



TÜRKİYE VE BRICS ÜLKELERİNDE ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK REFAHA ETKİSİ

Baki ATEŞ¹

Havva YAĞCI²

Öz

Türkiye ve BRICS ülkelerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler bu çalışmada inceleme konusu yapılmıştır. Çalışmada enerjinin ekonomik büyümeye olan etkisi incelenerek anılan ülkelerde enerji politikalarının gelişim seyri hakkında öngörüler elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla enerjinin üretim sürecindeki önemine değinilmiş, ilgili literatür taranmış ve kişi başına GSYH, kişi başına brüt sabit sermaye oluşumu (BSSO) ve kişi başına enerji tüketimi (kilogram petrol eşdeğeri) değişkenlerine ait 1990-2020 dönemine ait veriler üzerinde analizler yapılmıştır. Uygulanan yatay kesit bağımlılığı testi sonucunda paneller arasında yatay kesit olduğu ve homojenlik testi sonucunda heterojen özellik taşıdıkları saptandığından ikinci nesil birim kök testi gerçekleştirilmiştir. Serilerin %10 önem düzeyinde I(1) derecede bütünleşik olduğu bulunduğundan ikinci dereceden panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Eşbütünleşme testi sonucuna göre %10 önem düzeyinde paneller arasında eş bütünleşme olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: BRICS-T, Enerji, Ekonomik Büyüme, Panel Eşbütünleşme Analizi.

Jel Kodları: O13, O40, O50.

¹Dr. Öğrencisi, Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, E-posta: bkts25@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-5982-4341.

²Prof. Dr, Mardin Artuklu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, E-posta: havvacaha2@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3422-8594.

Atıf/Citation

Ateş, B. & Yağcı, H. (2023). Türkiye ve BRICS ülkelerinde enerji tüketiminin ekonomik refaha etkisi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(25), 1-27.

THE IMPACT OF ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC WELFARE IN TURKEY AND BRICS COUNTRIES

Abstract

The relationship between energy consumption and economic growth in Turkey and BRICS countries has been examined in this study. In the study, it is aimed to obtain predictions about the development of energy policies in the mentioned countries by examining the effect of energy on economic growth. For this purpose, the importance of energy in the production process was mentioned, the relevant literature was searched and analyzes were made on the data of the variables of GDP per capita, gross fixed capital formation per capita (BSSO) and energy consumption per capita (kilogram oil equivalent) for the period 1990-2020. As a result of the cross-section dependence test applied, it was determined that there was a horizontal cross-section between the panels and that they had heterogeneous characteristics as a result of the homogeneity test, so the second generation unit root test was performed. Since the series were found to be I(1) degree integrated at 10% significance level, the second-order panel cointegration test was applied. According to the results of the cointegration test, it was determined that there was cointegration between the panels at the 10% significance level.

Keywords: BRICS-T, Energy, Economic Growth, Panel Cointegration Analysis.

Jel Codes: O13, O40, O50.

1. GİRİŞ

Neo-klasik ekonomik büyüme modelinde ve ana akım büyüme teorilerinde enerjinin önemi yeterince dikkate alınmamıştır. Ancak enerjinin sermaye ile ikame esnekliğinin düşük oluşu, üretim sürecinde kullanılan diğer girdilerin meydana getirmesinde yine enerjiye gerek duyulması ve üretim sürecinde kullanılan enerjinin geri dönüştürülememesi özelliklerinden dolayı ekonomik analizlerde enerjinin de işgücü ve sermaye gibi birincil üretim faktörü olarak değerlendirilmesine işaret etmektedir (Stern, 2011, s. 45). Dünya ekonomisinde ekonomik büyümenin sağlanması ve refahın artırılması için enerji, geleneksel sermaye, işgücü ve doğal kaynaklar yanında önemli bir bileşen olarak öne çıkmıştır. Enerjinin istikrarlı şekilde ve ucuz olarak temin edilmesi hükümetlerin makro iktisadi politikaları arasında yer almaktadır. Ekonomik büyümeyi etkileyen pek çok değişken bulunmaktadır. Ancak enerji ihtiyacı için kullanılan fosil yakıtların sınırlı bir rezerve sahip olması gerçeğinden dolayı enerji ihtiyacının ve buna bağlı olarak ekonomik büyümenin nasıl sürdürülebilir şekilde sağlanacağı önemli bir sorun olarak belirmektedir.

Geleneksel toplumların yoksulluk döngüsünden kurtulmalarında ve sanayi devriminin gerçekleştirilmesinde etkili olan en önemli etkenlerden biri bol ve ucuz enerji kaynaklarının üretim sürecinde kullanılmasıdır. Geleneksel toplumlarda tarım ve imalat için genellikle insan ve hayvan kas gücünün enerjisinden yararlanılmıştır (Wrigley, 1992, s. 99-101). 18'inci yüzyılda meydana gelen sanayi devrimi sonrasında ise dünya genelinde üretim artmış, üretim

artışı ile birlikte kentleşme yaygınlaşmış ve nüfus çoğalmıştır. Çoğalan nüfus ve artan üretim hacmi ile enerjiye olan ihtiyaç da artmıştır (Bayar, 2014, s. 254).

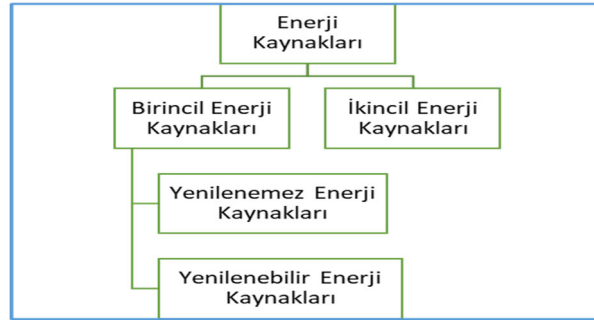
Günümüzde yalnızca ticaret ve sanayi faaliyetleri değil günlük faaliyetlerin gerçekleştirilmesi de büyük oranda enerjiye bağımlı hale gelmiştir. Özellikle elektrik enerjisi olmadan konut ve işyerlerinde aydınlatma, ısıtma, soğutma, iklimlendirme, elektrikli ev aletlerinin çalıştırılması gibi temel gereklilikler ile tıbbi hizmetler, eğitim hizmetleri ve benzeri kamusal hizmetlerin yürütülmesi aksamaktadır. Nüfus artışının yanında yaşam şeklinin sürekli değişmesi, elektrikle çalışan bilgisayar, televizyon, buzdolabı gibi aletlerin kullanımının yaygınlaşması ve gelir artışı elektrik enerjisi ihtiyacını artırmaktadır (Kamaludin, 2013, s. 84). Enerji beslenme, ısınma, aydınlatma gibi temel insani ihtiyaçların yanında su temini, sağlık ve eğitim hizmetleri gibi ekonomik gelişme için gerekli ön koşulların sağlanması için de kritik bir öneme sahiptir. Kişi başına enerji tüketimi ile çocuk ölümü, yaşam beklentisi ve okuryazarlık gibi ekonomik kalkınma göstergeleri arasında ilişki bulunmaktadır. Pek çok insan faaliyeti enerji gerektirdiğinden ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında belli oranda bağlantı vardır (Blok & Nieuwlaar, 2016, s. 3).

Teknolojinin gelişimine koşut olarak icat edilen araç-gereçlerin kullanılması için elektrik enerjisine gereksinim duyulması gelişmiş ülkelerde enerji talebini artırdığından enerji tüketiminin artması refah artışı ile ilişkilendirilmektedir (Ağır & Kar, 2010, s. 151). Elektrik enerjisi gibi petrol talebi de nüfus artışı ve ekonomik büyümeye bağlı olarak sanayide üretim enerjisi, ulaşımda taşıt yakıtı olarak artan enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Yüksek büyüme oranlarına sahip ülkelerin enerji talebi daha fazla olmaktadır (Şanlı & Tuna, 2014, s. 44). Ekonomik büyüme arttıkça kişi başına düşen enerji tüketim miktarı ve kişi başına düşen otomobil sayısı gibi değişkenler de arttığından bu değişkenler hayat standartlarının birer göstergesi olarak analizlere dahil edilmektedir (Özkan & Beyazlı, 2018, s. 28-29).

Artan mal ve hizmet tüketimi, genişleyen kentleşme ve hızla artan nüfus beraberinde sürdürülebilir büyümeyi gündeme taşımaktadır. Sürdürülebilir büyüme için temiz enerji kaynaklarının temini ile enerji verimliliğinin sağlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Zakari, vd., 2022). Enerji verimliliğindeki iyileştirmeler enerji yoğunluğunun azaltılmasıyla sağlanmaktadır. Enerji yoğunluğu ise birim çıktı başına düşen enerji miktarıyla ölçülmektedir. Enerji yoğunluğunun azaltılması özellikle az gelişmiş ülkelerde ekonomik büyümeyi desteklemektedir (Rajbhandari & Zhang, 2018, s. 3-4).

Ekonomide kullanılan bütün enerji kaynakları iki genel sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynaklarıdır. Birincil enerji kaynakları da enerji kaynağının kullanılmakla sonlanıp sonlanmayacağına göre yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak iki gruba ayrılmaktadır (Kernitskii vd., 2020, s. 2). Enerjinin bir kaynaktan ısıya veya mekanik enerji formuna dönüştürülmeden önce bitişik olduğu maddeden ayırma, temizleme veya dereceleme ile veya bunlar yapılmadan çıkarılması ya da ele geçirilmesi gerektiği durumda birincil enerji kaynağı olarak sınıflandırılmaktadır. Birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesiyle edinilen enerji kaynakları ise ikincil enerji kaynağı olarak adlandırılmaktadır (UN, 1982, s. 9).

Kömür, petrol, doğalgaz, uranyum gibi birincil enerji kaynaklarının miktarı sınırlı olduğundan yenilenemez enerji kaynakları olarak gruplandırılmaktadır. Güneş ışığı, akar su, rüzgar, biyokütle ve jeotermal enerji gibi birincil enerji kaynakları ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (ABD Enerji Kurumu, 2017, s. 9). Enerji kaynaklarının sınıflandırılışı aşağıdaki şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Tarihsel süreç içinde sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıtların enerji kaynağı olarak önemi artmıştır. Fosil yakıtların kökeni doğada meydana gelen fotosentez olayına dayanmaktadır. Fotosentez atmosferdeki karbondioksit (CO_2), topraktaki su (H_2O) ve güneş enerjisinin etkileşimiyle bitkiler tarafından gerçekleştirilen kimyasal bir tepkimedir ve bu tepkime sonucunda bitkilerin yapısını oluşturan basit şeker ve havaya salınan oksijen üretilir. Bitkilerin çürümesi veya yanması sırasında ise fotosentezin tersi yönde bir tepkime oluşur ve bu tepkime sonucunda başlangıçtaki girdiler geri elde edilir (Nelson, 2021).

Fosil yakıtlar yer altında kömür, petrol ve doğalgaz şeklinde bulunmaktadır. Sanayi devrimine kadar insanoğlu enerji ihtiyacı için temel olarak canlıların kas gücünü kullanmış ve odun gibi biyokütlelerin yakılmasıyla enerji elde etmiştir. Sanayi devrimi sonrasında ise fosil yakıtların enerji kaynağı olarak kullanımı yoğunlaşmıştır. Fosil yakıtların çevre üzerindeki kirlenici

etkilerine rağmen günümüz sanayisinde önemli bir rolü bulunmaktadır (Ritchie & Roser, 2021). Fosil yakıtlar sonlu bir miktara sahiptir ancak yıllar içerisinde bunların kullanımını artmıştır. Yeni rezervlerin keşfedilmesiyle yakın gelecekte tükeneceği yönündeki tahminler gerçekleşmemiştir. Ancak çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle fosil yakıtlar yerine yeni ve etkili enerji kaynakları araştırılmaktadır (Abas vd., 2015, s. 32-33).

İkinci dünya savaşından sonra uranyum ve toryum gibi bazı maddelerin kararsız çekirdek yapılarından önemli miktarlarda enerji elde edilebileceği ve bu enerji kaynağının sanayide kullanılabileceği keşfedilmiştir (Hubbert, 1956, s. 29). Petrol, kömür ve doğalgaz açısından zengin rezervlere sahip olmayan Fransa ve Japonya gibi ülkelerde atom çekirdeğinden enerji üretimi sağlayan reaktörlerin yapımı ve işletilmesi enerji talebinin karşılanmasında alternatif bir yol olarak görülmüştür. Bazı Avrupa ülkelerinde ise atık sorunu ve oluşturduğu güvenlik riskleri nedeniyle çekirdek enerjisinin kullanımına yönelik yatırımlar durdurulmuştur (Yıldırım & Örnek, 2007, s. 35).

Fosil yakıtların yer altındaki varlığı sınırlı olduğundan ekonomide enerji arzının gelecekte kıtlıkla karşılaşacağı öngörülmektedir. Buna karşın dünyada nüfusun artması, sanayinin büyümesi ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak günlük hayatta enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Bu nedenle kömür, petrol, doğal gaz ve çekirdek enerjisi yerine yenilenebilir özellik taşıyan enerji kaynaklarının sanayide ve diğer alanlarda kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları temel olarak hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal, dalga, biyokütle ve hidrojenle oluşmaktadır (Koç & Kaya, 2015, s. 37).

2019 yılı itibarıyla hidro enerji dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji kaynakları içerisindeki oranı %5'e yükselmiştir. Ayrıca enerji türlerine göre artış oranı %41 ile en fazla artış yenilenebilir enerji türünde gerçekleşmiştir. Birincil enerji grubunda enerji kaynaklarının tüketim miktarları ve oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1. Birincil Enerji İçindeki Yakıt Oranları ve Büyümeye Katkıları (2019)

Enerji Kaynağı	Tüketim (Exajoules)	Yıllık Değişim (Exajoules)	Birincil Enerji Payı
Petrol	193.0	1.6	33.1%
Doğalgaz	141.5	2.8	24.2%
Kömür	157.9	-0.9	27.0%
Yenilenebilir*	29.0	3.2	5.0%

Hidrolik	37.6	0.3	6.4%
Nükleer	24.9	0.8	4.3%
Toplam	583.9	7.7	100.0%

*Biyoyakıtlar dahil yenilenebilir enerji (hidro enerji hariç)

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2020

Exajoules (EJ) = 1 quintillion joules (1×10^{18}). BP istatistik raporlarında 2020 yılından itibaren milyon ton petrol eşdeğeri (milyon TEP) yerine exajoules birimi kullanılmaya başlanmıştır.

Dünyada enerjiye olan talebin 2040 yılında kadar %30 oranında artması beklenmektedir (Eyüboğlu vd., 2021, s. 30). Enerji ihtiyacı, devletlerin uluslararası siyasi ilişkilerine yön vermekte ve enerji kaynaklarına sahip olma istemi veya enerji kaynakları üzerinde kontrol gücü elde etme arayışı küresel ölçekte çeşitli uluslararası çekişmelerin yaşanmasına yol açmaktadır (Korkmaz & Develi, 2012, s. 1). Artan enerji talebinin üçte ikisi hızlı gelişmekte olan Çin, Hindistan ve diğer Asya ülkelerinden kaynaklanmaktadır (Azam, 2019, s. 2).

BRICS ülkeleri, Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ülkelerinden oluşmaktadır. BRICS ülkeleri dünya genelinde nüfusun %42'sine, gayri safi yurtiçi hasılasının (GDP) %23'üne, ve ticaretin yaklaşık %16'sına sahiptirler (Meher, 2021, s. 4). Ekonomik bakımdan gelişen bir ülke olan Türkiye'nin enerji talebi bu ülke grubuyla birlikte incelenmiştir.

Bu araştırmada, BRICS-T ülkelerinde enerji tüketiminin kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) değişkeni üzerinde etkileri incelenerek enerji ile ekonomik büyüme arasında mevcut olan etkileşimin anlaşılması amaçlanmıştır. Araştırma, enerji ile ekonomik büyüme ve refah arasındaki ilişkileri inceleyen literatüre yeni bir katkı sunmaktadır. Gelişmekte olan BRICS-T ülkelerinin 1990-2020 yıllarını kapsayan 31 yıllık döneme ait verilerin analiz edildiği çalışmada kişi başına birincil enerji tüketimi ile kişi başına GSYH değişkeni arasında eş bütünleşme olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde BRICS-T ülkelerinin toplam enerji tüketimleri, enerji kaynaklarına göre enerji tüketimleri ve kişi başına enerji tüketim miktarlarını gösterir tablolara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalara değinilmiş dördüncü bölümde kullanılacak veri setleri ve model hakkında bilgi verilerek uygulanacak ekonometrik yöntem anlatılmıştır. Beşinci bölümde uygulanan ekonometrik testler sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde ise test bulguları değerlendirilerek sonuç ve öneriler ifade edilmiştir.

2. BRICS-T ÜLKELERİNDE ENERJİ TÜKETİMİ

Dünya genelinde 2019 yılında birincil enerji tüketiminin %39.30'u BRICS-T ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. 2009 ila 2019 yılları arasında dünya birincil enerji tüketimi yıllık %1.90 oranında artmıştır. Aynı dönemde birincil enerji tüketimi Hindistan'da %5.30, Türkiye'de %4.69, Çin'de %4.12, Brezilya'da 2.20, Rusya'da %0.98 ve Güney Afrika'da %0.28 oranında artmıştır. Anılan ülkelerin birincil enerji tüketim miktarları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2. Birincil Enerji Tüketimi (Exajoules)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Dünya	482.82	506.02	518.31	524.98	534.91	539.25	543.17	550.60	560.42	576.23	583.90
Brezilya	9.98	10.98	11.48	11.69	12.13	12.40	12.23	11.92	12.06	12.13	12.40
Rusya	26.92	27.99	28.92	28.98	28.61	28.71	28.14	28.76	28.87	30.04	29.81
Hindistan	21.52	22.55	23.88	25.11	26.08	27.86	28.77	30.07	31.33	33.30	34.06
Çin	97.52	104.28	112.54	117.05	121.37	124.20	125.38	126.95	130.83	135.77	141.70
Güney Afrika	5.24	5.29	5.21	5.14	5.15	5.22	5.05	5.30	5.25	5.30	5.40
Türkiye	4.28	4.50	4.81	5.11	5.07	5.23	5.72	6.01	6.37	6.29	6.49

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2020

Birincil enerji tüketimi içerisinde enerji kaynaklarının türlerine göre oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Buna göre dünya enerji tüketimi %1.3 oranında artış göstermiştir. BRICS-T ülkelerinde ise 2018 yılında toplam enerji tüketimi 222.83 EJ iken 2019 yılında 229.86 EJ olmuştur. Bu ülkelerin birincil enerji tüketimindeki artış oranı %3.15'tir.

Tablo 3. Yakıt Türlerine Göre Birincil Enerji Tüketimi (Exajoules)

Ülkeler	Yıllar	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer	Hidrolik	Yenilenebilir	Toplam
Dünya	2018	191.45	138.66	158.79	24.16	37.34	25.83	576.23
	2019	193.03	141.45	157.86	24.92	37.66	28.98	583.90
Brezilya	2018	4.69	1.29	0.70	0.14	3.48	1.83	12.13
	2019	4.73	1.29	0.66	0.14	3.56	2.02	12.40
Rusya	2018	6.50	16.36	3.63	1.83	1.71	0.01	30.04
	2019	6.57	16.00	3.63	1.86	1.73	0.02	29.81
Hindistan	2018	9.95	2.09	18.56	0.35	1.25	1.10	33.30
	2019	10.24	2.15	18.62	0.40	1.44	1.21	34.06
Çin	2018	26.58	10.19	79.83	2.64	10.73	5.81	135.77
	2019	27.91	11.06	81.67	3.11	11.32	6.63	141.70
Güney Afrika	2018	1.16	0.16	3.76	0.10	0.01	0.11	5.30
	2019	1.18	0.15	3.81	0.13	0.01	0.12	5.40
Türkiye	2018	2.00	1.70	1.71	-	0.54	0.34	6.29
	2019	2.03	1.56	1.70	-	0.79	0.41	6.49

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2020

Dünya genelinde ve BRICS-T ülkelerinde kişi başına düşen birincil enerji tüketimi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Dünya genelinde 2009 ila 2019 yılları arasında kişi başı birincil enerji

tüketimi yıllık %0.71 oranında artmıştır. Hindistan ve Çin’de kişi başına enerji tüketimi istikrarlı bir artış trendi sergilerken Türkiye’de 2018 yılında önceki yıla göre bir azalış yaşanmıştır. Söz konusu dönemde kişi başına birincil enerji tüketimi yıllık olarak Hindistan’da %3.70, Çin’de %3.40, Türkiye’de %2.70, Brezilya’da %1.29 ve Rusya’da %0.80 oranında artmışken Güney Afrika’da %1.01 oranında azalmıştır.

Tablo 4. Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi (Kişi Başına Gigajoules)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Dünya	70.2	72.7	73.6	73.7	74.2	73.9	73.6	73.8	74.2	75.5	75.7
Brezilya	51.5	56.1	58.1	58.7	60.3	61.2	59.8	57.8	58.0	57.9	58.8
Rusya	187.8	195.1	201.2	201.3	198.2	198.4	194.1	198.0	198.4	206.1	204.3
Hindistan	17.7	18.3	19.1	19.8	20.4	21.5	22.0	22.7	23.4	24.6	24.9
Çin	71.6	76.2	81.8	84.6	87.2	88.7	89.1	89.8	92.1	95.1	98.8
Güney Afrika	103.7	103.3	100.3	97.2	96.0	95.7	91.1	94.3	92.1	91.6	92.2
Türkiye	60.0	62.2	65.5	68.4	66.7	67.7	72.9	75.3	78.6	76.4	77.8

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2020

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalarda farklı dönemlere ait farklı ülke veri setleri ve değişik ekonometrik yöntemler kullanılmaktadır. Bu farklılıklardan dolayı nedensellik sonuçları bütün çalışmalarda aynı şekilde elde edilememektedir (Aydın, 2018, s. 3).

Enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen ampirik çalışmaların sonucuna göre dört farklı hipotez ortaya çıkmıştır. Birincisi nedenselliğin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu ifade eden büyüme hipotezi, ikincisi nedenselliğin ekonomik büyümeden enerjiye doğru olduğunu ifade eden koruma hipotezi, üçüncüsü nedenselliğin enerji tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü olduğunu ifade eden geri besleme hipotezi ve dördüncüsü ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin yokluğunu ifade eden yansızlık hipotezidir (Şengönül & Koşaroğlu, 2018, s. 433).

Enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kullandıkları analiz yöntemine göre dört nesil grubuna ayrılabilir. Birinci nesil çalışmalarda geleneksel VAR metodu ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. İkinci ve üçüncü nesil çalışmalarda değişkenlerin durağan olmadığı ve analizde eşbütünleşme yönteminin uygulanması kabul edilmiştir. Granger iki aşamalı eşbütünleşme yöntemi ve hata düzeltme

modeline dayalı Granger nedensellik testi ikinci nesil çalışmalarda uygulanırken üçüncü nesil çalışmalarda çok değişkenli tahminler analize dahil edilmiştir. Dördüncü nesil çalışmalarda ise panel eşbütünleşme ve panel hata düzeltme modelleri uygulanmıştır (Mehrara, 2007, s. 2939).

Rahman (2021), gelişen ekonomileriyle öne çıkan BRICS ve ASEAN ülke gruplarında ekonomik büyüme ve enerji tüketimi, dış ticaret ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki etkileşimi incelemek amacıyla panel eşbütünleşme ve heterojen panel nedensellik testleri uygulamıştır. Çalışmada 1990-2017 yılları arasındaki döneme ait yıllık seriler kullanılmıştır. Sonuç olarak çalışılan ülke grupları için değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisi olduğu saptanmış ve panel regresyon analizine göre enerji tüketimi, sermaye, doğrudan yabancı yatırımların büyümeyi pozitif etkilediği bulunmuştur. Enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisinin ticarete göre üç kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Anılan ülke grupları için işgücünün büyüme üzerindeki etkisinin negatif olduğu saptanmıştır. Enerji tüketimi ile büyüme ve işgücü arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur.

Aydemir vd., (2020) tarafından N11 ülkelerinde (Endonezya, Filipinler, Güney Kore, Vietnam, Bangladeş, Pakistan, İran, Türkiye, Mısır, Nijerya, Meksika) enerji kullanımının ekonomik büyümeye etkisini araştırmak amacıyla panel nedensellik testi uygulanmıştır. Çalışmada 1990-2015 dönemine ait kişi başına GDP ve enerji tüketimi/GDP değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. Uygulanan testler sonucunda anılan ülkelere enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım vd., (2019) tarafından BRICS-T ülkelerinde 1990-2014 yıllarını kapsayan döneme ait veriler esas alınarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla panel eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Analizde birincil enerji tüketimi verisi olarak kişi başına ton eşdeğer petrol miktarları ile ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) – GDP tutarları kullanılmıştır. Westerlund ve Edgerton panel eşbütünleşme analizine göre enerji tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. FMOLS hesaplamasına göre çıktıdaki %1 oranındaki bir artış enerji tüketiminde %0.6 oranında bir artışa yol açarken, enerji tüketimindeki %1 lik artış çıktıda %0.9 oranında artışa yol açmaktadır.

Shahbaz vd., (2018) BRICS ülkelerinde küreselleşme, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki asimetrik ilişkiyi incelemek amacıyla 1970-2015 dönemine ait verileri kullanarak doğrusal olmayan ARDL sınır testi yöntemiyle eşbütünleşme analizi gerçekleştirmişlerdir.

Analizde Dreher (2006) küreselleşme endeksi, kişi başına GDP, kişi başına brüt sabit sermaye oluşumu bağımsız değişken olarak, kişi başına enerji tüketimi ise bağımlı değişken olarak modelde yer almıştır. Sonuç olarak Brezilya ve Güney Afrika'da küreselleşmenin enerji tüketimi üzerinde olumsuz etkileri olduğu ancak Hindistan, Çin ve Rusya'da enerji tüketimini azaltarak olumlu etkileri olduğu bulunmuştur. Sermaye ise BRICS ülkelerinin çoğunda enerji tüketimini artırmaktadır.

Khobai vd., (2017) BRICS ülkelerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 1990-2013 dönemine ait enerji tüketimi, ekonomik büyüme, istihdam ve ticaret açıklığı verilerini esas alarak Pedroni panel eşbütünleşme ve Granger panel nedensellik testlerini uygulamışlardır. Eşbütünleşme testine göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki vardır. İkili Granger nedensellik testi sonucuna göre ise ticaret açıklığı, istihdam ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik olduğu saptanmıştır. Ayrıca ticaret açıklığı ve istihdamdan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.

Narayan (2016), tarafından enerji tüketimi ile büyüme arasındaki etkileşim 135 ülkeye ait veriler üzerinden analiz edilmiştir. Analizde panel data regresyon tahmin modeli uygulanmıştır. Sonuç olarak küresel, gelmiş ülke, bölgesel ülke grupları ve gelir temelli panel grupları için yansızlık hipotezini destekleyen bulgular elde edilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler için büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik bulunurken orta alt gelir grubu ülkelerinde elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir etki bulunmuştur.

Cowan vd., (2014) tarafından elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla BRICS ülkelerinin 1990-2010 yılları arasındaki döneme ait yıllık veriler üzerinden bootstrap panel nedensellik testi uygulanmıştır. Analizde toplam elektrik tüketimi, GDP ve karbondioksit verileri kullanılmıştır. Çalışmada modelde kullanılan değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin ülkelere göre farklı şekilde sonuçlandığı bulunmuştur. Brezilya, Hindistan ve Çin için elektrik tüketimiyle büyüme arasında herhangi bir nedensellik olmadığı bulunurken, Rusya için çift yönlü nedensellik ve Güney Afrika için ise ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik tespit edilmiştir.

Apergis & Payne (2010), Güney Amerika'da yer alan dokuz ülkede (Arjantin, Bolivya, Brezilya, Şili, Ekvator, Paraguay, Peru, Uruguay, Venezuela) enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisini incelemek amacıyla Pedroni panel eşbütünleşme testi ve panel hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi uygulamışlardır. Çalışmada 1980-2005 dönemine ait reel GDP, reel brüt sabit sermaye oluşumu, işgücü ve enerji tüketimi değişkenlerine ait veri

serileri kullanılmıştır. Sonuç olarak enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru hem kısa dönemde hem de uzun dönemde tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Enerji tüketiminin, brüt sabit sermaye üzerinde pozitif bir etki gösterdiğinden büyümeyi dolaylı etkilediği anlaşılmıştır. Ayrıca panel hata düzeltme modeline göre enerji tüketiminin modeldeki diğer değişkenlere dışsal olduğu tespit edilmiştir.

Pao & Tsai (2010), kirletici emisyonlar, enerji tüketimi ve çıktı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla BRIC ülkelerinin 1971-2005 (Rusya için 1990-2005) dönemine ait verileri esas alarak panel veri analizi yapmışlardır. Çalışmada analiz sonucuna göre uzun dönemde enerji tüketimi ile reel çıktı arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Enerji tüketimi ile kirletici emisyonlar arasında güçlü nedensellik bulgusuna ulaşılmıştır. Kirletici emisyonlar ile büyüme arasında ise emisyonlardan büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur.

Hou (2009), Çin'de enerji ile ilgili ekonomik bir çerçeve elde edilebilmesi adına enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleme konusu yapmıştır. Çalışmada ekonomik büyüme ve enerji tüketimi değişkenlerine ait 1953-2006 dönemi verileri kullanılmış ve ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi, Johansen eşbütünleşme, Hsiao Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü Granger nedensellik tespit edilmiştir. Çin'de enerji verimliliğinin yetersizliğinden dolayı ekonomik büyüme için yüksek oranda enerjiye ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir.

Lise & Van Montfort (2007), Türkiye'de enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığını tespit etmek amacıyla eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada 1970-2003 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Sonuç olarak değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada Türkiye için Çevresel Kuznet Eğrisi (ÇKE) hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla ekonomik büyümenin artmasına bağlı olarak enerji tüketiminin artacağı beklenmektedir.

Lee (2005), tarafından enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli eş hareketliliği incelemek amacıyla enerji tüketimi, reel GDP ve reel sermaye stoku değişkenlerinden oluşan çok değişkenli bir model oluşturmuştur. Çalışmada 18 gelişmekte olan ülkenin 1975-2001 dönemine ait veri serileri kullanılarak panel eşbütünleşme ve panel hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre kısa ve uzun dönem için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü Granger

nedensellik bulunmuştur. Dolayısıyla yüksek enerji tüketimine bağlı olarak gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyüme artış göstermektedir.

Paul & Bhattacharya (2004), tarafından yoksulluk ve işsizliği ortadan kaldırmak için ekonomik bir dönüşüm içinde olan Hindistan'da enerji yoksunluğu nedeniyle istenen ekonomik büyümeye erişilmesinde karşılaşılan zorluklar dikkate alınarak enerji ile ekonomik büyüme arasındaki etkileşim inceleme konusu yapılmıştır. Çalışmada Hindistan'a ait 1950-1996 dönemi verileri kullanılmıştır. Standart Granger nedensellik testi ile Engle-Granger hata düzeltme modeli uygulanarak yapılan analizlerde kısa dönem için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru uzun dönemde ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Dolayısıyla değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik olgusuna ulaşılmış olup ekonomik büyüme için kısa dönemde önemli olan ticari enerjinin ticari olmayan enerji ile ikame edilemediği çıkarımı yapılmıştır.

Hondroyiannisa vd., (2002) vektör hata düzeltme modeli uygulamasıyla Yunanistan'ın 1960-1996 yılları arasındaki dönemde reel GDP, enerji tüketimi ve ekonomik etkinliğin bir göstergesi olarak fiyat seviyesi değişkenleri arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Çalışmada enerji toplam tüketim, konutlardaki tüketim ve sanayideki tüketim olarak üç kategoride analiz edilmiştir. Toplam enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi, fiyat seviyesindeki gelişmelerin ise hem geliri hem de enerji tüketimini etkilediği bulunmuştur. Konutsal enerji tüketiminin ise çıktı ve enflasyondaki değişimlerden etkilenmeyen dışsal bir değişken olduğu ve esnek olmayan bir talep eğisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kısa dönemde reel çıktının toplam enerji tüketimi ve enflasyondan etkilendiği saptanmıştır.

Cheng (1997), enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek amacıyla Brezilya (1963-93), Meksika (1949-93) ve Venezuela'ya (1952-93) ait veriler üzerinden Brezilya için iki değişkenli (GDP, enerji tüketimi), Meksika ve Venezuela için üç değişkenli (GDP, enerji tüketimi ve sermaye stoku) modelleri esas alarak nedensellik analizi yapmıştır. Çalışmada Meksika ve Venezuela için enerji ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Yalnızca Brezilya için enerji tüketimi ile büyüme arasında negatif ve zayıf bir ilişki görülmüştür.

Hwang & Gum (1991), Tayvan ekonomisinde GSMH (Gayri Safi Milli Hasıla) ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla Hsiao FPE (final prediction error) yöntemiyle nedensellik analizi yapmışlardır. Çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Enerji ihtiyacını büyük ölçüde

ithalatla karşılayan ülkede enerji tüketiminde kısıntıya gidilmesi halinde büyümenin olumsuz etkileneceği diğer taraftan ekonomi büyüdükçe daha fazla enerjiye gereksinim olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Abosedra & Baghestani (1989), tarafından ABD ekonomisinde 1947 ila 72, 74, 79 ve 87 yılları arasındaki dönemler için GSMH ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini araştırılmıştır. Çalışmada doğrudan Granger nedensellik analizi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda değişkenlerin 4 yıllık gecikmeli değerleri üzerinde GSMH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.

Kraft & Kraft (1978) tarafından brüt enerji tüketimiyle GSMH arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu düşüncesinden ötürü enerji tasarrufunun ekonomik faaliyetler üzerinde olumsuz bir etkisinin olabileceği beklentisinin temelini olup olmadığını anlamak üzere enerji ile büyüme arasındaki ilişki ampirik olarak incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda GSMH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

4. VERİ SETİ VE EKONOMETRİK YÖNTEM

Çalışmada BRICS-T ülkelerinin 1990-2020 dönemine ait kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYH), kişi başına brüt sabit sermaye oluşumu ve kişi başına enerji tüketimi verisi kullanılmıştır. İlk iki veri Dünya Bankası veri tabanından enerji verisi ise BP istatistik raporundan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin seçimi, verilerin varlığı dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Kişi başına GSYH verisi, bir ülkede toplam çıktının nüfusa oranlanmasıyla elde edildiğinden ülke nüfuslarının dikkate alınması durumunda ekonomik büyüme ve refahı ifade edebilmektedir. Brüt sabit sermaye verisi de nüfusa oranlanarak kişi başına değerler elde edilmiş ve modelde kontrol değişkeni olarak kullanılmıştır. Rusya için 1990 yılı öncesine ait veri bulunmadığından serilerin başlangıç yılı olarak bu sene esas alınmıştır.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesinde temel alınan verilere ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5. Veri Setine İlişkin Bilgiler

Değişken Adı	Kısaltması	Açıklama	Veri Kaynağı
Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla	Ingdp	Değişkene ait veriler nominal ABD doları cinsinden alınmıştır.	Dünya Bankası veri tabanı

Kişi başına gayri safi sabit sermaye oluşumu	lngfc	Değişkene ait veriler nominal ABD doları cinsinden alınmıştır. Toplam değerler nüfus sayılarına bölünerek kişi başı değerler elde edilmiştir.	Dünya Bankası veri tabanı
Kişi başına birincil enerji tüketimi	lnpeu	BP raporunda alınmış ve exajoules biriminden kişi başına kg petrol eşdeğeri birimine dönüştürülerek uygulanmıştır.	BP Dünya Enerji İstatistik Verisi

Veri setindeki serilerde heterojen özelliği azaltmaya yönelik doğal logaritmaları alınarak işlemler yapılmıştır. Enerji tüketimindeki artışların daha fazla çıktı üretmeyi sağladığı diğer taraftan daha fazla çıktı arzı için enerjiye olan talebin yükseleceği hipotezlerinin testi için aşağıdaki model oluşturulmuştur.

$$\ln gdp = \alpha_0 + \beta_i \ln gfc_{it} + \delta_i \ln peu_{it} + \varepsilon_{it} \quad ; \quad (i = 1, \dots, N \text{ ve } t = 1, \dots, T) \quad (1)$$

4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Panel veri analizlerinde serilerin yatay kesit bağımlılığı içerip içermediği önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Serilerde yatay kesit bağımlılığı olması halinde ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması tercih edilmektedir (Bozkurt & Yanardağ, 2017, s. 204-205). Yatay kesit bağımlılığını test etmek için Breush–Pagan Lagrange Multiplier (LM) Testi yaygın olarak kullanılmaktadır. LM testinde sıfır hipotezi, N (yatay kesit boyutu) sabit ve T (zaman boyutu) sonsuza giderken yatay kesit bağımlılığı olmadığını ifade etmektedir (Erdogan, vd., 2019, s. 1288). Değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının olması halinde kesitlerde yer alan birimlerden birinin uğradığı şokun diğer birimler üzerinde de etkili olduğu kabul edilir (Syzdykova, 2018, s. 94).

Zaman boyutunun kesit boyutundan büyük olduğu durumlarda kullanılan Breusch-Pagan (1980) CD_{LM1} testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilerek hem kesit boyutunun hem de zaman boyutunun çok büyük olduğu durumlarda uygulanabilen CD_{LM2} testi oluşturulmuştur (Altiner, 2019, s. 373).

$$CD_{LM1} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (2)$$

$$CD_{LM2} = \left(\frac{1}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (3)$$

CD_{LM2} testinde kesit boyutu zaman boyutundan büyük olduğunda ($N > T$) karşılaşılan bozulmaların düzeltilmesini sağlayan CD_{LMadj} testi uygulanmaktadır. Yatay kesit yoktur sıfır hipotezi altında $T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ iken, bu test normal olarak asimtotik dağılmaktadır (Nazlioglu vd., 2011, s. 6618).

$$CD_{LMadj} = \left(\frac{2T}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \frac{(T-K)\hat{\rho}_{ij}^2 - u_{Tij}}{v_{Tij}} \quad (4)$$

4.2. Panel Birim Kök Testi

Panel veri analizinde bireysel veya ortak olarak uygulanan iki farklı türde birim kök testleri bulunmaktadır. Im, Pesaran ve Shin (IPS) testinde tek değişken üzerinde Levin, Lin ve Chu (LLC) testinde ise tüm değişkenler üzerinde birim kökün varlığı incelenebilmektedir (Sarısoy & Yıldız, 2013, s. 9). Panel veri analizinde kullanılan yatay kesitler arasında bağımlılık olması halinde bu durumu dikkate alan birim kök testleri ikinci nesil olarak sınıflandırılmaktadır. İkinci nesil birim kök testleri yatay kesit sorununu ortogonalizasyon yöntemiyle gidermektedir (Örgün & Pala, 2017, s. 15).

Verilerin durağanlığını incelemek amacıyla ADF (Augmented DickeyFuller) testine dayanılarak Im, Pesaran ve Shin (2003) tarafından geliştirilen (IPS) testi, hata terimlerinin (ε_{it}) kesitler arasında bağımlı olması durumunda sahte çıkarımlara yol açabilmektedir. Testin bu eksikliğini gidermek üzere Pesaran (2007) tarafından yatay kesit bağımlılığını dikkate alan genişletilmiş IPS testi (Cross-Sectionally Im, Pesaran ve Shin) önerilmiştir (Herzer, 2016, s. 29-30). Pesaran tarafından oluşturulan CADF (Cross-Sectional Augmented Dickey Fuller) testi, yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik olması durumunda uygulanabilmektedir. CADF testinde sıfır hipotezi birim kökün varlığını, alternatif hipotez ise birim kökün var olmadığını bildirmekte ve elde edilen CIPS istatistiğinin kritik değerden büyük olması halinde sıfır hipotezi geçersiz olmaktadır (Kılıç vd., 2021, s. 285).

Basit dinamik doğrusal heterojen panel data modeli aşağıdaki şekilde gösterilebilmektedir. Modelde y_{it} i yatay kesit biriminin t zamandaki gözlemini ifade etmektedir (Pesaran, 2007, s. 268).

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (5)$$

Modelde başlangıç değeri, y_{i0} , sonlu bir ortalama ve varyans ile belirli bir yoğunluk fonksiyonuna, hata terimi de tek faktörlü bir yapıya sahip olduğunda, f_t gözlenemeyen ortak

etkileri ve ε_{it} bireye özgü hatayı ifade etmek üzere hata terimi aşağıda (6) numaralı eşitlikte gösterilmektedir. $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$, $\beta_i = -(1 - \phi_i)$ ve $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1}$ olmak üzere (5) ve (6) numaralı eşitlikler birlikte, (7) numaralı denklemdeki şekilde yazılabilmektedir (Pesaran, 2007, s. 268).

$$u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

4.3. Eşbütünleşme (Eğim) Katsayılarının Homojenliği

Eşbütünleşme eşitliklerinde yer alan eğim katsayılarının homojen olup olmadığının incelenmesi Swamy (1970) tarafından gerçekleştirilmiştir. Eğim katsayılarının homojenliğinin incelenmesinde uygulanan yöntem Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiştir. Aşağıda yer verilen genel eşbütünleşme eşitliğinde β_i eğim katsayısının yatay bölümler arasında farklılık sergileyip sergilemediği araştırılmaktadır (Erdogan vd., 2019, s. 1288).

$$Y_{it} = \alpha + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Eğim katsayılarının homojenlik durumunu incelemek için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından delta testleri geliştirilmiştir. Delta testinde boş hipotez eğim katsayılarının homojen olduğunu alternatif hipotez ise heterojen olduğunu bildirmektedir. N kesit birim sayısını, S Swamy istatistiğini, k açıklayıcı değişken sayısını ve $\text{Var}(t, k)$ varyansı ifade etmek üzere delta testleri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Torun vd., 2016, s. 357).

$$\text{Büyük örneklem için: } \tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (9)$$

$$\text{Küçük örneklem için: } \tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{\text{Var}(t, k)}} \right) \quad (10)$$

4.4. Panel Eşbütünleşme Testi

Ekonomik değişkenlere ait veri serileri genellikle durağan olmadığından ve durağan olmayan serilerle yapılan çalışmaların sahte regresyon problemine yol açtığından serilerin durağanlaştırılması için farkları alınarak regresyon kurulmaktadır. Ancak fark alma işlemi nedeniyle de uzun döneme ilişkin içerilen bilgilerin yitilmesi gündeme geldiğinden bu

problemden sakınmak için eşbütünleşme analizi yapılması tercih edilmektedir (Demir & Görür, 2020, s. 24).

Westerlund (2007) tarafından kalıntılar yerine yapısal dinamiklere dayanan dört yeni eşbütünleşme testi geliştirilmiştir. Bu testlerde eşbütünleşme olmadığına ilişkin yokluk hipotezi, hata düzeltme modelinde yer alan hata teriminin sıfıra eşit olup olmadığının sınamasını yapmaktadır. Testlerden ikisi panelin bütün olarak eşbütünleşik olduğunu ifade eden alternatif hipotezi test ederken diğer iki test en az bir birimin eşbütünleşik olduğunu ifade eden alternatif hipotezi test etmektedir (Persyn & Westerlund, 2008, s. 232-233).

Westerlund eşbütünleşme testi, serilerin yatay kesit bağımlılığı içermesi veya bazı serilerin birim kök içerirken bazılarının seviyede durağan olması gibi özelliklere sahip olan değişkenlerin eşbütünleşme sınamasında kullanılabilir (Çınar & Yılmaz, 2015, s. 66). Bu testin avantajı ortak faktör kısıtlamasından etkilenmemesi ve yatay kesit bağımlılığı sorununu test istatistiklerinin kritik değerlerini bootstrap ile aşmasıdır (Lu, 2017, s. 5). Westerlund tarafından geliştirilen panel testleri üç aşamada gerçekleştirilmektedir (Şengönül & Koşaroğlu, 2018).

Zaman serisi $t = 1, \dots, T$ yatay kesit birimleri $i = 1, \dots, N$ ve d_t deterministik bileşenleri endekslenmek üzere hata düzeltme modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir. Deterministik bileşenler üç çeşittir. Birinci durumda $d_t = 0$ olur ve deterministik terim bulunmaz. İkinci durumda $d_t = 1$ değerini alır ve $\Delta \ln gdp_{i,t}$ sabit bir terimle türetilir. Üçüncü durumda ise $d_t = (1, t)'$ olur ve $\Delta \ln gdp_{i,t}$ hem sabit hem de trend terimleriyle türetilir (Persyn & Westerlund, 2008, s. 233-234).

$$\begin{aligned} \Delta \ln gdp_{i,t} &= \delta'_i d_t + \alpha_i (\ln gdp_{i,t-1} - \beta_{1i} \ln gfc_{i,t-1} - \beta_{2i} \ln peu_{i,t-1}) \\ &+ \sum_{j=1}^{p_i} \varphi_{ij} \Delta \ln gdp_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta \ln gfc_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{p_i} \theta_{ij} \Delta \ln peu_{i,t-j} \\ &+ e_{it} \end{aligned} \quad (11)$$

Testin eğim katsayılarının heterojen özellik taşıması halinde grup ortalama (g-tau, g-alpha) istatistik değerleri esas alınırken heterojen olmamaları halinde panel istatistik (p-tau, p-alpha) değerleri esas alınmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı olması durumunda bootstrap yoksa asimptotik değerleri incelenmektedir (Uğur, 2021, s. 145).

4.5. Panel Eşbütünleşme Katsayıları Tahmincisi

Pesaran (2006) zaman boyutunun sabit fakat kesit boyutunun büyük olduğu veya her ikisinin de çok büyük olduğu hallerde korelasyonlu gözlemlenmemiş ortak etkilerin varlığına rağmen tutarlı ve asimptotik olarak normal parametre tahminleri veren bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımda çok faktörlü bir kalıntı modeli oluşturulmakta, gözlenen ve gözlenemeyen ortak etkiler dikkate alınmakta ve bireye özgü regresörler arasında ayırım yapılmaktadır.

Pesaran tarafından geliştirilen Ortak İlişkili Etkiler (CCE) tahmincisi, gözlenmemiş ortak faktörlerden kaynaklanan yatay kesit bağımlılığını hesaba katar ve yatay birimler tarafından gözlenmemiş ortak faktörlere verilen tepkilerin farklı olmasına imkan sağlar (Herzer, 2016, s. 32). Otokorelasyon ve değişen varyans sorunu olması halinde de CCE tahmincisi tutarlı sonuçlar vermektedir. Tahminci aşağıdaki doğrusal heterojen panel data modelini esas almaktadır (Küçükaksoy & Akalın, 2017, s. 29).

$$y_{it} = a'_i d_t + \beta'_i x_{it} + e_{it} ; \quad e_{it} = \gamma'_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

5. BULGULAR

5.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir. LM ve LM adj testlerine göre olasılık değerleri 0.05'ten küçüktür. LM CD testine göre ise olasılık %5 önem düzeyinden az bir değerle yüksek çıkmıştır ve %10'luk önem düzeyine göre sıfır hipotezinin reddedilebileceğini ifade etmektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesiyle hata terimleri arasında yatay kesit bağımlılığını belirten alternatif hipotez kabul edilmektedir.

Tablo 6. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonucu

Test	İstatistik	p-değeri
LM	54.900	0.0000
LM adj*	21.020	0.0000
LM CD*	-1.916	0.0550

*iki-yanlı test

5.2. Panel Birim Kök Testi

Analizde yatay kesitler arasında bağımlılık tespit edildiğinden ikinci nesil olarak sınıflandırılan CIPS birim kök testi uygulanmıştır. Test sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 7. CIPS Birim Kök Testi Sonucu

Değişkenler	lngdp	lngfc	lnpeu
CIPS Değerleri	-2.147	-2.151	-2.405
	10%	5%	1%
Kritik değerler	-2.21	-2.33	-2.55

Tablonun incelenmesinden lngdp değişkeni ve lngfc değişkenine ait cips değerlerinin mutlak değerce %5 önem düzeyinde kritik değer küçük olduğu fakat lnpeu değişkenine ait cips değerinin kritik değerden büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda ilk iki değişkenin birim kök içerdiği fakat lnpeu değişkeninin birim kök içermediği anlaşılmaktadır. Yüzde 1 önem düzeyine göre ise her üç değişkenin de birim kök içerdiği anlaşılmaktadır. Bu durumda değişkenlerin I(1) düzeyinde bütünleşik olduğu kabul edilerek eşbütünleşme testi uygulanmıştır.

5.3. Eşbütünleşme (Eğim) Katsayılarının Homojenlik Testi

Uygulanan Pesaran, Yamagata (2008) homejenlik testi sonucu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Teste ilişkin olasılık değerlerine göre eğim katsayılarının homojen olduğunu bildiren sıfır hipotezi reddedilerek eğim katsayılarının heterojen olduğunu ifade eden alternatif hipotez kabul edilmektedir.

Tablo 8. Homojenlik Testi Sonuçları

	Delta test istatistiği	p-değeri
$\tilde{\Delta}$	12.536	0.0000
$\tilde{\Delta}_{Adj.}$	13.432	0.0000

5.4. Panel Eşbütünleşme Testi

Analizde kullanılan değişkenlere ait veri setleri arasında yatay kesit bağımlılığının saptanması ve serilerin heterojen özellik taşıması nedeniyle bu durumları dikkate alan Westerlund (2007) hata düzeltme modeli eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Test sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9. Westerlund (2007) Eşbütünleşme Testi Sonucu

İstatistik	Değer	Z-değeri	P-değeri	Güçlü P-değeri
Gt	-3.324	-2.319	0.010	0.010
Ga	-9.742	1.300	0.903	0.230

Pt	-7.493	-2.095	0.018	0.020
Pa	-10.778	-0.105	0.458	0.060

Çalışmamızda yatay kesit bağımlılığı tespit edildiğinden test sonuçlarında bootstrap değerlerine bakılacaktır. Ayrıca eşbütünleşme eğim katsayıları heterojen olduğundan Gt ve Ga değerleri incelemeye esas alınacak ve Pt ile Pa değerleri önem ifade etmeyecektir. Buna göre yukarıdaki tablo incelendiğinde Gt istatistiğine ilişkin olasılık değeri %1 önem düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir. Ancak Ga değeri buna zıt bir sonuç vermiştir.

Westerlund eşbütünleşme testinde, paneller arasında eşbütünleşme yoktur hipotezine karşı bazı paneller arasında eşbütünleşme vardır ve ikinci olarak tüm paneller arasında eşbütünleşme vardır hipotezini test etmeye olanak tanıyan stata.16 versiyonu ile eşbütünleşme testi tekrarlandığında aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 10. Westerlund Eşbütünleşme Testi (stata.16)

Bazı paneller eşbütünleşik	İstatistik	p-değeri
Varyans oranı	-1.4868	0.0685
Tüm paneller eşbütünleşik	İstatistik	p-değeri
Varyans oranı	-1.3095	0.0952

Westerlund eşbütünleşme testi sonuçları incelendiğinde %10 önem düzeyinde hem bazı paneller arasında hem de tüm paneller arasında eşbütünleşme olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Panel Eşbütünleşme Katsayıları Tahmini

Eşbütünleşme testinin uygulanmasının ardından eşbütünleşme katsayılarının tahmini için CCEMG (Common Correlated Effects Mean Group) tahmincisi uygulanmıştır. Modelin genel test sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 11. CCEMG Tahmincisi Sonuçları

lngdp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lngfc	0.7031844	0.0409843	17.16	0.0000	0.622857	0.783512
lnpeu	1.086571	0.4537644	2.39	0.0170	0.197209	1.975932

Tahmin sonuçları tablosun incelendiğinde lngfc değişkeninin %1 önem düzeyinde, lnpeu değişkeninin ise %5 önem düzeyinde anlamlı sonuçlar içerdiği tespit edilmiştir. Kişi başına brüt sabit sermaye oluşumu değişkeninde meydana gelecek %1 büyüklüğündeki bir artış kişi başına

GSYH değerinde %0.70 oranında; kişi başına enerji tüketimi değişkeninde oluşacak %1'lik bir yükseliş ise % 1.08 oranında artış sağlamaktadır. Çalışmada 1990 ile 2020 arasındaki dönem aralığı incelenen ülkelere ait bireysel tahmin katsayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 12. CCEMG Tahmincisi Bireysel Ülke Sonuçları

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Brezilya	2.490319	0.491127	5.07	0.000	1.527728	3.452911
Çin	0.223058	0.582682	0.38	0.702	-0.918978	1.365094
Hindistan	0.710522	0.331989	2.14	0.032	0.059836	1.361208
Rusya	2.372486	0.227093	10.45	0.000	1.927391	2.817580
Güney Afrika	0.915824	0.454470	2.02	0.044	0.025079	1.806570
Türkiye	-0.192786	0.699644	-0.28	0.783	-1.564063	1.178491

CCEMG tahmin sonuçlarına ülke ayrıntısında bakıldığında ise bazı eş bütünleşme katsayılarının anlamsız olduğu görülmektedir. Çin ve Türkiye'ye ait enerji verilerinin modelde anlamlı bir değere sahip olmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan Brezilya ve Rusya için %1 önem düzeyinde Hindistan ve Güney Afrika için ise %5 önem düzeyinde anlamlı katsayılar elde edilmiştir. Buna göre Çin ve Türkiye için enerji ile büyüme arasında uzun dönemli bir anlamlı bir etkileşim katsayısı elde edilemezken Brezilya, Rusya, Hindistan ve Güney Afrika için anlamlı katsayılar edinilmiştir. Enerji tüketimindeki %1 lik artış kişi başına GSYH verisinde Brezilya'da %2,49 Rusya'da %2,37 Hindistan'da %0,71 ve Güney Afrika'da %0,91 oranında artış sağlamaktadır.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Özellikle 1973 yılında yaşanan petrol fiyatlarındaki şokların etkisiyle ekonomi yazınında enerji üzerine yapılan araştırmalarda artış olmuştur. Ana akım büyüme teorilerinde sermaye, işgücü ve toprak birincil üretim faktörleri olarak kabul görmekte ve ekonomik büyüme analizlerinde sermaye ve işgücü modellerde inceleme konusu yapılmaktaydı. Ancak petrol krizinin yaşanmasıyla enerjinin ve doğal kaynakların üretimdeki rolü yeni bir bakışla incelenmeye başlanmıştır. Enerjinin günlük işlerin yerine getirilmesinden ticari faaliyet ve ekonomik üretimlerin gerçekleştirilmesine kadar her alanda önemi artarak devam etmektedir. Her ne kadar enerji yoğunluğu, fosil yakıtlar yerine daha kaliteli enerji türlerinin kullanılmasıyla azaltılabilir da teknolojinin gelişmesine koşut olarak ihtiyaç duyulan enerji miktarı artmaktadır.

Bu çalışmada da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki etkileşim güncel verilerle incelenerek yazına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın giriş bölümünde enerjinin önemine değinilmiş, ikinci bölümde BRICS-T ülkelerinde enerji tüketimleri ile ilgili istatistikler gösterilmiş, üçüncü bölümde ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişkileri konu alan literatür taranmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde araştırmada kullanılan veri seti ve ekonometrik yöntem hakkında bilgiler verilmiş ve beşinci bölümünde ulaşılan bulgular açıklanmıştır.

Çalışmada BRICS-T ülkelerinde 1990-2020 yıllarını kapsayan dönem için kişi başına gayri safi yurt içi hasıla (GSYH), kişi başına brüt sabit sermaye oluşumu ve kişi başına birincil enerji tüketimi verileri kullanılarak panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde modelde kullanılan değişkenlerin yatay kesitler arasında bağımlılık gösterdiği ve serilerin heterojen olduğu bulunmuştur. Ekonomik veri setlerinde sıklıkla karşılaşıldığı gibi veri serilerinin düzey değerlerinin birim kök içermesi nedeniyle değişkenlere ait serilerin uzun dönemde aralarında bir ilişki olup olmadığı panel eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir.

Uygulanan testler sonucunda Türkiye ve Çin için uzun dönemli eşbütünleşme katsayılarının anlamlı olmadığı bulunmuş fakat diğer ülkeler için anlamlı sonuçlar edinilmiştir. Enerji tüketimindeki %1 lik artış kişi başına GSYH verisinde Brezilya, Rusya, Hindistan ve Güney Afrika'da sırasıyla %2,49 , %2,37 , %0,71 , %0,91 oranında artış sağlamaktadır. Kurulan modelin genel sonucuna göre söz konusu dönemde BRICS-T ülkelerinde enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği bulunmuştur. Kişi başına birincil enerji tüketimi değişkeninde meydana gelen %1'lik bir artış kişi başına GSYH değişkeni üzerinde % 1.08 oranında artış sağlamaktadır. Dolayısıyla anılan ülkelerin ekonomik büyümesi için enerji arzının artırılması ihtiyacı bulunduğu ve enerji sektörünün gelişme potansiyelinin olduğu sonucuna varılmaktadır.

2020 den 2030 yılına kadar toplam nihai enerji tüketiminin yıllık ortalama %1,7 oranında artacağı ve toplam enerji arzının yıllık %1,3 oranında büyüyerek 670 exajoules miktarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Yaşam kalitesinde iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi için enerji sektöründe 2030 yılına kadar yıllık 43 milyar dolar yatırım yapılması gerektiği öngörülmektedir. (IEA, 2021). BRICS-T ülkelerinde ekonomik büyümenin sekteye uğramaması için hükümetlerce yeni ve ucuz enerji kaynakları arayışının hızlandırılması, ekonominin ihtiyaç duyduğu enerji yatırımlarının sürdürülmesi, enerji verimliliği konusunda

yeni teknolojilerin geliştirilmesinin teşvik edilmesi ve tüketicilerin enerji yoğunluğu düşük temiz enerji kaynaklarına yönelmeleri için farkındalıklarının artırılması önerilmektedir.

Diğer taraftan enerji arzının artırılması ve sürdürülebilirliği konusunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji verimliliğinin önemini göstermek üzere bu araştırmaya ek yeni bir araştırma yapılması mümkündür. Yapılacak araştırmada, ekonominin ihtiyaçlarına göre enerji talebinin yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji arzındaki payının artırılmasıyla karşılansının çevreye ve sosyal hayata katkıları ile enerjinin sürdürülebilir bir şekilde temin edilmesinde enerji yoğunluğunun azaltılmasının ekonomik büyümeye ne oranda etkilerinin olacağı incelenebilecektir.

KAYNAKÇA

- Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49.
- ABD Enerji Kurumu. (2017). *Energy Literacy*. Washington, DC: U.S. Department of Energy. 12 05, 2021 tarihinde https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/07/f35/Energy_Literacy.pdf adresinden alındı
- Abosedra, S., & Baghestani, H. (1989). New evidence on the causal relationship between United States energy consumption and gross national product. *The Journal of Energy and Development*, 14(2), 285-292.
- Ağır, H., & Kar, M. (2010). Türkiye'de elektrik tüketimi ve ekonomik gelişmişlik düzeyi ilişkisi: yatay kesit analizi. *Sosyoekonomi*, 6(12), 149-175.
- Altiner, A. (2019). MINT Ülkelerinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Nedensellik Analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2), 369-378.
- Apergis, N., & Payne, J. (2010). Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. *Energy Economics*, 32(6), 1421–1426.
- Aydemir, A., Atılgan, D., & Türkmen, S. (2020). N11 Ülkelerinde Enerji Kullanımı ve Ekonomik Büyüme: Panel Nedensellik Analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 1027-1035.
- Aydın, M. (2018). Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler Örneği. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(1), 1-15.
- Azam, M. (2019). Relationship between energy, investment, human capital, environment, and economic growth in four BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(33), 34388–34400. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06533-9>

- Bayar, Y. (2014). Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı ve Ekonomik Büyüme. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(2), 253-269.
- Blok, K., & Nieuwlaar, E. (2016). *Introduction to Energy Analysis* (2 b.). Routledge.
- Bozkurt, K., & Yanardağ, M. Ö. (2017). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Panel Eşbütünleşme Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(1), 194-213. doi:http://dx.doi.org/10.11611/yead.306823
- Cheng, B. (1997). Energy consumption and economic growth in Brazil, Mexico and Venezuela: a time series analysis. *Applied Economics Letters*, 4(11), 671-674. doi:https://doi.org/10.1080/758530646
- Cowan, W. N., Chang, T., Inglesi-Lotz, R., & Gupta, R. (2014). The nexus of electricity consumption, economic growth and CO2 emissions in the BRICS countries. *Energy Policy*, 66, 359-368.
- Çınar, S., & Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 55-78.
- Demir, Y., & Görür, Ç. (2020). OECD ülkelerine ait çeşitli enerji tüketimleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin panel eşbütünleşme analizi ile incelenmesi. *Journal of Econometrics and Statistics*, 32, 15-33. doi:10.26650/ekoist.2020.32.0005
- Erdogan, S., Gedikli, A., Yılmaz, A., Haider, A., & Zafar, M. (2019). Investigation of energy consumption–Economic growth nexus: A note on MENA sample. *Energy Reports*, 5, 1281-1292. doi:https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.08.034
- Eyüboğlu, K., Akdağ, S., & Özçelik, M. (2021). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Etkileşiminin Test Edilmesi. *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 29-36.
- Herzer, D. (2016). Unions and income inequality: A Heterogeneous panel co-integration and causality analysis. *Labour*, 30(3), 318-346.
- Hondroyiannisa, G., Lolos, S., & Papapetrou, E. (2002). Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece. *Energy Economics*, 24(4), 319-336.
- Hou, Q. (2009). The relationship between energy consumption growths and economic growth in China. *International Journal of Economics and Finance*, 1(2), 232-237.
- Hubbert, M. (1956). Nuclear Energy and Fossil Fuel. *Drilling and Production Practice*. American Petroleum Institute.
- Hwang, D. B., & Gum, B. (1991). The causal relationship between energy and GNP: the case of Taiwan. *The Journal of Energy and Development*, 16(2), 219-226.
- IEA. (2021). *The World Energy Outlook (WEO)*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- Kamaludin, M. (2013). Electricity consumption in developing countries. *Asian Journal Of Social Sciences and Humanities*, 2(2), 84-90.

- Kernitskii, V., Kukartsev, V., Shalaeva, D., Semenova, E., Bashmur, K., & Apanasenko, S. (2020). Structure of electric power generation from different resources in Russia. *Materials Science and Engineering* 919 062041, 1-7.
- Khobai , H., Abel , S., & Le Roux, P. (2017). A Review of the Nexus Between Energy consumption and Economic growth in the Brics countries. *MPRA Paper No. 82462*, 1-18.
- Kılıç, E., Yavuz, E., Pazarcı, Ş., & Umut, A. (2021). Enerji Tüketiminin Cari Açık Üzerindeki Etkisinin Panel Veri Yöntemleri ile Analizi: Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü'ne Dair Kanıtlar. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 277-291.
- Koç, E., & Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- 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.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401-403.
- Küçükaksoy, İ., & Akalın, G. (2017). Fisher Hipotezi'nin Panel Veri Analizi İle Test Edilmesi: OECD Ülkeleri Uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(1), 19-40.
- Lee, C.-C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegrated panel analysis. *Energy Economics*, 27, 415 – 427.
- Lise, W., & Van Montfort, K. (2007). Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship? *Energy Economics*, 29(6), 1166–1178.
- Lu, W.-C. (2017). Renewable energy, carbon emissions, and economic growth in 24 Asian countries: evidence from panel cointegration analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33), 26006-26015. doi:DOI 10.1007/s11356-017-0259-9
- Meher, S. (2021). Impact of economic growth and electricity consumption on CO2 emissions in BRICS countries: A panel data analysis. *Working Paper No.81*, 1-27. Nabakrushna Choudhury Centre for Development Studies, Bhubaneswar.
- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. *Energy Policy* 35(5), 2939–2945.
- Narayan, S. (2016). Predictability within the energy consumption–economic growth nexus: Some evidence from income and regional groups. *Economic Modelling*, 54, 515–521.
- Nazlioglu, S., Lebe, F., & Kayhan, S. (2011). Nuclear energy consumption and economic growth in OECD countries: Cross-sectionally dependent heterogeneous panel causality analysis. *Energy Policy*, 39, 6615–6621.
- Nelson, S. (2021, 12 4). *Energy Resources*. Tulane University: <https://www.tulane.edu/~sanelson/eens1110/energy.htm> adresinden alındı

- Örgün, B. O., & Pala, A. (2017). Enerji tüketimi, dışa açıklık ve ekonomik büyüme ilişkisi: 28 Avrupa Birliği Ülkesi için panel Granger nedensellik analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 54(623), 9-20.
- Özkan, S., & Beyazlı, D. (2018). Bölgesel gelişmişlik düzeyinin belirlenmesine ilişkin veri seti sorunsalı: eleştiri ve öneriler. *Planlama*, 28(1), 22–39.
- Pao, H.-T., & Tsai, C.-M. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy*, 38(12), 7850-7860.
- Paul, S., & Bhattacharya, R. (2004). Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results. *Energy Economics*, 26(6), 977-983. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.07.002>
- Persyn, D., & Westerlund, J. (2008). Error-correction–based cointegration tests for panel data. *The Stata Journal*, 8(2), 232-241.
- Pesaran, M. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Rahman, M. (2021). The dynamic nexus of energy consumption, international trade and economic growth in BRICS and ASEAN countries: A panel causality test. *Energy*, 229: 120679, 1-10.
- Rajbhandari, A., & Zhang, F. (2018). Does energy efficiency promote economic growth? Evidence from a multicountry and multisectoral panel dataset. *Energy Economics*, 69, 128-139. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.11.007>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021, 12 04). *Our World in Data*. Energy Fossil Fuels: <https://ourworldindata.org/fossil-fuels?country=> adresinden alındı
- Sarısoy, S., & Yıldız, F. (2013). Karbondioksit (CO2) Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Panel Veri Analizi. *Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Metinleri*, 2013(1), 1-19.
- Shahbaz, M., Shahzad, S., Alam, S., & Apergis, N. (2018). Globalisation, economic growth and energy consumption in the BRICS region: The importance of asymmetries. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 27(8), 985-1009.
- Stern, D. (2011). The role of energy in economic growth. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, 1219(1), 26-51.
- Syzdykova, A. (2018). Orta Asya Ülkelerinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 87-99.
- Şanlı, F., & Tuna, K. (2014). Türkiye'de petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin analizi. *Maliye Finans Yazıları*, 102, 43-58.

- Şengönül , A., & Koşaroğlu, Ş. (2018). ELEKTRİK Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Brics Ülkeleri İçin Bir Uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 431-447.
- Şengönül, A., & Koşaroğlu, Ş. M. (2018). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Brics Ülkeleri İçin Bir Uygulama. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 431-447.
- Torun , M., Yücesan, M., & Yağış, O. (2016). Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketiminin Co2 Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Seçilmiş Mena Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 17(4), 351-368.
- Uğur, B. (2021). N11 Ülkelerinde Doğrudan Yabancı Yatırım Girişlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Panel Eşbütünleşme Analizi. *Uluslararası Ekonomi, Politika, Beşeri Bilimler ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(3), 140-152.
- UN. (1982). *Concepts and Methods in Energy Statistics, With Special Reference to Energy Accounts and Balances*. Department of International Economic And Social Affairs - Statistical Office, New York. file:///C:/Users/bkts2/Documents/DOKTORA/D%C3%BCnya%20Ekonomisi/SeriesF_29E_UN.pdf adresinden alındı
- Wrigley, E. (1992). Why poverty was inevitable in traditional societies. J. A. Hall, & I. Jarvie içinde, *Transition to modernity: Essays on power, wealth and belief* (s. 400\394). Cambridge University Press.
- Yıldırım, D., Yıldırım, S., & Demirtaş, I. (2019). Investigating energy consumption and economic growth for BRICS-T countries. *World Journal of Science Technology and Sustainable Development*, 16(4), 184-195.
- Yıldırım, M., & Örnek, İ. (2007). Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 32-44.
- Zakari, A., Khan, I., Tan, D., Alvarado, R., & Dagar, V. (2022). Energy efficiency and sustainable development goals (SDGs). *Energy*, 239, 1-11. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122365