



ARE ENERGY SHOCKS PERMANENT IN COUNTRIES WITH HIGH NATURAL GAS CONSUMPTION?

Meral ÇABAŞ*

*Dr., dogacabas@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3335-3297

Received Date:05.09.2023

Accepted Date:02.11.2023

Copyright © 2023 Meral ÇABAŞ. This is an open access article distributed under the Eurasian Academy of Sciences License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

This study examines whether energy shocks are permanent or temporary in the 15 countries with the highest natural gas consumption, according to the BP World Energy Statistics Report. The analysis was carried out with the help of annual data of these 15 countries between 1970-2021. The stationarity of countries' natural gas consumption was analyzed with the panel unit root test, which allows smooth transitions as well as sharp structural breaks, developed by Bahmani-Oskooee et al. (2014) with the Fourier methodology. According to econometric findings, it has been determined that natural gas consumption is not stationary in Germany, Argentina, France, Iran, Japan and Mexico. While possible energy shocks have permanent effects in these countries, energy consumption tends to return to trend in the other 9 countries of the panel. Another result obtained from the analysis shows that the overall panel has stationary properties. The study has comprehensive data on energy consumption, which is indispensable in line with the sustainable growth and development goals of the global world.

Keywords: Natural gas consumption, Energy, Panel Fourier unit root test

JEL-Classification: C12, C40, P48

DOĞAL GAZ TÜKETİMİ YÜKSEK OLAN ÜLKELERDE ENERJİ ŞOKLARI KALICI MI?

ÖZET

Bu çalışmada BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporu'na göre en yüksek doğal gaz tüketimine sahip 15 ülkede enerji şoklarının kalıcı mı geçici mi olduğu incelenmektedir. Analiz bu 15 ülkenin 1970-2021 arası yıllık verileri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ülkelerin doğal gaz tüketimlerinin durağanlığı Fourier metodolojisine sahip Bahmani-Oskooee ve arkadaşları (2014) tarafından geliştirilen keskin yapısal kırılmaların yanında yumuşak geçişlere izin veren panel birim kök testiyle analiz edilmiştir. Ekonometrik bulgulara göre Almanya, Arjantin, Fransa, İran, Japonya ve Meksika'da doğal gaz tüketiminin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu ülkelerde olası enerji şokları kalıcı etkilere sahipken panelin diğer 9 ülkesinde enerji tüketimi trendine geri dönme eğilimindedir. Analizden elde edilen bir diğer sonuç panel genelinin durağan özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma küresel dünyanın sürdürülebilir büyüme ve kalkınma hedefleri doğrultusunda olmazsa olmazı enerji tüketimine ilişkin kapsamlı verilere sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Doğal gaz tüketimi, Enerji, Panel Fourier birim kök testi

JEL Sınıflandırması: C12, C40, P48



1.GİRİŞ

Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel taşlarından biri olarak kabul edilir ve gelişmiş ekonomilerdeki yaşam standartlarının yükselmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Enerji tüketiminin artması, hem üretim kapasitesini hem de ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkiler. Bu nedenle, enerji tüketimi, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini belirlemede önemli bir gösterge olarak kabul edilir. Özellikle ekonomik kalkınma düzeyi yüksek olan ülkelerde, kişi başına düşen enerji tüketiminin de yüksek olması beklenir. Bu ilişki, enerjinin ekonomik büyüme ve kalkınma üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Ayrıca, enerji kullanımının ekonomik bir sisteme etkisi, sermaye ve işgücünün üretkenliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Enerji kullanımı, ekonomik sistemin temel bir parçası olarak görülür ve bu nedenle enerji kullanımına yönelik şokların etkileri, ekonomi üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilir (Hsu vd., 2008). Bu bağlamda, enerji kullanımına uygulanan şokların kalıcı mı yoksa geçici mi olduğunu anlamak, ekonomik araştırmaların ve politikaların temelini oluşturur.

Bir değişkenin sürdürülebilirliği, ona uygulanan şokların kalıcılığı ile yakından ilişkilidir. Bu durum, enerji kullanımı ve ekonomik durağanlık arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarır. Geçici ve kalıcı şokların ayrımı, enerji kullanımının zaman içindeki durağanlığını ve değişkenliğini anlamak için kritik öneme sahiptir. Literatürde, araştırmacılar bu konuyu, yapısal kırılmaları da içeren farklı birim kök testleriyle değerlendirerek, enerji kullanımının durağanlık özelliklerini incelemektedirler. Enerji ve gerçek ekonomi arasındaki yakın ilişki, enerji serisinin zaman serisi özelliklerinin araştırılmasını hem teorik hem de pratik açıdan önemli kılar. Dolayısıyla, enerji kullanımının durağanlığının test edilmesi, enerji ve ekonomi politikalarının geliştirilmesinde önemli bir rol oynar ve bu testler, politika yapıcılar için yol gösterici niteliktedir. Enerji ve ekonomi arasındaki bu dinamik etkileşim, enerji politikalarının oluşturulması ve ekonomik stratejilerin belirlenmesinde hayati önem taşır (Magazzino, 2017).

Eğer enerji kullanımı durağansa ve birim kök içermiyorsa, enerji kullanımına yönelik herhangi bir şokun geçici bir etkisi olacak ve enerji kullanımı zaman içinde önceki trendine geri dönecektir. Bu tür şoklar, makroekonomik politikalar üzerinde kalıcı olumsuz etkilere yol açmayacaktır. Durağan bir enerji süreci, geçmiş enerji kullanımı ve enerji talebini tahmin etmek için kullanılabilir, çünkü bu süreçteki geçici şoklar zamanla azalır ve enerji kullanımı normal değerine geri döner. Eğer enerji kullanımı durağan değilse ve birim kök içeriyorsa, enerji kullanımına yönelik herhangi bir şok kalıcı etkilere sahip olacaktır. Bu tür şoklar, enerji kullanımını etkilemenin yanı sıra, gayri safi yurt içi hasıla, imalat sektörünün büyüme oranı ve kapasite kullanım oranı gibi makroekonomik değişkenler üzerinde de derin etkilere sahip olabilir. Bu durumda, enerji kullanımındaki kalıcı şoklar, geçmiş davranışların gelecekteki enerji kullanımını tahmin etmede yetersiz kalacağı anlamına gelir, çünkü enerji kullanımı denge seviyesine geri dönemeyebilir (Bolat vd., 2013).

Ayrıca enerji değişkenleri makroekonomik göstergelerle doğrudan ilişkilidir. Birim kök içeren herhangi bir değişkenin durağan olmayan yapısı diğer değişkenlere aktarılabilir dolayısıyla birçok makroekonomik değişkenin durağan özellikleri değişebilmektedir. Örneğin ekonomik büyüme, tüketim, istihdam ve enflasyon oranı. Son olarak enerji tüketim değişkenlerinin birim kök içerip içermediği tahmin ve öngörü aşamasında oldukça önemlidir. Ayrıca birim köklü değişkenler için gelecekteki enerji talebini tahmin etmek mümkün değildir (Hendry ve Juselius, 2000; Chen ve Lee, 2007).



Küreselleşmeyle birlikte günden güne artan ekonomik faaliyetler beraberinde artan enerji tüketimini de getirmektedir. Dünya genelinde elektrik üretiminin %22'sinin ve endüstriyel enerji kullanımının %20'si doğal gazdan sağlanmakta ve bu ihtiyaç hızla artmaktadır. Petrol rezervlerinin tükenmesi ihtimaline karşılık petrole olan bağımlılığın azaltılması (Pirog and Ratner, 2012) ve CO₂ emisyonlarının azaltılmasına yönelik diğer fosil yakıtlara nispeten daha çevreci bir alternatif olması gibi nedenlerle doğal gaz tüketiminin durağanlığını okumak oldukça önemlidir.

Bu doğrultuda çalışma en yüksek doğal gaz tüketimine sahip 15 ülkenin doğal gaz tüketimi durağanlığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan modelin keskin kırılmaların yanında yumuşak geçişlere de imkân tanıyan Fourier metodolojisine sahip olması çalışmanın özgün tarafını oluşturmaktadır. Mevcut çalışmalardan Cai ve Magazzino (2019) ile Çağlayan Akar vd. (2021) çalışmaları Fourier tabanlı olup bu çalışmaların dışında rastlanmamaktadır. Literatürde doğal gaz tüketiminin durağanlığını inceleyen çok çalışma olmamakla beraber olanlar da geleneksel ve keskin kırılmalara izin veren birim kök testleriyle analiz edilmiştir. Bu bölümü literatür incelemesi takip etmiş üçüncü bölümde veri seti tanıtarak ekonometrik yöntem anlatılmıştır. Dördüncü bölümde elde edilen bulgulara ve yorumlara yer verilmiş ve sonuç kısmıyla sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Doğal gaz tüketiminin durağanlığını anlamak için enerji tüketiminin davranışını anlamak gerekmektedir. Enerji durağanlığı ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Hasanov ve Telatar (2011), serinin doğrusal olmayan yapısını ve yapısal kırılmayı dikkate almak amacıyla birincil enerji tüketiminin stokastik davranışlarını KSS (2003) ve Sollis (2004) birim kök testleri ile incelemiştir. Araştırmada 178 ülkenin kişi başına enerji tüketimiyle ilgili çelişkili sonuçlar ortaya çıktı. Destek ve Sarkodie (2020), Fourier tabanlı birim kök testleri kullanarak 16 OECD ülkesi için birincil enerji kaynaklarının birim kök özelliklerini incelemiştir. Petrol, kömür ve doğal gaz tüketiminde şokların çoğunun kalıcı olduğu tespit edildi. Farklı yapısal özelliklere sahip birim kök testleri kullanan çalışmalardan bir diğeri olan Doğan (2016), 1995-2013 döneminde Türkiye'de 12 bölgeye ilişkin yıllık enerji tüketimini incelemiştir. Bu amaçla DFGLS, PP ve ZA birim kök testleri dikkate alınmıştır. DFGLS ve PP birim kök testinde elde edilen bulgulara göre 7 bölgede enerji tüketiminin durağan özellik sergilediğini belirlenmiştir. Ancak yapısal kırılmaları dikkate alan ZA birim kök testi sonuçlarına göre 12 bölgede enerji tüketimi durağan olarak tespit edilmiştir. Fallahi vd. (2014), 1971-2011 yılları arasında 107 ülkenin enerji kullanımının durağanlığını Romano ve Wolf (2001) tarafından önerilen iki alt örnekleme tekniği ile inceledi. Yüksek büyüme oranı ve nüfusa sahip 4 ülke ile yüksek petrol ithalatı yapan 64 gelişmekte olan ülkede enerji tüketiminin sabit olmadığı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda analiz sonuçları gelişmiş ve enerji bakımından zengin olan 39 ülkenin enerji kullanımının durağan olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmaların dışında literatürde birincil enerji kaynaklarını ayrı ayrı ele alan çalışmalar da oldukça fazladır. Söz konusu çalışmalar Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1. Enerji Durağanlığına İlişkin Literatür**

Yazar(lar)	Dönem	Ülke(ler)	Yöntem	Bulgular
Lee ve Chang (2005)	1954-2003	Tayvan	Zivot ve Andrew birim kök testi	Durağan değildir.
Soytaş ve Sarı (2006)	1971-2000	Çin	Carrion-i-Silvestre CBL birim kök testi	Durağandır.
Narayan ve Smyth (2007)	1971-2003	182 ülke	Panel SURADF birim kök testi	Durağan değildir.
Zachariadis ve Pashouritdou (2007)	1973-2008	Kıbrıs	LM yapısal kırılmalı birim kök testi	Durağandır.
Mishra vd. (2009)	1980-2005	Pasifik Island ülkeleri	LLC, IPS, Maddala ve Wu panel birim kök testleri	Karışık sonuçlar
Apergis vd. (2010)	1980-2007	ABD	Carrion-i-Silvestre, IPS, Westerlund birim kök testleri	Durağandır.
Aslan ve Kum (2011)	1970-2006	Türkiye	LM ve Kruse birim kök testleri	Durağandır.
Golpe vd. (2012)	1973:1-2010:3	ABD	ADF, NG-Peron, Kruse, LM, Maddala ve Wu birim kök testleri	Durağandır.
Kula vd. (2012)	1960-2005	OECD ülkeleri	LM yapısal kırılmalı birim kök testi	Durağandır.
Narayan ve Popp (2012)	1980-2006	93 ülke	ADF ve IPS birim kök testleri	Durağan değildir.
Bolat vd. (2013)	1960-2009	Avrupa ülkeleri	KPSS birim kök testi	Durağandır.
Shahbaz vd. (2014)	1971-2010	48 ülke	Choi, LLC, IPS, Im, Lee and Tieslau, Moon and Perron birim kök testleri	Karışık sonuçlar
Özcan ve Öztürk (2016)	1971-2013	OECD ülkeleri	Panel birim kök testleri	Durağandır.
Demir ve Gözgör (2018)	1971-2016	54 ülke	Narayan-Popp birim kök testi	Durağandır.
Abid ve Alimi (2019)	1973M01-2017M02	ABD	ADF, Lumsdaine ve Papell testi	Durağandır.
Cai ve Magazzino (2019)	1965-2016	G7 ülkeleri	Hadri ve Rao, CBL ve Fourier CBL panel birim kök testleri	Durağan değildir.
Çağlayan Akar vd. (2021)	1965-2018	Kırılğan Beşli	ADF, PP, KSS, Kruse, Fourier Kruse ve Fourier KPSS birim kök testleri	Durağan değildir.

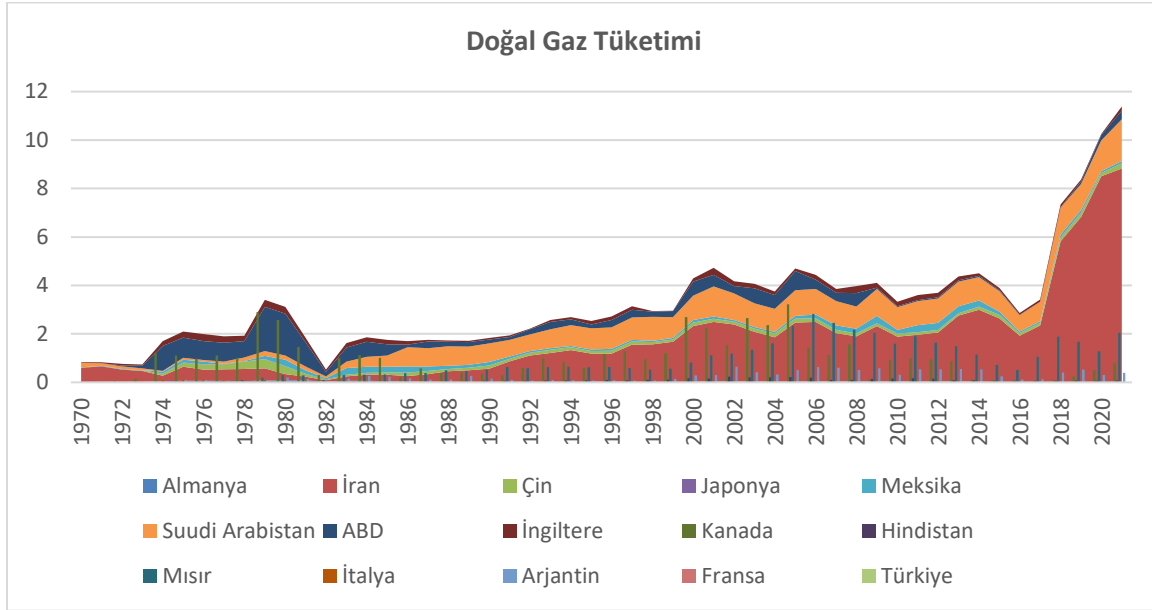
3. YÖNTEM

1. Veri Seti

Çalışmada BP (British Petroleum) Dünya Enerji İstatistikleri Raporu'nda yayımlanan en yüksek doğal gaz tüketimine sahip 20 ülkeden 15'inde (ABD, İran, Çin, Japonya, Kanada, Suudi Arabistan, Almanya, Meksika, İngiltere, İtalya, Hindistan, Mısır, Arjantin, Türkiye, Fransa) enerji şoklarının kalıcı mı yoksa geçici mi olduğu analiz edilmektedir. 5 ülke (Rusya, Güney Kore, Tayland, Özbekistan, Ukrayna) yeterli veri olmaması nedeniyle çalışmaya dâhil edilememiştir. Analizlerde ülkelerin 1970-2021 arası yıllık doğal gaz tüketimlerinin GSYH



içindeki payları kullanılmış ve veriler Dünya Bankası'nın gelişmişlik göstergelerinden alınmıştır. Ekonometrik hesaplar EViews 9 ve Gauss 23 programlarıyla gerçekleştirilmiştir.



2. Ekonometrik Metodoloji

Panel veri analizine konu olan ekonomilerin herhangi birinde yaşanan şokun diğer ekonomileri de etkilemesi durumu yatay kesit bağımlılığı olarak nitelendirilebilmektedir. Bu durumun dikkate alınmadığı ekonometrik yöntemler yanlış sonuçlara sahip olabilmektedir. Dolayısıyla analize ilk olarak yatay kesit bağımlılığını sınavarak başlanmıştır. Bu amaçla Breuch Pagan LM (Breusch ve Pagan, 1980), Pesaran-scaled LM (Pesaran, 2004), Bias-corrected scaled LM (Pesaran vd., 2008) ve Pesaran CD olmak üzere dört farklı test uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığını sınavan bu testler ile “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklindeki temel hipotez sınanmakta ve reddedilmesi durumunda kesitlerin birbirlerine bağımlı oldukları anlaşılmaktadır.

Panel veri analizinin bir diğer önsel testi de panele dâhil olan ülkelerin homojen özelliklere mi yoksa heterojen özelliklere mi sahip olduklarını anlamamıza yarayan homojenlik sınavıdır. Bu amaca yönelik delta ($\tilde{\Delta}$) ve düzeltilmiş delta ($\tilde{\Delta}_{adj}$) olmak üzere iki ayrı testten faydalanılmaktadır. Bu testlerle de “panel homojendir” temel hipotezine karşın “panel heterojendir” alternatif hipotezi sınanmaktadır. Temel hipotezin reddedilmesi durumunda panel heterojendir denilmektedir. Sonuç olarak yatay kesitsel bağımlı ve heterojen olan panellere her iki durumu dikkate alan panel yöntemler uygulanmalıdır.

İktisadi şokların değişkenlere etkisinin kalıcılığı ya da geçiciliği birim kök testleriyle sınanmaktadır. Durağan değişkenlerin maruz kalacağı şoklar değişkenlerde kalıcı etki bırakmazken birim köklü testlerde ise kalıcı etkiler söz konusu olmaktadır. Ekonomilerde meydana gelecek olası şoklar (ekonomik krizler, savaşlar, doğal afetler, arz-talep şokları gibi yapısal kırılmalar) ilk olarak Peron (1989) tarafından analize dâhil edilene kadar tümüyle göz ardı edilmiştir. Peron (1989) birim kök testinde sadece bir yapısal kırılmaya dışsal olarak analize eklenen değişken (kukla değişken) yardımıyla izin verilirken Zivot ve Andrews (1992)



birim kök testinde yine tek yapısal kırılma ancak içsel olarak modele dâhil edilmiştir. Devam eden süreçte model iki yapısal kırılmayı tahmin eder düzeye getirilmiştir (Lumsdaine ve Papell, 1997; Lee Strazicich, 2003).

Ancak bu testler de zamanla yetersiz kalmıştır. Çünkü ekonomik şoklar aniden sert yapısal kırılmalar şeklinde gerçekleşebileceği gibi yavaş yavaş yumuşak geçişler şeklinde de yaşanabilmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırabilmek için Becker ve diğerleri (2006) çalışmalarında KPSS birim kök testine trigonometrik terimleri ekleyerek (Fourier KPSS) Fourier fonksiyonların kullanımına yol açmışlardır. Bu fonksiyonlar yapısal kırılmaların sayısından, yönünden ve biçiminden etkilenmemekte ayrıca bilinmeyen kırılmaları da yakayabilme yeteneğiyle güçlü kanıtlar sunmaktadır (Gallant, 1981). Fourier KPSS testine ait kümülatif frekans ve tek frekans Fourier fonksiyonlarının matematik cümleleri denklem 1 ve 2’de verilmiştir:

$$\alpha(t) \cong \phi_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_{1,i} \sin(2\pi kt/ T) + \sum_{k=1}^n \beta_{2,i} \cos(2\pi kt/ T) \quad (1)$$

$$\alpha(t) \cong \phi_0 + \delta_{1,i} \sin(2\pi kt/ T) + \phi_{2,i} \cos(2\pi kt/ T) \quad (2)$$

$\alpha(t)$ bilinmedik yapısal değişimleri, n frekans sayısını, T gözlem sayısını, k frekansı ifade etmektedir.

Carrion-i- Silvestre ve diğerleri 2005 yılında KPSS testinden hareketle tek tek yatay kesitlerin durağanlık bilgisine sahip ani yapısal kırılmaları yakalayabilen CBL birim kök testini geliştirmişlerdir. Yatay kesitsel bağımlılığı hesaba katan ve heterojen panellerde işleyen testin matematik cümlesi denklem 3’te gösterilmektedir:

$$y_{i,t} = \Phi_i + \sum_{k=1}^{m_i} \alpha_{i,k} DU_{i,k,t} + \varepsilon_{i,t} \quad DU: \text{kukla değişken} \quad m_i: \text{yapısal kırılma sayısı} \quad (3)$$

TB_k k tarihinde meydana gelen yapısal kırılma olmak üzere $t > TB_k$ ise DU (kukla değişken) “1” değerini alırken diğer durumlarda “0” değerini almaktadır. Bahmani-Oskooee ve diğerleri (2014) CBL panel birim kök testini Fourier fonksiyonları yardımıyla genişleterek ani değişimlerle birlikte yavaş geçişleri de okuyabilen panel Fourier CBL birim kök testini geliştirmişlerdir. Bu testin matematiksel cümlesi denklem 2’deki tek Fourier fonksiyonunun denklem 3’teki CBL birim kök eşitliğine entegrasyonu ile elde edilmekte ve denklem 4’te gösterilmektedir:

$$y_{i,t} = \Phi_i + \sum_{k=1}^{m_i} \alpha_{i,k} DU_{i,k,t} + \delta_{1,i} \sin(2\pi kt/ T) + \phi_{2,i} \cos(2\pi kt/ T) + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

Denklemden trigonometrik terimlerin katsayıları olan δ_1 ve ϕ_2 yavaş gerçekleşen yapısal değişimleri ve kukla değişken (DU) de ani yapısal değişimleri okumaktadır. DU kukla değişkeni $TB_{k-1} < t$ ve $t > TB_k$ durumunda “1” değerini alırken diğer durumlarda “0” değerini almaktadır. Fourier CBL birim kök sınaması uygun frekansın (k) ve ani kırılmaların (m) belirlendiği ilk aşama ve trigonometrik terimlerin anlamlılığının sınamıldığı ikinci aşamadan oluşmaktadır. Trigonometrik terimlerin anlamlılığını sınamaya yardımcı Fıstatistiğinin matematiksel ifadesi denklem 5’te gösterilmektedir:

$$F_i(k) = [(KKT_0 - KKT_1(k))/2] / [KKT_1(k)/(T-q)] \quad KKT: \text{Kalıntı kareler toplamı} \quad (5)$$

F test istatistiğinin kritik olması temel hipotezin reddedildiği anlamına gelmektedir. Bir başka ifade ile trigonometrik terimlerin anlamlı olup denkleme dâhil edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu durum doğrusal olmayan yöntemler olarak nitelendirilmektedir. Trigonometrik terimlerin anlamsız olması ise denkleme dâhil edilemeyeceklerini ve doğrusal yöntemlerin kullanılması gerektiğini ifade etmektedir.



4. EKONOMETRİK BULGULAR

Çalışmaya yatay kesitlerin birbiri ile etkileşimi ve niteliklerini ortaya koyan panel veri analizinin önsel testleriyle başlanmıştır. Kesitlere uygulanan dört ayrı bağımlılık testi ve iki ayrı homojenite testinden elde edilen bulgular Tablo 2’de raporlanmıştır. Test sonuçları analize dâhil ettiğimiz yüksek doğal gaz tüketimine sahip 15 ülkenin birbiriyle etkileşimli ve heterojen özelliklere sahip olduklarını göstermektedir. Bu doğrultuda analizde yatay kesit bağımlılığı ve homojenliği hesaba katan panel Fourier-CBL birim kök testi kullanılmıştır. Testin ilk aşamasında F test istatistiği ile Fourier fonksiyonların gerekliliği sınanmış optimal frekans değerleri elde edilmiştir.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Test Bulguları

Testler	CD_{LM1}	CD_{LM}	CD_{LM2}	LM_{adj}	\tilde{A}	\tilde{A}_{adj}
İstatistik	1217.292***	75.720***	75.573***	17.335***	17.882***	19.765***
Olasılık	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Not: ***, %1 anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 3’te ülkelerin doğalgaz tüketimine ilişkin optimal frekanslar ve trigonometrik terimlerin anlamlılığını test eden F test istatistikleri görülmektedir. Tüm ülkelerin F test istatistiklerinin anlamlı olması doğrusal olmayan Fourier yöntemlerin etkinliğini göstermektedir. Almanya, İran, İtalya, Arjantin ve Fransa’ya ait F test istatistikleri %5 düzeyinde anlamlı bulunurken diğer ülke istatistikleri %1 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu durum bize panel genelinde doğrusal olmayan güçlü kanıtlar sunmaktadır.

Tablo 3. Optimal Frekans ve F İstatistikleri

Ülkeler	Optimal Frekans	F İstatistiği	%10	%5	%1
Almanya	4	3.6455**	2.5247	3.3269	5.3121
İran	5	4.0958**	2.4189	3.2384	5.1771
Çin	1	6.466***	2.5681	3.333	5.3726
Japonya	5	7.2847***	2.4192	3.2725	5.1096
Meksika	3	7.1389***	2.4691	3.2608	5.1605
Suudi Arabistan	5	8.3321***	2.426	3.2214	5.0351
ABD	1	19.0119***	2.4245	3.2196	5.0939
İngiltere	3	16.0384***	2.6406	3.5455	5.6533
Kanada	2	53.5556***	2.3698	3.1032	5.0724
Hindistan	4	8.4442***	2.397	3.2163	5.1552
Mısır	4	16.1808***	2.4097	3.2204	5.1569
İtalya	4	3.317**	2.4523	3.2758	5.2031
Arjantin	3	3.2804**	2.4632	3.225	5.2393
Fransa	1	3.2058**	2.4127	3.1917	5.0008
Türkiye	2	22.1509***	2.4049	3.1848	5.1234

Not: ***,** sırasıyla %1 ve %5 istatistiksel anlamlılığı göstermektedir. Optimal frekanslar en küçük KKT yöntemiyle tespit edilmiştir.

Fourier-CBL testinden maksimum 5 kırılmaya izin verilerek elde edilen yapısal kırılma tarihleri Tablo 4’te raporlanmıştır. Ayrıca testin kalıntılarıyla oluşturulan ve değişkenlerin Fourier fonksiyonlarıyla beraber zaman içindeki hareketlerini gösteren her bir ülkeye ait grafik Şekil 2’de sunulmaktadır.

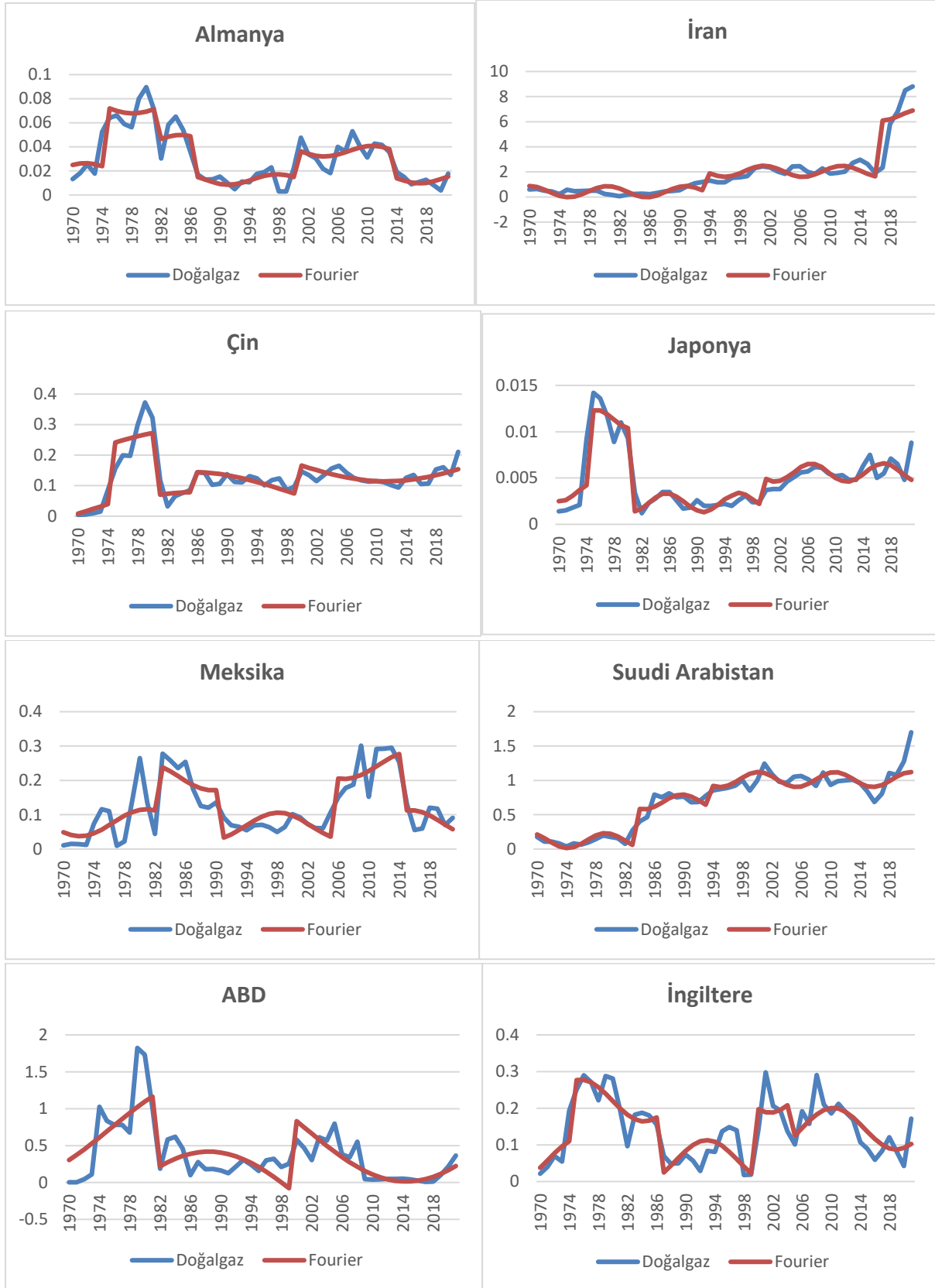
**Tablo 4. Yapısal Kırılma Tarihleri**

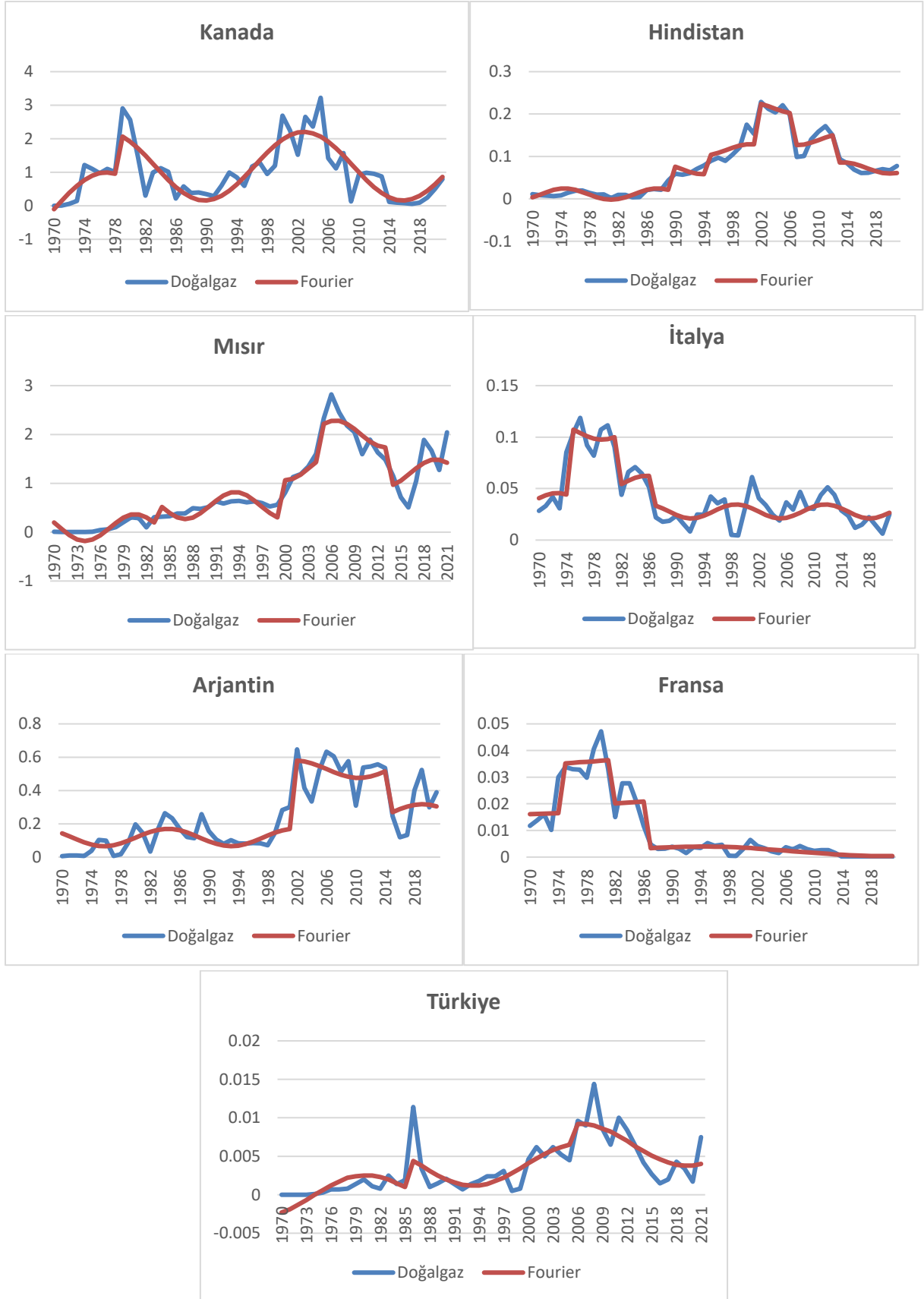
Ülkeler	T_{b1}	T_{b2}	T_{b3}	T_{b4}	T_{b5}
Almanya	1974	1981	1986	2000	2013
İran	1993	2016	-	-	-
Çin	1974	1980	1985	1999	-
Japonya	1974	1980	1999	-	-
Meksika	1982	1990	2005	2014	-
Suudi Arabistan	1983	1993	-	-	-
ABD	1981	1999	-	-	-
İngiltere	1974	1986	1999	2004	-
Kanada	1978	-	-	-	-
Hindistan	1989	1994	2001	2006	2012
Mısır	1983	1999	2004	2013	-
İtalya	1974	1981	1986	-	-
Arjantin	2001	2014	-	-	-
Fransa	1974	1981	1986	-	-
Türkiye	1985	2005	-	-	-

Not: T_b , kırılma tarihi olup analizde 5 kırılma seçilmiştir.

Tablo 4'e baktığımızda ülkelere ait keskin enerji şokları görülmekte. Almanya, Çin, Japonya, İngiltere, İtalya ve Fransa'nın ilk kırılma tarihlerinin 1974 olması 1973'deki petrol krizinden önemli derecede etkilendiklerini göstermektedir. Yüksek oranda doğal gaz tüketen ülkelerden Almanya ve Hindistan'ın 5 kırılma ile daha fazla enerji şoku yaşadığı anlaşılmaktadır. Çin, Meksika, İngiltere ve Mısır 4'er kırılma ile Almanya ve Hindistan'ı takip etmektedir. Panel genelinde 1978'de sadece bir enerji şokuna maruz kalan Kanada en düşük yapısal kırılmaya sahiptir. Türkiye'de ilk kırılma tarihi olarak görülen 1985 yılı 3213 sayılı yeni "Maden Yasası" na ikinci ve son kırılma tarihi olan 2005 yılı da 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" un kabulüne işaret etmektedir. Ülkelerin enerji şokları karşısında farklı tarihlerde kırılma yaşamaları bize heterojen yapıda olduklarını göstermektedir.

Şekil 2'de ülkelere ait grafiklerde mavi ile gösterilen çizgiler yıllara göre gerçekleşmiş doğal gaz tüketimlerini gösterirken turuncu ile gösterilen çizgiler ise yavaş değişimlerle birlikte Fourier fonksiyonlarını göstermektedir. Tüm grafiklerde Fourier fonksiyonlarının değişkenler ile uyumlu hareketleri trigonometrik terimlerin modele alınmasının gerekli olduğunu desteklemektedir.





Şekil 2. Serilerin Fourier Fonksiyonlarıyla Birlikte Zaman Yolu Grafikleri



Tablo 5. Panel Fourier CBL Birim Kök Testi Bulguları

Ülkeler	Bartlett Test İst.	%10	%5	%1
Almanya	0.2817	0.0465	0.0561	0.0767
İran	0.2745	0.1494	0.1857	0.2762
Çin	0.0417	0.0422	0.0496	0.0673
Japonya	0.2779	0.0817	0.1027	0.161
Meksika	0.0763	0.0582	0.0685	0.0903
Suudi Arabistan	0.0547	0.074	0.0928	0.1341
ABD	0.0533	0.0728	0.0893	0.1358
İngiltere	0.0376	0.0541	0.064	0.0871
Kanada	0.0553	0.2474	0.3298	0.529
Hindistan	0.1098	0.126	0.1634	0.2425
Mısır	0.0355	0.0819	0.1003	0.1365
İtalya	0.0937	0.1286	0.1673	0.2621
Arjantin	0.2971	0.1939	0.2581	0.4062
Fransa	0.1199	0.0457	0.0537	0.0726
Türkiye	0.0619	0.0808	0.0989	0.1442
	PANKPSS			
Homojen Panel	3.4207	7.8282	10.1093	15.5025
Heterojen Panel	4.1457	4.1971	4.8082	6.1907

Not: Bootstrap kritik değerler 20000 Monte Carlo simülasyonu ile oluşturulmuştur.

Analizin son aşamasında panel Fourier CBL birim kök testinin uygulanmasının yerinde olacağına istinaden testten elde edilen bulgular Tablo 5'te raporlanmıştır. Tabloyu incelediğimizde Almanya, İran, Japonya, Meksika, Arjantin ve Fransa'da doğal gaz tüketiminin durağan olmadığını ve birim köke sahip olduklarını görmekteyiz. Panel genelinde bu 6 ülke yaşadıkları enerji şoklarından kalıcı olarak etkilenmektedir. Çin, Suudi Arabistan, ABD, İngiltere, Kanada, Hindistan, Mısır, İtalya ve Türkiye'de doğal gaz tüketimi durağan olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu 9 ülkede olası enerji şokları kalıcı etkiler bırakmamaktadır. Bunlar ülke özelinde değerler olmakla beraber tablonun en altında yer alan panel genelini anlamamızı sağlayan PANKPSS test istatistikleri ve kritik değerleri yer almaktadır. Çalışmaya ait panel delta ve düzeltilmiş delta testlerine göre heterojen olarak belirlendiğinden heterojen panel istatistiğine baktığımızda tüm kritik değerlerden küçük olması panelin durağan olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporu'na göre en yüksek doğal gaz tüketimine sahip 15 ülke için doğal gaz tüketiminin sürdürülebilirliği sınanmıştır. Analizlere ilk olarak yatay kesitlerin özelliklerini belirleyici testlerle başlandı. Ülkelerin yatay kesitsel olarak birbirine bağımlı ve heterojen özellikte oldukları belirlendikten sonra bu özellikleri dikkate alan ve ekonomilerdeki yavaş yapısal değişimleri yakalama kabiliyetine sahip Fourier yöntemler benimsendi. Fourier yöntemin mevcut panel verileri için uygulanıp uygulanamayacağı F testi ile sınanmaktadır. F testinden edindiğimiz bulgular tüm ülkeler için



doğrusal olmayan kanıtlar sunmaktaydı. Bu doğrultuda analiz panel Fourier-CBL birim kök testiyle gerçekleştirildi.

Elde edilen bulgulara göre; Almanya, İran, Japonya, Meksika, Arjantin ve Fransa'da doğal gaz tüketimine ait seriler durağan değildir. Panelin diğer 9 ülkesinde ise seriler durağandır. Panel geneli için doğal gaz tüketimi durağan özellikte bulunmuştur. Fransa ve İngiltere için elde edilen sonuçlar Cai ve Magazzino (2019), ABD için elde edilen sonuç Apergis vd. (2010), Golpe vd. (2012) ve Abid ve Alimi (2019), Türkiye için elde edilen sonuç Aslan ve Kum (2011), Çağlayan Akar vd. (2021), Çin için elde edilen sonuç Soytaş ve Sarı (2006) ve Hindistan için bulunan sonuç Çağlayan Akar vd. (2021) ile uyumlu olarak bulunmuştur.

Almanya, İran, Japonya, Meksika, Arjantin ve Fransa'da olası enerji şokları kalıcı etkiler bırakabilecektir. Geçmişte ve cari dönemde gerçekleşen doğal gaz tüketim değerleri gelecek için tahmin yürütmekte faydasız kalacaktır. Ayrıca ülkelere ait doğalgaz tüketim serilerindeki birim kök diğer makroekonomik değişkenlere de aktarılabilir. Tüm bu kalıcı etkiler göz önünde bulundurulduğunda bu ülkelerdeki politika yapıcılar enerji politikalarını düzenleyici reformlar yapmalıdırlar. Doğal gaz kömür ve petrol gibi diğer fosil yakıtlarla kıyaslandığında çevreye daha duyarlı bir enerji kaynağıdır. CO₂ emisyonunu düşürmek amacıyla doğal gaz tüketimini teşvik edici politikalar benimsenebilir.

Çin, Suudi Arabistan, ABD, İngiltere, Kanada, Hindistan, Mısır, İtalya ve Türkiye'de doğal gaz tüketimi durağan olarak bulunmuştur. Bu ülkelerde yaşanabilecek şoklar geçici olarak görülmektedir. Uzun dönemde doğal gaz tüketim değerleri kendi trendini yakalayacaktır. Dolayısıyla doğal gaz tüketimi ile ilgili gereksiz politika hedeflerinden kaçınmakta fayda vardır.

REFERENCES

- Abid, M., ve Alimi, M. (2019). Stochastic convergence in US disaggregated gas consumption at the sector level. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 61, 357-368.
- Apergis, N., Loomis, D. ve Payne JE. (2010). Are shocks to natural gas consumption is temporary or permanent? Evidence from panel of US states. *Energy Policy*, 38:4734e6.
- Aslan A, Kum H. (2011). The stationary of energy consumption for Turkish disaggregated data by employing linear and non-linear unit root tests. *Energy*, 36:4256e8.
- Bahmani-Oskooee, M., Chang, T. and Wu, T. (2014) Revisiting Purchasing Power Parity in African Countries: Panel Stationary Test with Sharp and Smooth Breaks. *Applied Financial Economics*, 24 (22), 1429-1438. doi: 10.1080/09603107.2014.925068.
- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationary test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409.
- Bolat, S., Belke, M. ve Kovaci, S. (2013). The Stationarity of Electricity Consumption in Selected European Countries. *European Scientific Journal*, 9(19): 79-87.
- Breusch, T. S. and Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47 (1), 239-253.



- Cai, Y. ve Magazzino, C. (2019). Are shocks to natural gas consumption transitory or permanent? a more powerful panel unit root test on the G7 countries. *In Natural Resources Forum*, Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 43(2), 111–120.
- Carrion-i-Silvestre, J. L., Kim, D., ve Perron, P. (2009). GLS-Based Unit Root Tests with Multiple Structural Breaks under both the Null and the Alternative Hypotheses. *Econometric Theory*, 25(6), 1754-1792.
- Chen, P. F. ve Lee, C. C. (2007). Is energy consumption per capita broken stationary? new evidence from regional-based panels. *Energy Policy*, 35(6), 3526-3540.
- Çağlayan Akay, E., Ün, T. ve Bülbül, H. (2021). Investigating The Stationary Properties Of Coal, Natural Gas, And Oil Consumption: The Case Of Fragile Five Countries, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 22 (1) 2021, 75-86.
- Demir, E. ve Gözgör, G., (2018). Are shocks to renewable energy consumption permanent or temporary? Evidence from 54 developing and developed countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(4), 3785–3792.
- Destek, M. A., Sarkodie, S. A., (2020). Are fluctuations in coal, oil and natural gas consumption permanent or transitory? Evidence from OECD countries. *Heliyon* 6(2), e03391. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03391>
- Doğan, E. (2016). Are Shocks to Electricity Consumption Transitory or Permanent? Sub-National Evidence from Turkey. *Utilities Policy* 41, 77-84.
- Fallahi F., Karimi M. ve Voia M. C. (2014). Are Shocks to Energy Consumption Persistent? Evidence from Subsampling Confidence Intervals. *Carleton Economic Papers CEP 14-02*.
- Gallant, R. (1981). On the bias in flexible functional form and an essentially unbiased form: The flexible Fourier form. *Journal of Econometrics*, 15(2), 211-245.
- Golpe, A. A., Carmona, M. ve Congregado, E. (2012). Persistence in natural gas consumption in the US: An unobserved components model. *Energy Policy*, 46, 594–600.
- Hasanov, Mübariz ve Telatar, Erdinç (2011). Are-Examination of Stationarity of Energy Consumption: Evidence from New Unit Root Tests. *Energy Policy* 39(12), 7726-7738.
- Hendry, D. F. ve Juselius, K. (2000). Explaining cointegration analysis: part 1. *The Energy Journal*, 21(1), 1-42.
- Hsu, Y. C., Lee, C. C. ve Lee, C. C. (2008). Revisited: Are Shocks to Energy Consumption Permanent or Temporary? New Evidence from a Panel SURADF Approach. *Energy Economics* 30(5), 2314-2330.
- Kula, F., Aslan, A. ve Öztürk, İ. (2012). Is per capita electricity consumption stationary? Time series evidence from OECD countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16 (1), 501–503.
- Lee, C. C. ve Chang, C. P. (2005). Structural breaks, energy consumption, and economic growth revisited: evidence from Taiwan. *Energy Econ.*, 27:857e72.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2003). Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Lumsdaine, R. L., & Papell, D. H. (1997). Multiple trend breaks and the unit root hypothesis. *The Review of Economics and Statistics*, 79 (2), 212-218.
- Magazzino, C. (2017). Is Per Capita Energy Use Stationary? Time Series Evidence for the EMU Countries. *Energy, Exploration ve Exploitation*, 35(1), 24-32.



- Mishra, V., Sharma, S. ve Smyth, R. (2009). Are fluctuations in energy consumption per capita transitory? Evidence from a panel of Pacific Island countries. *Energy Policy*, 37:2318e26
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2007). Are shocks to energy consumption permanent or temporary? Evidence from 182 countries. *Energy Policy*, 35:333e41.
- Narayan, P. K. ve Popp, S. (2012). The energy consumption-real GDP nexus revisited: empirical evidence from 93 countries. *Econ Model*, 29:303e8.
- Özcan, B. ve Öztürk, İ. (2016). A new approach to energy consumption per capita stationarity: Evidence from OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65(Nov), 332–344.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361-1401.
- Pesaran, M. H. (2004). On Aggregation of Linear Dynamic Models. <https://doi.org/10.17863/CAM.5504>
- Pesaran, M. H., Ullah, A. and Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11 (1), 105-127.
- Romano, Joseph P. ve Wolf, Michael (2001). Subsampling Intervals in Autoregressive Models with Linear Time Trend. *Econometrica* 69, 1283-1341
- Shahbaz, M., Khraief, N., Mahalik, M. K., and Zaman, K. U. (2014). Are fluctuations in natural gas consumption per capita transitory? Evidence from time series and panel unit root tests. *Energy*, 78, 183-195.
- Soytaş, U. ve Sarı, R. (2006). Can China contribute more to the fight against global warming? *J. Policy Model*, 28:837e46.
- The World Bank (2023). <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Zachariadis, T. ve Pashouritdou, N. (2007). An empirical analysis of electricity consumption in Cyprus. *Energy Econ.*, 29:183e98.
- Zivot, E., & Andrews, D. (1992). Further evidence on the great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270.