



Türkiye’de Kömür Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Tekrarlamalı Gelişen Pencereci Nedensellik Yaklaşımı



The Relationship Between Coal Consumption and Economic Growth in Turkey: Recursive Evolving Window Causality Approach

DOI: <https://doi.org/10.25204/iktisad.1088192>

Abdullah Emre ÇAĞLAR*

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:

Araştırma
Makalesi

Geliş Tarihi:

15.03.2022

Kabul Tarihi:

27.06.2022

© 2022 İKTİSAD

Tüm hakları
saklıdır.



Bu çalışmanın amacı yoğun kömür tüketen ülkelerden olan Türkiye’de kömür tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için, Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) tarafından literatüre yeni kazandırılan tekrarlamalı gelişen pencereci nedensellik yaklaşımı kullanılmaktadır. Metodolojik olarak katkı sunmak için, bu çalışma literatürde yaygın şekilde kullanılan Granger (1969), Toda-Yamamoto (1995) ve Nazlıoğlu vd. (2016) tarafından geliştirilen Fourier nedensellik yaklaşımlarının sonuçları ile zamanla değişen nedensellik sonuçlarını karşılaştırmaktadır. Zamana göre değişimi dikkate almayan yaklaşımlar ekonomik büyüme ile kömür tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisi bulamamıştır. Diğer taraftan, zamanla değişen nedensellik yaklaşımı ise zamanın bir noktasında (1981-1982) kömür tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi yakalamıştır. Bu sonuçlar kısa bir zaman diliminde Türkiye’de kömür tüketimi ve ekonomik büyüme için büyüme hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Fakat değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi kısa bir dönemi kapsamaktadır ve 1982 yılından sonra nedensel ilişki sonlamaktadır. Böylece sıradan ve tekrarlamalı gelişen pencereci nedensellik sonuçları arasındaki farklar gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zamanla değişen nedensellik, birim kök, Fourier nedensellik, büyüme hipotezi.

Abstract

Article Info

Paper Type:

Research Paper

Received:

15.03.2022

Accepted:

27.06.2022

© 2022 JEBUPOR

All rights
reserved.



This study aims to investigate the causal relationship between coal consumption and economic growth in Turkey, one of the intense coal-consuming countries. To achieve this aim, the Recursive Evolving Window causality approach, which was newly introduced to the literature by Shi et al. (2018) and Shi et al. (2020), is used. To contribute methodologically, this study compares the results of Granger (1969), Toda-Yamamoto (1995), the Fourier causality approach developed by Nazlıoğlu et al. (2016), which are widely used in the literature, and the time-varying causality results. Approaches that do not consider the change over time have not found a causal relationship between economic growth and coal consumption. On the other hand, the time-varying causality approach caught a causal relationship from coal consumption to economic growth at some point in time. These results show that the growth hypothesis is valid for coal consumption and economic growth in Turkey. However, the causality relationship between the variables covers a short period, and the causal relationship ends after 1982. Thus, the differences between ordinary and Recursive Evolving Window causality results are shown.

Keywords: Time varying causality, unit root, Fourier causality, growth hypothesis.

Atf/ to Cite (APA): Çağlar, A. E. (2022). Türkiye’de kömür tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Tekrarlamalı gelişen pencereci nedensellik yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 351-365

*ORCID Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, accaglar@atauni.edu.tr

Extended Abstract

Research Purpose:

This study investigates the relationship between coal consumption and economic growth with time-varying causality developed by Shi et al. (2018) and Shi et al. (2020). In addition, another aim of the study is to reveal the differences between the time-varying approach and the ordinary method that conducts causality research at a single point in time.

Methodology:

The analysis starts with the ordinary unit root test, the Augmented Dickey-Fuller (1979, 1982), and the Zivot and Andrews (1992) test, which considers the structural break. Then, the causality relationship between the variables is investigated with Granger (1969), Toda-Yamamoto (1995), and Nazlioglu et al. (Fourier Toda-Yamamoto, 2016), which assumes that causality does not change with time. These methods are based on VAR analysis. Fourier causality test emerged by adding trigonometric terms to the Toda-Yamamoto (1995) approach. Therefore, while Granger (1969) and Toda-Yamamoto (1995) do not consider structural changes, the Fourier TY test considers structural breaks with the help of trigonometric functions. The disadvantage of these methods is to assume that the causality relationship between variables is constant throughout the entire sample period. On the contrary, the Recursive Evolving Window causality test developed by Shi et al. (2018) and Shi et al. (2020) considers that the relationship between variables changes over time. The relationship between economic growth and coal consumption is examined using both approaches.

Findings:

In the first phase of the empirical analysis, the ADF test results provided evidence that the variables contained unit root. The ZA test result, which was applied to consider the possible structural break, confirms the ADF test. As a result, the findings are that the variables are stationary at the first differences. Structural break dates determined in the ZA test show Turkey's economic and political crises. Then, according to the methods investigating a causality relationship throughout the sample period, no causality relationship was found from economic growth to coal consumption. Examining the other side of causality, no relationship was found from coal consumption to economic growth. In conclusion, the findings proved that the neutrality hypothesis is valid in Turkey. Then, this study uses the REW approach to show possible differences between methods. According to the REW test results, no causality relationship was found from economic growth to coal consumption. However, under the assumption of homoskedasticity and heteroskedasticity, a short-time causality relationship from coal consumption to economic growth is captured at some point in time. The growth hypothesis is valid in Turkey between 1981-1982 under homoscedasticity and in 1982 under heteroskedasticity. These findings confirmed the energy-driven growth in 1982 for Turkey. However, no other causal relationship was found during the entire sample period.

Conclusions:

This study investigates the causal relationship between coal consumption and economic growth with different econometric methods. According to the empirical analysis results, differences were determined between the methods. Granger (1969), Toda-Yamamoto (1995), and Nazlioglu et al. (2016) could not detect a causal relationship between the variables. However, the Recursive Evolving Window causality test caught a short-time causality relationship in 1981-1982 and 1982. In future research, if the data set is sufficient, the causal relationship between different energy sources and economic growth can be investigated.

1. Giriş

Geçmişten günümüze enerji, ekonominin belirleyicisi, sosyo-ekonomik kalkınmanın vazgeçilmez bir girdisi olarak görülmekte ve en önemli stratejik güçlerden biri olarak kabul edilmektedir (Sahir and Qureshi, 2007). Küreselleşen dünyada ekonomilerin artan enerji ihtiyacı ve enerjiye olan bağımlılıkları enerjiyi ülkeler için önemli bir merkez konumuna getirmiştir. Fakat çevresel farkındalığın gelişmesiyle birlikte hangi enerji çeşidinin kullanıldığı önem kazanmıştır. Fosil yakıtlar çevresel bozulmalara katkıda bulunurken, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise çevresel kaliteyi arttırmaktadır (Jebli ve Youssef, 2016; Ito, 2017; Pata, 2021). Dolayısıyla artan küresel baskılar (Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması, COP26 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı) nedeniyle ülke ekonomileri fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru dönüşüm hedefleri koymuşlardır. Bu çerçevede Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarından (SDGs) olan SDG 7 erişilebilir ve temiz enerjiyi, SDG 12 sorumlu üretim ve tüketimi ve SDG 13 iklim eylemini ifade etmektedir. Birleşmiş Milletler tarafından ortaya konulan bu amaçlar doğrudan enerji tüketimini hedef almakta ve ülkelere rehberlik etmektedir. Böylece günümüzde enerji tüketiminin hem ekonomik büyüme hem de çevresel kalite üzerinde önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. Enerji-büyüme ilişkisi, önemli politika sonuçları nedeniyle politika yapıcılar kadar ekonomistler için de büyük ilgi çekmektedir. Ekonomiler mevcut enerji durumları hakkında bilgi sahibi olurlarsa büyüme hedefleri için öngörülebilir planlar yapabilir ve gelecekte ortaya çıkabilecek enerji güvenliği, çevresel sorunlar ve düşük büyüme oranları gibi olumsuz durumlarla başa çıkabilirler. Bu nedenle enerji tüketimi (EC) ve ekonomik büyüme (EG) arasındaki ilişki geçmişten günümüze araştırmacılar ve politika yapıcılar için merak konusudur. Kraft ve Kraft (1978) EC ve EG arasındaki ilişkinin incelendiği öncü çalışmadır. Bu çalışmada geleneksel Granger yaklaşımı ile EC ve EG arasındaki nedenselliğin yönü araştırılmıştır. Bu çalışmanın ardından birçok araştırmacı farklı yöntemler, veri setleri ve ülkeler ile EC ve EG arasındaki nedensellik ilişkisinin yönünü araştırmışlardır. Literatürde EC ve EG arasındaki ilişkiyi açıklayan koruma hipotezi, büyüme hipotezi, tarafsızlık hipotezi ve geri bildirim hipotezi olmak üzere dört farklı hipotez bulunmaktadır:

i) Büyüme hipotezi (Growth hypothesis): EC'den EG'ye doğru tek yönlü nedensellik vardır ve EC'nin hem doğrudan hem de dolaylı olarak EG üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. EC'de kısıtlamaya gidilmesi durumunda EG bu durumdan olumsuz etkilenebilir. Sonuç olarak EG için enerji önemli bir girdidir ve EC için geliştirilen politikalar EG üzerinde kapsayıcı bir etkisi vardır.

ii) Koruma hipotezi (Conservation hypothesis): EG'den EC'ye doğru tek yönlü nedensellik vardır ve EG'de bir artış meydana geldiğinde EC'de de bir artışa neden olmaktadır. Bu hipotez geçerliyse, EG EC'nin temel belirleyicilerindedir. Ayrıca EC'nde kısıtlamaya gidilirse, yani korumacı enerji politikaları uygulanırsa EG bu durumdan olumsuz etkilenmemektedir.

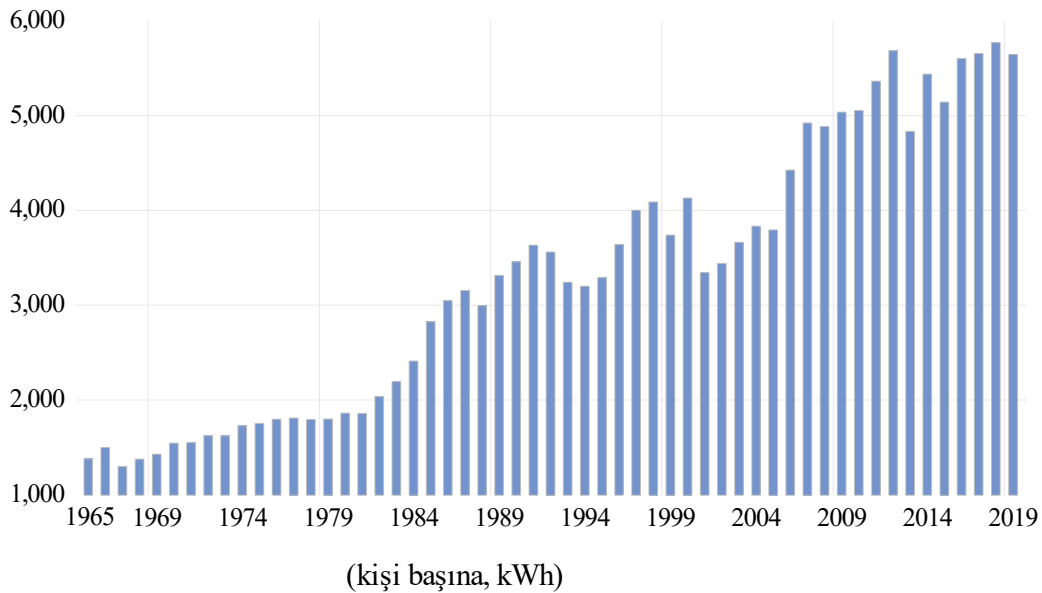
iii) Tarafsızlık hipotezi (Neutrality hypothesis): EG ve EC arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi yoktur. Bu değişkenler birbirine bağımlı değildir. Bu hipotez geçerliyse ister korumacı ister genişletici enerji politikaları uygulanırsa EG bu durumdan etkilenmemektedir.

iv) Geri bildirim hipotezi (Feedback hypothesis): EG ve EC arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi vardır. Dolayısıyla EG ve EC politikaları aynı anda birbirlerini etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de kömür tüketimi (CC) ve EG arasındaki nedensellik ilişkisini incelemektir. Çalışmada Türkiye'de toplam enerji tüketimi yerine kömür tüketiminin seçilmesinin birkaç sebebi bulunmaktadır: i) Şekil 1'e göre, Türkiye'de CC 1965 yılında 1.378,043 kWh iken, 2019 yılında mevcut tüketim 5.648,323'e kadar ulaşmıştır. Bu bağlamda, 1965 yılına kıyasla günümüzde CC yaklaşık 4 kat artmıştır. Ekonominin önemli bir girdisi enerji kaynakları olduğundan Türkiye için CC'deki bu artışın EG ile ilişkisi araştırılmalıdır. ii) Türkiye'de 1990 yılında sanayi sektöründeki CC 189,915 tJ iken, 2007 yılında 488,598 tJ miktarına kadar çıkmış ve 2019 yılında ise 274,351 tJ seviyesine düşmüştür (IEA, 2021). Yani sanayideki kömür kullanım miktarı ciddi artışlar ve azalışlar yaşamıştır. Bu durumun EG'ye nasıl bir etkisi olmuştur sorusunun cevabı bu çalışmada aranmaktadır. iii) Türkiye'de enerji tüketimi çeşitliliği incelendiğinde, CC %28'lik oranıyla en fazla

kullanılan ikinci fosil yakıttır (Lane, 2018). Sonuç olarak, bu çalışmada Türkiye’de CC’nin EG üzerindeki etkileri yukarıdaki açıklamalar çerçevesinde araştırılmaktadır.

Bu çalışma mevcut literatüre üç açıdan katkı sağlamaktadır. Birincisi, ulaşılabilen en güncel verilerle ekonomik büyüme ve kömür tüketimi ilişkisi araştırılmaktadır. İkincisi, bu çalışma ekonomik büyüme ve kömür tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini araştırırken diğer çalışmalardan farklı olarak örneklem dönemi boyunca tek bir nedensellik aramaz. Geleneksel Granger (1969) ve Toda Yamamoto (TY, 1995) nedensellik testleri değişkenlerde meydana gelen yapısal değişimleri yani kırılmaları dikkate almaz ve tüm örneklem dönemi boyunca bir nedensellik ilişkisi aramaktadır. Fakat ekonomilerde rassal şoklar (doğal afetler, finansal krizler, salgın hastalıklar vs.) meydana gelebilir ve örneklem dönemi boyunca birçok nedensellik ilişkisi ortaya çıkabilir. Dolayısıyla, bu çalışma Türkiye’de EG ve CC arasındaki nedensellik ilişkisini araştırırken Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) tarafından literatüre sunulan tekrarlamalı gelişen pencere (Recursive Evolving Window, REW) zamanla değişen nedensellik testini kullanılır. Bu yaklaşım tüm örneklem boyunca tek bir nedensellik ilişkisi araştırmadığından, herhangi bir nedensellik ilişkisinin ortaya çıkış ve bitiş tarihlerini kesin olarak saptayabilmektedir. Yazarın en iyi bilgisi dahilinde Türkiye için böyle bir çalışma henüz yapılmamıştır. Sonuç olarak, bu çalışma ekonomik büyüme ve kömür tüketimi arasındaki çift yönlü nedenselliğin zaman içinde değişip değişmediğini araştırmaktadır. Üçüncüsü, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak için, geleneksel literatür takip edilerek öncelikle Granger (1969), TY (1995) ve Nazlioglu vd. (2016) tarafından literatüre sunulan Fourier TY testi kullanılmaktadır. Daha sonra bu testlerle karşılaştırma amaçlı Shi vd., (2018) ve Shi vd., (2020) tarafından geliştirilen REW zamanla değişen nedensellik testi uygulanmaktadır. Buradaki amaç örneklem dönemi boyunca tek bir nedensellik ilişkisi arayan testler ile örneklem döneminin tüm dönemleri için nedensellik ilişkisi araştıran REW testinin sonuçlarını karşılaştırmak ve literatüre ekonometrik olarak katkı sağlamaktır. Böylece ampirik literatüre karşılaştırmalı test sonuçlarının gösterilmesi planlanmaktadır.



Şekil 1. Türkiye’de Kömür Tüketimi

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından Türkiye’deki fosil enerji çeşitliliği gösterilmektedir. Ardından, ikinci bölümde literatür taraması yer almaktadır. Üçüncü bölümde veri ve metodoloji açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde ise ampirik bulgulara yer verilirken, sonuç bölümünde genel bir değerlendirme ve politika önerileri sunulmaktadır.

2. Fosil Enerji Çeşitliliği Bağlamında Türkiye

2019 yılı dikkate alındığında, Türkiye’de en çok paya sahip olan üç enerji çeşidi %29 ile petrol, %28 ile kömür ve %25 ile doğal gazdır. Türkiye, başta linyit olmak üzere çok miktarda yerli kömür kaynaklarına sahiptir ve kömür üretimi, toplam yerli enerji üretiminin %42'sini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, kömür ithalatı, artan talebi karşılamak için son on yılda artmıştır. Kömürün Türkiye enerji çeşitliliği içindeki önemli oranı, ülkedeki çevresel bozulmaların nedenini oluşturmaktadır. Örneğin, Türkiye’de kömür tüketimi enerji kaynaklı karbon emisyonlarının %43’ünü oluşturmaktadır. Yoğun tüketim sonucunda kömürle ilgili emisyonlar son on yılda yaklaşık %32 artmıştır (IEA, 2021).

Tablo 1. Türkiye’de En Çok Paya Sahip Üç Enerji Çeşidi

	Kömür	Petrol	Doğal Gaz
2010	1,32	1,37	1,29
2015	1,45	1,85	1,65
2019	1,76	2,01	1,56
2009-2019 değişim	+ %3,1	+ %3,6	+ %2,5

Kaynak: BP (2021, exajoules cinsinden)

Tablo 1 incelendiğinde, Türkiye’de dominant olan üç farklı enerji çeşidi görülmektedir. Kömür tüketimi 2010 yılında 1,32 exajoules iken 2015 yılında 1,45 exajoules ve 2019 yılında 1,76 exajoules birimine kadar kademeli olarak artış gösterdiği görülmektedir. 2009-2019 yılları arasındaki kömür tüketimi exajoules cinsinden pozitif yönde %3,1 değişim göstermiştir. Tablo 1’de petrol tüketimi incelendiğinde, 2010 yılında petrol tüketimi 1,37 exajoules iken, 2019 yılında 2,01 exajoules olarak ölçülmüştür. 2009- 2019 yılları arasındaki petrol tüketimindeki değişim ise pozitif yönde %3,6’dır. Son olarak, doğal gaz tüketimi 2010 yılında 1,29 exajoules iken 2019 yılında 1,56 exajoules birimdir. 2009-2019 yıllarındaki doğal gaz tüketimindeki değişimi ise pozitif yönde %2,5’tir. Bu bilgiler ışığında Türkiye’de üç önemli fosil enerji kaynağının yoğun bir şekilde tüketildiği görülmektedir.

3. Literatür Taraması

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi literatürde yaygın bir şekilde ülke ve ülke panelleri için araştırılmaktadır. Ülkelerin mevcut iç dinamikleri enerji tüketim çeşitliliğine göre farklılık gösterebilir ve ekonomik faaliyetleri farklı enerji kaynaklarına bağlı olabilir. Örneğin, Yang (2000) toplam enerji tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin geçerli olduğunu bulmuştur. Bununla birlikte, Yang (2000) aynı çalışmada enerji tüketimini ayrıştırarak (kömür, petrol, doğal gaz, elektrik) GSYH ile ilişkilerini incelediğinde her bir enerji çeşidinin GSYH ile ilişkisinin farklı olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda, enerji ekonomisi literatürünün önemli kaynakları Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Ekonomik Büyüme ve Kömür Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisini Araştıran Çalışmalar

Yazarlar	Ülke	Veri dönemi	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Oguz vd. (2013)	Türkiye	1980-2006	GSYH-CC	Asimetrik nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Aktaş (2017)	Türkiye	1970-2014	GSMH-CC	Hata düzeltme modeli bazlı Granger nedensellik	Geri bildirim hipotezi
Yenilmez ve Erdem (2018)	Türkiye	1986-2016	B-CC	Toda-Yamamoto nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Yang (2000)	Tayvan	1954-1997	GSMH-CC	Granger nedensellik	Koruma hipotezi
Yoo (2006)	Kore	1968-2002	GSYH-CC	Hata düzeltme modeli bazlı Granger nedensellik	Büyüme hipotezi
Wolde-Rufael (2010)	Çin, Hindistan, Japonya, Güney Kore, Güney Afrika, Amerika Birleşik Devletler	1965-2005	GSYH-CC	Granger nedensellik	Hindistan ve Japonya için: Büyüme hipotezi
					Çin ve Güney Kore için: Koruma hipotezi
					Güney Kore ve Amerika Birleşik Devletleri için: Geri bildirim hipotezi
Li ve Li (2011)	Çin ve Hindistan	1965-2006	GSYH-CC	Granger nedensellik	Çin için: Koruma hipotezi
					Hindistan için: Büyüme hipotezi
Kim ve Yoo (2016)	Endonezya	1965-2010	GSYH-CC	Hata düzeltme modeli bazlı Granger nedensellik	Geri bildirim hipotezi
Odhiambo (2016)	Güney Afrika	1980-2012	GSYH-CC	Hata düzeltme modeli bazlı Granger nedensellik	Koruma hipotezi
Apergis ve Payne (2010a)	15 Yükselen piyasa ekonomileri	1980-2006	GSYH-CC	Hata düzeltme modeli bazlı Panel Granger nedensellik	Geri bildirim hipotezi
Apergis ve Payne (2010b)	25 OECD ülkesi	1980-2005	GSYH-CC	Hata düzeltme modeli bazlı Panel Granger nedensellik	Geri bildirim hipotezi
Li ve Leung (2012)	23 Çin eyaleti	1985-2008	GSYH-CC	Uzun dönem panel eşbütünlük nedensellik	Kıyı ve Merkez eyaletleri için: Geri bildirim hipotezi
					Batı eyaletleri için: Koruma hipotezi

Not: GSYH, GSMH, B ve CC kısaltmaları sırasıyla, gayri safi yurt içi hasıla, gayri safi milli hasıla, büyüme oranı ve kömür tüketimini göstermektedir.

Tablo 2’de kömür tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki mevcut literatür gösterilmektedir. Türkiye için yapılan çalışmalar incelendiğinde, Oguz vd. (2013) 1980-2006 dönemi için Hatemi-J (2012) nedensellik testi kullanarak EG ve CC arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edememişlerdir ve dolayısıyla Türkiye’de tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğunu öne sürmüşlerdir. Aktaş (2018) hata düzeltme modeli temelli Granger nedensellik kullanarak 1970-2014 dönemi için EG ve CC arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin varlığına dair kanıtlar sunmuşlardır. Dolayısıyla Aktaş’a (2018) göre Türkiye’de geri bildirim hipotezi geçerlidir. Yenilmez ve Erdem (2018) 1986-2016 dönemi için EG ve CC arasındaki nedensellik ilişkisini Toda-Yamamoto (1995) testi kullanarak araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, bu değişkenler için bir nedensellik ilişkisi tespit edememişlerdir ve yazarlar Türkiye’de tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak Türkiye’de EG ve CC arasındaki ilişkinin yönü hakkında farklı sonuçlar bulunmaktadır.

Tablo 2’de Yang (2000) Tayvan’da 1954-1997 dönemi için EG ve CC arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik yöntemi aracılığıyla araştırmıştır. Ampirik analiz sonuçlarına göre, Tayvan’da EG’den CC’ye doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Dolayısıyla Tayvan’da koruma hipotezinin geçerli olduğu görülmektedir. Yoo (2006) 1968-2002 dönemi için hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik yöntemi ile Kore’de CC’den EG’ye doğru bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Bu bağlamda, Kore’de büyüme hipotezi geçerlidir. Wolde-Rufael (2010)

Granger nedensellik yöntemini kullanarak Hindistan ve Japonya için büyüme hipotezinin; Çin ve Güney Kore için koruma hipotezinin ve son olarak Güney Afrika ve Amerika Birleşik Devletleri için geri bildirim hipotezinin geçerli olduğuna dair kanıtlar sunmuştur. Çin ve Hindistan için Li ve Li (2011) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, Granger nedensellik yöntemi aracılığıyla Wolde-Rufael (2010) ile tutarlı olarak Çin için koruma hipotezinin ve Hindistan için büyüme hipotezinin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Kim ve Yoo (2016) 1965-2010 dönemi için Endonezya’da hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik yöntemi ile geri bildirim hipotezinin geçerli olduğunu bulmuşlardır. Odhiambo (2016) Güney Afrika için Wolde-Rufael (2010) ile tutarlı olarak koruma hipotezinin geçerliliğine dair kanıtlar sunmuştur.

Tablo 2’de panel veri analizi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde ise, Apergis ve Payne (2010a) 15 yükselen piyasa ekonomisi için EG ve CC arasındaki nedensellik ilişkisini hata düzeltme modeline dayalı Panel Granger nedensellik yöntemi ile araştırmışlardır. Ampirik bulgulara göre, 1980-2006 dönemi için 15 yükselen piyasa ekonomisi ülkesinde geri bildirim hipotezinin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Apergis ve Payne (2010b) 25 OECD ülkesinde 1980-2005 dönemi için Apergis ve Payne (2010a) ile tutarlı olarak geri bildirim hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmiştir. Son olarak, Li ve Leung (2012) 23 Çin eyaletinde 1985-2008 dönemi için, kıyı ve merkez eyaletlerde geri bildirim hipotezinin ve batı eyaletlerinde ise koruma hipotezinin geçerliliğine dair kanıtlar sunmuşlardır.

Türkiye ve diğer ülkeler için yapılan bu çalışmalar örneklem dönemi boyunca tek bir noktada nedensellik ilişkisi araştırmaktadır. Fakat makro ekonomik değişkenlerin doğası gereği, bu değişkenler doğal afetler, ekonomik krizler, salgın hastalıklar gibi rassal şoklardan etkilenebilmektedir. Yani makro ekonomik değişkenlerde yapısal kırılmalar meydana gelebilir. Yukarıda bahsedilen çalışmalar EG ve CC arasındaki nedensellik ilişkisini incelerken yapısal kırılmaları ihmal etmektedir ve zamanın tek bir noktasında nedensellik ilişkisi araştırmaktadır. Bu makale Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) tarafından literatüre sunulan tekrarlamalı gelişen pencere (Recursive Evolving Window) zamanla değişen nedensellik testini kullanmaktadır. Böylece bu yöntemle örneklem döneminin tek bir noktasına odaklanmak yerine tüm örneklem dönemi boyunca nedensellik ilişkisinin başlangıç ve bitiş dönemleri tespit edilebilmektedir. Ayrıca bu yaklaşım değişkenlerdeki olası yapısal kırılmaları, sabit ve değişen varyans durumlarını da dikkate alarak nedensellik ilişkisini araştırmaktadır.

4. Veri ve Yöntem

4.1. Veri setinin tanıtılması

Bu çalışmanın amacı ekonomik büyüme ile bir fosil enerji kaynağı olan kömür tüketimi arasındaki ilişkiyi Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) nedensellik yaklaşımı ile 1965-2019 dönemi için araştırmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için, Dünya Bankası (World Bank, 2021) adresinden kişi başına 2015\$ sabit fiyatlarla gayri safi yurt içi hasıla değişkeni elde edilirken, enerji için veri bankası (Our World in Data, 2021) web adresinden kişi başına kömür tüketimi kWh cinsinden elde edilmektedir. Analiz öncesi her iki değişkenin doğal logaritmaları alınmıştır. Bu çalışmada Zafar vd. (2021), Frodyma vd. (2022) ve Li vd. (2022) takip edilerek ekonomik büyümeyi temsil etmesi için kişi başına GSYH değişkenini kullanmaktadır.

Tablo 3. Kişi Başına GSYH ve Kişi Başına Kömür Tüketimi

Değişkenler	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minumum	Jarque-Bera
EG	6,132	5,445	12,004	2,811	6,799 (0.033)
CC	3,294	3,315	5,771	1,296	3,732 (0.154)

Tablo 3’te EG ve CC için tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. 1965-2019 yılları için tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, Türkiye’de ortalama kişi başına düşen GSYH 6,132\$ iken,

kişi başına düşen ortalama kömür tüketimi 3,294 kWh'dır. En yüksek GSYH 12,004\$ seviyelerindeyken, en düşük GSYH 2,811\$'dır. Kömür tüketiminde ise, en fazla tüketim 5,771 kWh iken, en düşük kömür tüketimi 1,296 kWh'dır.

4.2. Yöntem

Değişkenler arası nedensel ilişkiler araştırılırken Granger yöntemi değişkenlerin durağan olmalarını zorunlu tutmaktadır. Yani değişkenler durağan değilse, fark alınarak değişkenler durağanlaştırılmalıdır. Bu bağlamda, Granger nedensellik yaklaşımı gecikme sayısı yönünden oldukça hassastır. Sonuç olarak, gecikme sayısının doğru belirlenmediği durumlarda bu yöntem sapmalı sonuçlar verebilmektedir. Bunlara ek olarak, durağan olmayan seriler için vektör hata düzeltme modeli temelli nedensellik testi Granger (1988) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için birkaç koşulun yerine getirilmesi gereklidir. Birincisi, değişkenlerin aynı dereceden bütünleşik olması gerekmektedir. İkincisi ise, nedensellik araştırmasının yapılabilmesi için değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmesi gerekmektedir. Fakat Toda-Yamamoto (1995, TY) bu varsayımları genişleterek ve standart asimptotik dağılıma sahip Mwald istatistiğini kullanarak farklı dereceden durağan olan seriler için nedensellik araştırmasına izin vermektedir. Ayrıca bu yöntem değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına ihtiyaç duymamaktadır. TY testi için maksimum bütünleşme derecesi (d) ve VAR modelinin gecikme uzunluğu (p) gibi iki önemli parametre vardır. Bu bağlamda, (p+d_{max}) gecikme uzunluğu dikkate alınarak VAR modeli aracılığıyla TY test sonuçları elde edilebilmektedir (Mert ve Çağlar, 2019). Fakat TY testi verilerin yapısal kırılmalar içerdiği durumlarda sapmalı sonuçlar vermektedir (Nazlioglu vd., 2016). Nazlioglu vd. (2016) yapısal kırılmaları Fourier fonksiyonlarından yararlanarak TY yaklaşımına dahil etmiştir:

$$y_t = \delta_0 + \delta_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_{p+d_{max}} y_{t-(p+d_{max})} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada, T, k, t ve p sırasıyla; gözlem sayısını, frekans değerini, deterministik trendi ve VAR modelinden elde edilen uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Denklem 1'de sıfır hipotezi ($\theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_p$) değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoktur şeklinde kurulmaktadır. Fakat Fourier TY testi örneklem dönemi boyunca tek bir noktada nedensellik ilişkisi aramaktadır. Oysaki örneklem dönemi boyunca birçok noktada nedensellik ilişkisi başlayıp bitebilir (Hammoudeh vd., 2020).

Zamanla değişen nedensellik literatürü incelendiğinde, Thoma (1994) tarafından literatüre sunulan ileri doğru genişleyen pencere (Forward Expanding Window) nedensellik testi; Swanson (1998) ve Balcılar vd. (2010) tarafından geliştirilen kayan pencere (Rolling Window) nedensellik testi ve son olarak Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) tarafından literatüre kazandırılan tekrarlamalı gelişen pencere (Recursive Evolving Window, REW) nedensellik testlerinin olduğu görülmektedir (Emirmahmutoglu vd., 2021; Kendirkıran, 2021). Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) tarafından simülasyon deneylerini takiben sunulan göstergeler REW testinin diğer yaklaşımlara kıyasla daha iyi bir performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Diğer yaklaşımlar gibi REW testi de VAR modeline dayanmaktadır. Ayrıca bu yaklaşım sabit varyans ve değişen varyans varsayımı altında da sonuçlar vermektedir. Bu yaklaşımda araştırılan her gözlem için ($f \in [f_0, 1]$), geriye doğru genişleyen bir örnek dizisi Wald istatistikleri ile hesaplanır ve her bir örneklem kümesinde yinelemeler barındırır. Örneklem dizisinin bitiş noktası f ile sabittir. Ancak örneklemin başlangıç noktası ($f - f_0$), 'dan geriye doğru giderek devam etmektedir. Bu bağlamda, REW yaklaşımı alt örnek kümesindeki pencere boyutunun sabit olmamasına olanak vermektedir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisindeki başlangıç ve bitiş noktaları f_e ve f_f ile gösterilmektedir ve bunlar test istatistiğinin sırasıyla kritik değeri geçen veya altına düşen ilk kronolojik gözlemler olarak tanımlanmaktadır. REW testi için nedensellik tarihlerinin belirlenme kuralları aşağıdaki geçiş süreleri ile verilmektedir:

$$\hat{f}_e = \inf_{f \in [f_0, 1]} \{f: SW_f(0) > SCV\} \text{ ve } \hat{f}_f = \inf_{f \in [f_f, 1]} \{f: SW_f(0) < SCV\} \quad (2)$$

Burada, Wald SW_f istatistiğinin kritik değeri SCV 'dir. Birden fazla değişim için, başlangıç ve bitiş tarihleri benzer şekilde hesaplanır. Bu bağlamda, elde edilen Wald istatistik değeri kritik değer olan SCV 'yi aştığında değişkenler arası nedensellik ilişkisi başlamaktadır. Nedensellik ilişkisinin bittiği nokta ise test istatistiğinin kritik değerlerin altına düştüğü zamandır (Shi vd., 2018 ve Shi vd., 2020).

5. Ampirik bulgular

Ekonometrik analizin ilk aşamasında değişkenlerin birim kök özellikleri incelenmektedir. Tablo 4'te hem kırılmayı dikkate almayan ADF (1979, 1982) hem de tek kırılma noktasının içsel olarak belirlendiği Zivot ve Andrews (1992) testi sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen bulgular hem sabit hem de sabit ve trend modellerinde her iki yaklaşım için de değişkenlerin birim kök içerdiği şeklindedir. Değişkenlerin birinci farkları alındığında ise, EG ve CC değişkenlerinin durağan oldukları görülmektedir. Değişkenlere ait kırılma noktaları incelendiğinde, EG değişkeninde sabit modeli için 1979 yılında ve sabit ve trend modeli için 1999 yılında yapısal kırılmaya rastlanılmıştır. CC değişkeninde ise hem sabit hem de sabit ve trend modeli için aynı kırılma yılı olan 1984 bulunmuştur. Bu kırılma zamanları Türkiye ekonomik ve siyasi krizleri ile yakından ilişkilidir. Sonuç olarak, her iki değişkenin birinci farklarında $I(1)$ durağan oldukları belirlenmiştir.

Tablo 4. Değişkenlerin Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF		Zivot ve Andrews (1992)	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
EG	-0.006	-2.124	-3.808 [1979]	-4.188 [1999]
CC	-0.928	-2.355	-4.373 [1984]	-4.372 [1984]
ΔEG	-7.204*	-7.197*	-7.519* [2002]	-7.461* [2003]
ΔCC	-8.486*	-8.414*	-8.815* [1992]	-9.070* [1987]

Not: %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Analizin ikinci aşamasında EG ile CC arasındaki nedensel ilişki örneklem döneminin tek bir noktasında nedensellik araştırması yapan Granger (1969), TY (1995) ve Fourier TY (2016) yaklaşımları ile incelenmektedir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir. Her üç yaklaşıma göre, EG'den CC'ye doğru bir nedensellik bulunamamıştır. Aynı şekilde nedenselliğin diğer tarafı incelendiğinde, her üç teste göre de CC'den EG'ye doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Bu bulgular ışığında Türkiye'de EG ve CC ilişkisi için tarafsızlık hipotezinin (Neutrality hypothesis) geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Yani daraltıcı ekonomi politikaları kömür tüketimini veya kömür tüketimindeki önemli politika değişiklikleri ekonomik büyümeyi etkilememektedir. Fakat bu yaklaşımlar önemli bir varsayım yapar ki, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini tüm örneklem boyunca tek bir noktada aramaktadır. Yani bu yöntemler nedensel ilişkinin zamanla değişmediğini varsaymaktadır.

Tablo 5. Tüm Örneklem Dönemi İçin Farklı Nedensellik Yaklaşımları

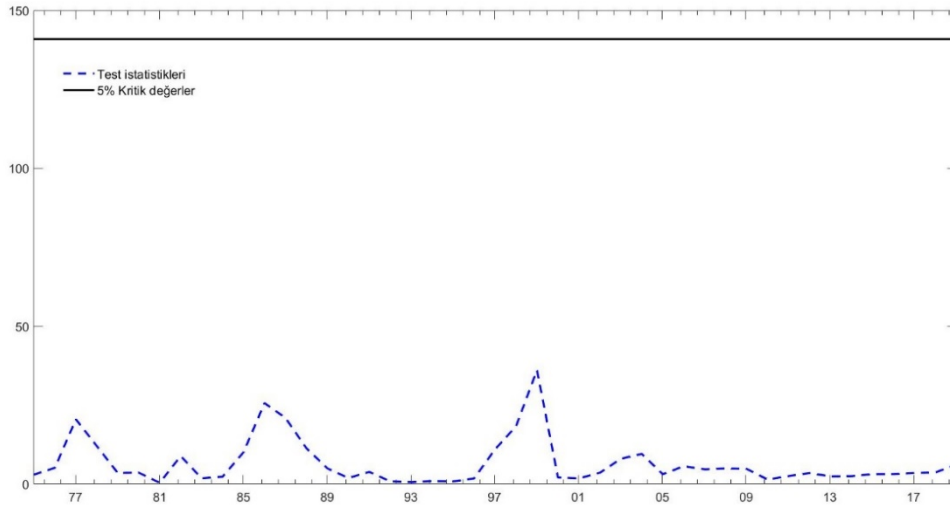
Sıfır Hipotezi	Standart Granger	Bootstrap Toda- Yamamoto	Fourier Toda & Yamamoto
$EG \neq CC$	0.950 (0.330)	0.162 (0.687)	1.562 (0.211)
$CC \neq EG$	0.546 (0.460)	0.641 (0.423)	1.632 (0.201)

Not: \neq işareti birinci değişkenden ikinci değişkene doğru nedenselliğin olmadığını ifade eder. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

Zamanla değişen nedensellik analizinde Shi vd. (2018) ve Shi vd. (2020) çalışmaları takip edilerek pencere boyutu $f_0 = 0.20$ olmak üzere 11 gözlem olarak alınmıştır. Ayrıca bootstrap kritik değerler %5 anlamlılık düzeyinde 1000 tekrar ile elde edilmiştir ve maksimum gecikme uzunluğu veriler yıllık bazda olduğu için "2" seçilmiştir. Bu bağlamda en uygun gecikmeye Schwartz bilgi

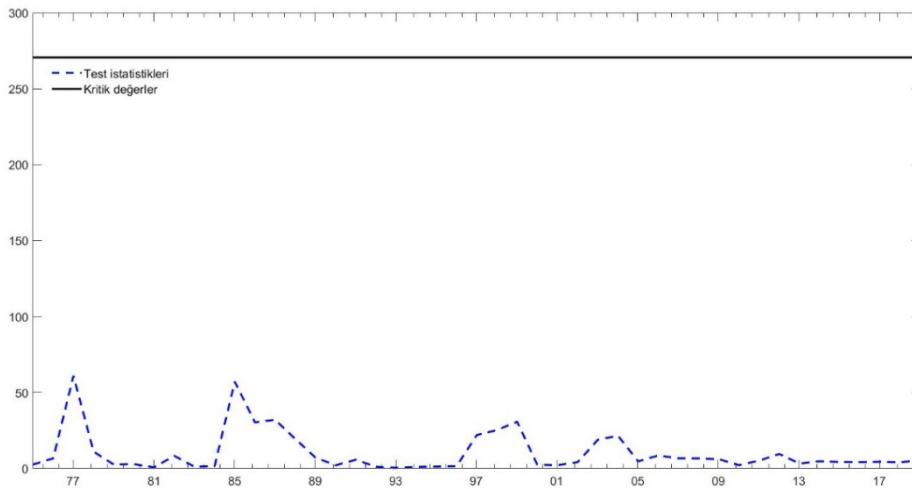
kriterine göre karar verilmiştir. Şekil 2’de görülen mavi çizgiler maksimum Wald istatistiğini gösterirken, siyah düz çizgi ise %5 anlamlılık düzeyinde bootstrap yöntemiyle elde edilen kritik değerleri göstermektedir. Değişkenler arası nedensellik ilişkisinin olabilmesi için, kesikli mavi çizginin en az bir kere siyah düz çizginin üstüne çıkması gerekmektedir. Böylece nedenselliğin olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilebilir. Yukarıda da bahsedildiği üzere REW yöntemi hata terimlerinde değişen varyans ve sabit varyans olması durumlarını da dikkate almaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada hata terimlerinde her iki durumun olması durumunda sonuçların nasıl değişeceğini göstermek için iki farklı sonuçta incelenecektir.

Şekil 2 sabit varyans varsayımı altında EG’den CC’ye doğru nedensellik ilişkisini incelemektedir. Şekil 2’ye göre, mavi kesikli çizgiler örneklem döneminin hiçbir noktasında bootstrap denemeleriyle elde edilen kritik değerlerin üstüne çıkamamıştır. Dolayısıyla sabit varyans varsayımı altında REW testine göre, EG’den CC’ye doğru bir nedensellik yoktur.



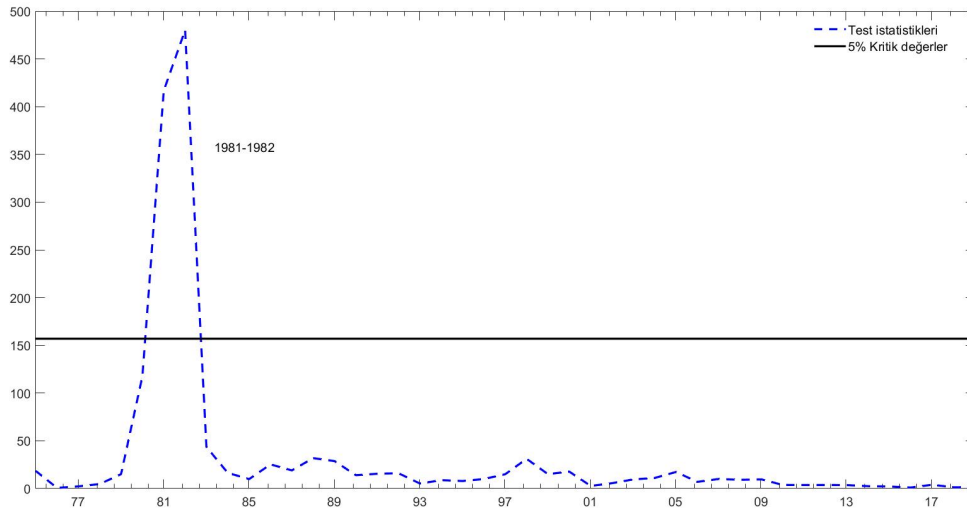
Şekil 2. EG’den CC’ye Doğru Nedensellik (Sabit Varyans Varsayımı Altında)

Şekil 3 EG’den CC’ne doğru nedenselliği değişen varyans varsayımı altında araştırmaktadır. Elde edilen sonuçlar sabit varyans varsayımı altında elde edilen sonuçlarla tutarlıdır. Sonuç olarak, her iki varsayım altında da EG’den CC’ne doğru bir nedensellik yoktur. Bu sonuçlar tüm örneklem dönemi boyunca zamanın tek bir noktasında değişkenler arası nedensellik ilişkisini araştıran Granger, TY ve Fourier TY testleri ile tutarlıdır.



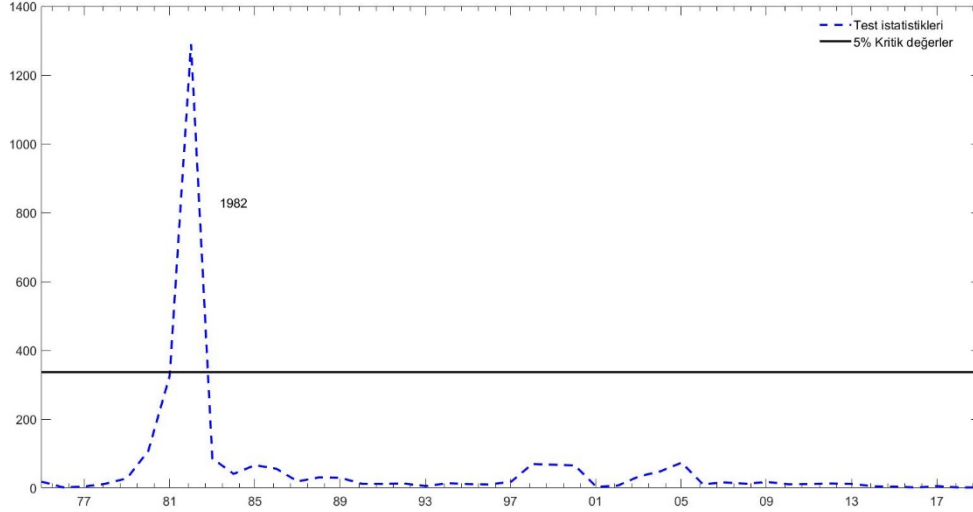
Şekil 3. EG’den CC’ye Doğru Nedensellik (Değişen Varyans Varsayımı Altında)

Şekil 4 ve 5'te CC'den EG'ye doğru nedensellik ilişkisi sırasıyla sabit ve değişen varyans varsayımı altında araştırılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, sabit varyans varsayımı altında 1981-1982 yılları arasında bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, değişen varyans varsayımı altında 1982 yılında zamanın tek bir noktasında CC'den EG'ye doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu çalışma 1965-2019 yıllık veriler ile nedensellik araştırmasını ele almaktadır. Zamanla değişen nedensellik testine göre, yaklaşık olarak veri döneminin başlarında CC'den EG'ye doğru kısa bir zaman diliminde nedenselliğin olduğu görülmektedir. Fakat nedenselliğin zamana göre sabit olduğunu varsayan yöntemlerde hem EG'de CC'ye hem de CC'den EG'ye doğru bir nedensellik tespit edilememiştir. REW yaklaşımı nedenselliğin zamana göre değiştiğini varsaydığından kısa bir dönem için de olsa CC'den EG'ye doğru nedensellik ilişkisini ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda, ilgili yılda Türkiye'de büyüme hipotezi geçerlidir ve tespit edilen yıllarda EG CC'ye bağımlıdır. CC'de meydana gelebilecek dengesizlikler doğrudan EG'yi etkilemektedir.



Şekil 4. CC'den EG'ye Doğru Nedensellik (Sabit Varyans Varsayımı Altında)

1980 yılında -2,4 büyüyen Türkiye'de o yıl kişi başına kömür tüketimi 1.860,23 kWh iken, 1982 yılına gelindiğinde kişi başına kömür tüketimi 2.037,431 kWh birimine çıkararak ekonomik büyümeyi de 3,6 oranına taşımıştır (World Bank, 2021; Our World in Data, 2021). Ayrıca 1981 yılında Türkiye kömür ihtiyacının neredeyse tamamını kendi başına karşılıyordu. Kömür üretimi ile kömür tüketimi arasındaki fark sadece 0,25 Mtpe civarındaydı. Fakat 1982 yılından sonra artan enerji talebi dolayısıyla kömür üretimi ve tüketimi arasındaki fark açılmaya başlamıştır. 1991 yılında bu fark 6,21 Mtpe dolaylarına 2012 yılında 19,60'a kadar çıkmıştır. Son olarak üretim ve tüketim arasındaki fark 2014 yılında en yüksek düzeye çıkmıştır (Tepav, 2016). Dolayısıyla bu duruma paralel olarak kömür ithalatında da artışlar meydana gelmiştir ve bu durum dolaylı olarak Türkiye'nin büyüme performansını da etkilemiştir. Sonuç olarak zamanın tüm dönemleri boyunca nedenselliğin tespit edemediği bu durum REW yaklaşımı ile ortaya çıkarılmıştır. Fakat Türkiye'de büyüme hipotezinin etkileri bir yıl gibi çok kısa bir süre geçerli olmuştur. Bu durumun sebebi kömür tüketim ve üretimindeki dengesizlikler olabilir. Veri döneminin geneli için REW yöntemi aracılığıyla zamanın tek bir noktası haricinde bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.



Şekil 5. CC'den EG'ye Doğru Nedensellik (Değişen Varyans Varsayımı Altında)

6. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışma Türkiye'nin enerji çeşitliliğinde önemli bir rolü olan kömür tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi literatüre yeni giren bir nedensellik yaklaşımı ile araştırmaktadır. Ampirik analizin ilk aşamasında değişkenlerin birim kök özellikleri incelenmiştir. ADF ve Zivot ve Andrews (1992) yaklaşımlarına göre hem ekonomik büyüme hem de kömür tüketimi değişkenleri birinci farklarında durağandır. Analizin ikinci aşamasında nedenselliğin zamana göre değişmediği varsayımından hareket eden yaklaşımlarla nedensellik sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre üç yaklaşımda tarafsızlık hipotezini desteklemektedir. Yani ekonomik büyüme ve kömür tüketimi birbirlerinden bağımsızdır. Ardından bu çalışma nedenselliğin zamana göre değişebileceği varsayımı altında REW testi çalıştırmaktadır. REW testi hem değişen varyans hem de sabit varyans varsayımı altından nedensellik sonucu verdiği için avantajlıdır. Ampirik bulgular, ekonomik büyümeden kömür tüketimine doğru bir nedenselliğin olmadığı yönündedir. Nedenselliğin diğer yönü incelendiğinde, sabit varyans varsayımı altında 1981-1982 yılları arasında kömür tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmektedir. Diğer taraftan, değişken varyans varsayımı altında 1982 yılında yine kömür tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu bulgular Türkiye'de ekonomik büyüme ve kömür tüketimi arasında "büyüme hipotezinin (growth hypothesis)" geçerli olduğunu göstermektedir. Fakat büyüme hipotezinin etkileri çok kısa sürmektedir ve sonraki periyotlarda bu etkinin ortadan kalktığı görülmektedir. Bu çalışma çeşitli stratejiler ile nedensellik yaklaşımları arasındaki farkları ortaya çıkararak literatüre katkı sağlayabilir.

Politika yapıcılar enerji politikaları üretirken ekonomik büyüme politikalarını aynı anda düşünmelidir. Kömür tüketimi enerji çeşitliliğindeki payının yüksek olmasından dolayı Türkiye için büyüme odaklı politikalarda önemli bir girdi konumundadır. Fakat kömür fosil yakıtın bir çeşidi olduğundan dolayı iklim değişikliği için ciddi zararları vardır. Emisyon azaltım hedefleri çerçevesinde Türkiye fosil yakıttan vazgeçerek yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru yatırımlar yapmaktadır. Türkiye Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşmasının taraflarındandır. Hatta Türkiye'de emisyon azaltım hedefleri çerçevesinde 2021 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ismini Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmiştir. Dolayısıyla politika yapıcılar kömür yakıtı için politika üretirken onun yerine geçebilecek alternatif kaynaklar üretmelidir. Çevresel hasarlarından dolayı kömür tüketimi sınırlandırılırsa bu politikanın ekonomik büyüme için farklı etkileri ortaya çıkabilir. Bu amaçla, genel bütçeden yenilenebilir için ayrılan pay artırılabilir ve/veya

özel sektör yenilenebilir enerji üretimine teşvik edilebilir. Bu bağlamda özel sektöre yenilenebilir enerji kullanımı için yasalarla güvence altına alınmış teşvik paketleri önerilebilir.

Bu çalışma bazı kısıtlar içermektedir. Bu bağlamda, çalışma toplam enerji tüketimi yerine kömür tüketimini derinlemesine yeni bir yöntemle araştırmaktadır. Gelecek çalışmalar uygun veri uzunluğuna ulaşıncaya farklı enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyebilir ve bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırma yapılabilir. Bu çalışma ekonomik büyüme ile kömür tüketimi arasında zamanın tek bir noktasında nedensel ilişki yakalamıştır. Gelecek çalışmalar şimdi yeterince uzun olmayan fakat ileride yeterince uzunluğa ulaşan verilerle farklı büyüme teorileri (Slow, Cobb-Douglas, vb.) yardımıyla bu çalışmayı geliştirebilirler. Zamanla değişen nedensellik testi için birçok yaklaşım vardır. Gelecek çalışmalar REW testinin yanında diğer testlerden yararlanarak yaklaşımlar arasındaki farklılıkları gösterebilir.

Kaynakça

- Aktaş, C. (2017). Causal relationship between coal consumption and economic growth in Turkey. *Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 78-83.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2010a). The causal dynamics between coal consumption and growth: evidence from emerging market economies. *Applied Energy*, 87(6), 1972-1977.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2010b). Coal consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(3), 1353-1359.
- Balcılar, M., Ozdemir, Z. A., ve Arslanturk, Y. (2010). Economic growth and energy consumption causal nexus viewed through a bootstrap rolling window. *Energy Economics*, 32(6), 1398-1410.
- BP (2021, 5 Aralık). Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html>.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 49/4, 1057-1072.
- Emirmahmutoglu, F., Denaux, Z., ve Topcu, M. (2021). Time-varying causality between renewable and non-renewable energy consumption and real output: Sectoral evidence from the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111326.
- Frodyma, K., Papież, M., ve Śmiech, S. (2022). Revisiting the environmental kuznets curve in the European Union countries. *Energy*, 241, 122899.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Granger, C. W. (1988). Some recent development in a concept of causality. *Journal of Econometrics*, 39(1-2), 199-211.
- Hammoudeh, S., Ajmi, A. N., ve Mokni, K. (2020). Relationship between green bonds and financial and environmental variables: A novel time-varying causality. *Energy Economics*, 92, 104941.
- IEA. (2021, 15 Aralık). Energy policy review for Turkey. <https://www.iea.org/reports/turkey-2021>
- Ito, K. (2017). CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1-6.
- Jebli, M. B., ve Youssef, S. B. (2015). Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries. *Renewable Energy*, 83, 799-808.
- Kendirkiran, G. (2021). Türkiye’de dış ticaret ve ekonomik büyüme ilişkisi: zamanla değişen nedensellik yaklaşımları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

- Kim, H. M., ve Yoo, S. H. (2016). Coal consumption and economic growth in Indonesia. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(6), 547-552.
- Kraft, J., ve Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 401-403.
- Lane, J. E. (2018). Global warming is an energy conundrum. *Earth Sci. Res*, 7(2), 1.
- Li, J., ve Li, Z. (2011). A causality analysis of coal consumption and economic growth for China and India. *Natural Resources*, 2(1), 54.
- Li, R., ve Leung, G. C. (2012). Coal consumption and economic growth in China. *Energy Policy*, 40, 438-443.
- Li, W., Qiao, Y., Li, X., ve Wang, Y. (2022). Energy consumption, pollution haven hypothesis, and environmental Kuznets curve: examining the environment–economy link in belt and road initiative countries. *Energy*, 239, 122559.
- Mert, M., ve Çağlar, A. E. (2019). Eviews ve Gauss uygulamalı zaman serileri analizi. *Detay Yayıncılık*.
- Nazlioglu, S., Gormus, N. A., ve Soytaş, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy Economics*, 60, 168-175.
- Odhiambo, N. M. (2016). Coal consumption and economic growth in South Africa: An empirical investigation. *Energy & Environment*, 27(2), 215-226.
- Oguz, O., Ozturk, I., ve Aslan, A. (2013). Coal consumption and economic growth in Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(2), 193-198.
- Our World in Data. (2021, 5 Aralık). Energy data explorer. <https://ourworldindata.org/explorers/energy>.
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846-861.
- Sahir, M. H., ve Qureshi, A. H. (2007). Specific concerns of Pakistan in the context of energy security issues and geopolitics of the region. *Energy Policy*, 35(4), 2031-2037.
- Shi, S., Hurn, S., ve Phillips, P. C. (2020). Causal change detection in possibly integrated systems: Revisiting the money–income relationship. *Journal of Financial Econometrics*, 18(1), 158-180.
- Shi, S., Phillips, P. C., ve Hurn, S. (2018). Change detection and the causal impact of the yield curve. *Journal of Time Series Analysis*, 39(6), 966-987.
- Swanson, N. R. (1998). Money and output viewed through a rolling window. *Journal of Monetary Economics*, 41(3), 455-474.
- Tepav (2016). Türkiye kömür madenciliği sektöründe sözleşmesel düzenlemeler: gerçekleşme biçimleri, boyutları, nedenleri. Yasal nedenleri ve İSG üzerindeki etkisi, Ankara.
- Thoma, M. A. (1994). Subsample instability and asymmetries in money-income causality. *Journal of Econometrics*, 64(1-2), 279-306.
- Toda, H. Y., ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Wolde-Rufael, Y. (2010). Coal consumption and economic growth revisited. *Applied Energy*, 87(1), 160-167.
- World Bank. (2021, 5 Aralık). World development indicators online database. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Yang, H. Y. (2000). Coal consumption and economic growth in Taiwan. *Energy Sources*, 22(2), 109-115.
- Yenilmez, F., ve Erdem, M. S. (2018). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişki: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 71-95.

- Yoo, S. H. (2006). Causal relationship between coal consumption and economic growth in Korea. *Applied Energy*, 83(11), 1181-1189.
- Zafar, M. W., Sinha, A., Ahmed, Z., Qin, Q., ve Zaidi, S. A. H. (2021). Effects of biomass energy consumption on environmental quality: The role of education and technology in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 142, 110868.
- Zivot, E. ve Andrews D.W.K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis, *Journal of Business and Economic Statistics*, 10/3, 251-270.