesaran M. H., Smith, R. P. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68(1): 79-113.
35. Pesaran, M. H., Shin, Y., Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446): 621-634.
36. Robertson, B., Bekker, J., Buckham, B. (2020). Renewable integration for remote communities: Comparative allowable cost analyses for hydro, solar and wave energy. *Applied Energy*, 264, 114677.
37. Sağlam, Ü. (2017). Assessment of the productive efficiency of large wind farms in the United States: an application of two-stage data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management*, 153: 188-214.
38. Saito, S. (2010). Role of nuclear energy to a future society of shortage of energy resources and global warming. *Journal of Nuclear Materials*, 398: 1-9.
39. Simpson, R. D., Toman, M. A., Ayres R. U. (2004). Scarcity and growth in the new millennium: summary, resources for the future, Discussion Paper, D.P. No:04-01.
40. Sun, F., Zhao, X., Chen, X., Fu, L., Liu, L. (2019). New configurations of district heating system based on natural gas and deep geothermal energy for higher energy efficiency in northern China. *Applied Thermal Engineering*, 151: 439-450.
41. Sun, J.W. (2002). The decrease in the difference of energy intensity between OECD countries from 1971- 1998. *Energy Policy*, 30: 631-635.
42. Taş, S., İspiroğlu F. (2017). Yükselen piyasa ekonomileri üzerine bir değerlendirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2): 225-242.
43. Tatoğlu, F. Y. (2018). Panel veri ekonometrisi: Stata uygulamalı, İstanbul: Beta.
44. The World Bank, (2019). World Bank Open Data, <http://data.worldbank.org/> (Erişim 20 Temmuz 2022).
45. Turna, Y., Ceylan, R. (2022). Türkiye'de ekonomik büyüme ile fiziki sermaye, beşeri sermaye ve enerji tüketimi arasındaki ilişki: NARDL yaklaşımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1): 223-242.
46. Uysal, D., Yılmaz, K., Taş, T. (2015). Enerji ithalatı ve cari açık ilişkisi: Türkiye örneği. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1): 63-78.
47. Uzun, A. (2013). Toplam elektrik üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği (1980- 2010). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3): 327-344.
48. Uzunöz, M., Akçay, Y. (2012). Türkiye'deki büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2): 1-16.
49. Wu, N., Li, Z., Qu, T. (2017). Energy efficiency optimization in scheduling crude oil operations of refinery based on linear programming. *Journal of Cleaner Production*, 166: 49-57.
50. Xie, W., Sheng, P., Guo, X. (2015). Coal, oil, or clean energy: Which contributes most to the low energy efficiency in China?. *Utilities Policy*, 35: 67-71.
51. Yanar, R., Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye'de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari açık ilişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2): 191-201.
52. Yıldırım, C. Y. (2019). Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: Granger nedensellik yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 4(9): 119-145.
53. Yıldırım, H. H., Sakarya, Ş. (2016). Economic growth and CO₂ emissions in Turkey, 8th International Ege Energy Symposium, May 11-13, Afyonkarahisar, 294-304.
54. Yoo, S-H. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Korea. *Energy Policy*, 33(12): 1627-1632.