

ENERJİ TÜKETİMİ- EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE İÇİN FREKANS ALANINDA NEDENSELLİK YAKLAŞIMI

Mehmet AYDIN¹

ÖZ

Bu çalışmada, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Türkiye için 1965-2017 yılı verileri kullanılarak zaman ve frekans boyutunda nedensellik testleri yardımıyla incelenmiştir. Zaman boyutunda nedensellik ilişkisi Toda ve Yamamoto (1995) ve frekans boyutunda nedensellik ilişkisi Breitung ve Candelon (2006) nedensellik testleri ile araştırılmıştır. Çalışmada zaman ve frekans boyutunda nedensellik testlerine yer verilmesi ile hem ilişkinin yönünün belirlenmesi hem de kısa, orta ve uzun vadede ilişkinin yönünün değişip değişmediğini görmek amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, zaman boyutunda herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını gösterirken, frekans boyutunda Türkiye için uzun vadede ilişkinin yönünün enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğunu savunan Büyüme Hipotezinin geçerli olduğu göstermektedir.

Anahtar Kavramlar: Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Frekans Boyutunda Nedensellik.

¹ Arş.Gör., Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, mehmetaydin@sakarya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0780-1663>

Makalenin gönderilme tarihi: 31 Mayıs 2019

Kabul tarihi: 26 Mayıs 2020

ENERGY CONSUMPTION- ECONOMIC GROWTH NEXUS: CAUSALITY APPROACH IN FREQUENCY DOMAIN FOR TURKEY

ABSTRACT

In this study, the relationship between energy consumption and economic growth using the data for the period 1965-2017 in Turkey were investigated using time and frequency domain causality test. The causality relationship in time domain was investigated with Toda and Yamamoto (1995) and causality relationship in frequency domain with Breitung and Candelon (2006) causality tests. It is aimed to determine the direction of the relationship and to see whether the direction of the relationship has changed in the short, medium and long term with using the causality test in the time and frequency domain. The results of the study show that there is no causality relationship in the time domain, while the frequency domain shows that the growth hypothesis is valid which suggests that the direction of the relationship is from energy consumption to economic growth in the long term for Turkey.

Keywords: Economic Growth, Energy Consumption, Frequency Domain Causality.

GİRİŞ

Ekonomik büyüme, bir ülke için en önemli gelişmişlik düzeyi göstergelerinden biridir. Bu nedenle ülkelerin gelişmişlik ve refah düzeyleri üzerine yapılan çalışmaların büyük bir kısmında ekonomik büyüme ve ekonomik büyümeye etki eden faktörler konu alınmaktadır. Literatürde ekonomik büyüme ile ilişkili olabileceği düşünülen faktörler üzerine son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki olası ilişki ön plana çıkmaktadır.

Enerji, üretim sürecinde devamlılığın sağlanması için gerekli olan en önemli üretim girdilerinden biri olması nedeniyle ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmaları açısından büyük öneme sahiptir. Özellikle, sanayi devriminin beraberinde getirdiği gelişmeler ile enerjiye duyulan talebin artması ve 1970’li yıllarda meydana gelen iki büyük petrol krizi ile dünya ekonomisinin derinden etkilenmesi, bir üretim faktörü olarak enerjinin öneminin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Enerji üzerinde yaşanan bu iki büyük gelişmenin sonuçları, karar alıcıların belirleyecekleri politikalarda göz ardı edemeyecekleri bir durum haline gelmiştir.

Türkiye için enerjinin önemi ise, nüfus ve sanayileşmenin arttığı 1980’li yıllarda enerji tüketiminin hızla artış eğilimine girmesi ile ortaya çıkmıştır.

Özellikle sanayi alanında meydana gelen gelişmeler, beraberinde kömür, doğalgaz, petrol ve elektrik gibi enerji kaynaklarının daha fazla kullanımını gerektirdiğinden bu kaynaklara olan talepler artış göstermiştir. Artan enerji tüketiminin ülke ekonomisine yansması ise tartışmaya açık hale gelmiştir. Bu noktada enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkinin doğru analiz edilebilmesi, enerji ve büyüme politikalarının belirlenmesi aşamasında karar alıcılar için önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

Enerji kaynakları, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere iki formda karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmasına rağmen yenilenemeyen enerji kaynaklarından olan petrol, ulaşım, sanayi, taşımacılık ve elektrik tüketimi gibi birçok önemli alanda kullanılmasından dolayı diğer enerji kaynaklarına nispeten daha ön plana çıkmaktadır. Ayrıca petrolün toplam enerji tüketimi içerisindeki önemli payı, ülkelerin ekonomileri için önemli bir girdi niteliği taşımaktadır. Bu nedenlerle, çalışmada enerji tüketimi petrol tüketimi verileri üzerinden ele alınmıştır.

Bu çalışmanın amacı, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı ve eğer ilişki varsa bu ilişkinin yönünün ve hangi vadede ortaya çıktığının ekonometrik olarak araştırılmasıdır.

Çalışmanın enerji tüketimi-ekonomik büyüme literatürüne katkısı, Türkiye için olası enerji büyüme ilişkisinin hem zaman boyutunda hem de frekans boyutunda nedensellik testleri ile ele alınmasıdır. Zaman ve frekans boyutunda nedensellik testlerinin kullanılması ile hem ilişkinin yönünün belirlenmesi hem de kısa, orta ve uzun vadede ilişkinin yönünün değişip değişmeyeceğini görmek amaçlanmıştır. Ayrıca iki farklı nedensellik analizine yer verilerek zaman ve frekans boyutunda bir karşılaştırma yapılması imkânı sağlanmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın devam eden bölümlerinde aşağıdaki sıra takip edilmektedir; birinci bölümde enerji tüketimi-ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalara ilişkin literatür taramasına, ikinci bölümde ampirik analizde kullanılacak ekonometrik metodolojiye, üçüncü bölümde ampirik analizden elde edilen bulgulara ve beşinci bölümde ise sonuç ve değerlendirmeye yer verilmiştir.

I. LİTERATÜR

Türkiye için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalarda genel olarak, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir ilişkinin olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin yönünün belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmalarda olası ilişkilerin sıklıkla nedensellik ve eşbütünleşme testleri yardımıyla araştırıldığı görülmektedir.

Literatürde, Türkiye için enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaların özellikle 2000'li yıllardan sonra bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Türkiye için Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkileri İnceleyen Bazı Çalışmalar

Yazar	Periyot	Metot	Sonuçlar
Soytas vd. (2001)	1960-1995	Granger N.; Johansen E. ve VECM	Enerji → Büyüme
Soytas ve Sarı (2003)	1950-1992	Johansen E. ve VECM	Enerji → Büyüme
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000	Doğrusal ve doğrusal olmayan Granger N.	Enerji ↗ Büyüme
Jobert ve Karanfil (2007)	1960-2003	Johansen E. ve Granger N.	Enerji ↗ Büyüme
Lise ve Montfort (2007)	1970-2003	Granger N.; Engle Granger E.ve VECM	Büyüme → Enerji
Erdal vd. (2008)	1970-2006	Johansen E. ve Pair-wise Granger N.	Enerji ↔ Büyüme
Kar ve Kınık (2008)	1975-2005	Granger N.; Johansen E. ve VECM	Enerji → Büyüme
Mucuk ve Uysal (2009)	1960-2006	Johansen E. ve Granger N.	Enerji → Büyüme
Öztürk ve Acaravcı (2010)	1968-2005	ARDL ve Granger N.	Enerji ↗ Büyüme
Özata (2010)	1970-2008	Granger N.; Johansen E. ve VECM	Büyüme → Enerji
Ertuğrul (2011)	1998-2011	Johansen E. ve Kalman Filtresi	Enerji → Büyüme
Korkmaz ve Develi (2012)	1960-2009	Johansen E, Granger N.	Enerji ↔ Büyüme
Savaş ve Durğun (2016)	1980-2010	EKK, Johansen E. ve Granger N.	Büyüme → Enerji
Şentürk ve Edgargo (2016)	1961-2012	Frekans N.	Enerji → Büyüme
Aydın ve Bozdağ (2018)	1977-2014	Granger N.; Engle Granger E.ve VECM	Enerji → Büyüme
Yenilmez ve Erdem (2018)	1986-2016	Toda-Yamamoto N.	Enerji → Büyüme

Not: → tek yönlü nedenselliği, ↗ nedensellik ilişkisinin olmadığını ve ↔ çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Tabloda kullanılan kısaltmalardan (VECM) Hata Düzeltme Modelini, (EKK) En Küçük Kareler Yöntemini ve (ARDL) Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Modelini belirtmektedir.

Literatürde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalarda ilişkinin yönü hakkında kesin bir görüş birliği bulunmamakla birlikte, bu değişkenler arasındaki ilişki üzerinden farklı enerji politikaları öneren dört farklı hipotez ön plana çıkmaktadır. Bu hipotezler; Büyüme (Growth) Hipotezi, Saklama (Conservation) Hipotezi, Geri Besleme (Feedback) Hipotezi ve Yansızlık (Neutrality) Hipotezi olarak çalışmalarda yer almaktadır (Apergis ve Payne, 2009).

Büyüme hipotezinde, ilişkinin yönünün enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu ve bunun nedeni olarak sermayenin ve emeğin tamamlayıcı bir unsuru olarak enerji tüketiminin büyümeye katkı sağladığı savunulmaktadır. Bu hipotezin geçerli olması durumunda, enerji tüketiminde meydana gelecek bir artış ekonomik büyüme üzerinde katkı sağlayacakken, enerji tüketiminde yaşanacak bir kısıtlama ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki yaratacaktır (Ozturk, 2010). Literatürde büyüme hipotezini destekleyen çalışmalar Soytaş vd. (2001), Soytaş ve Sarı (2003), Kar ve Kınık (2008), Mucuk ve Uysal (2009), Ertuğrul (2011), Şentürk ve Edgargo (2016), Aydın ve Bozdağ (2018) ve Yenilmez ve Erdem (2018) çalışmaları ile ön plana çıkmaktadır. Şentürk ve Edgargo (2016) çalışmasında Türkiye ve İtalya için bu çalışmada da kullanılan frekans alanında nedensellik testi kullanılmış ve Türkiye için uzun vadede enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi elde edilmiştir. Bu çalışmanın Şentürk ve Edgargo (2016) çalışmasından farkı, Şentürk ve Edgargo (2016) çalışmasında enerji tüketimi elektrik tüketimi üzerinden ele alınırken bu çalışmada petrol tüketimi üzerinden ele alınması, frekans boyutunda nedensellik ilişkisinin yanında zaman boyutunda nedensellik ilişkisine de yer verilmesi ve kullanılan dönemin farklı olmasıdır.

Saklama hipotezinde ise, ilişkinin yönünün ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru olduğu ve bunun nedeni olarak ekonomik büyümenin beraberinde getireceği gelişmelerinin enerji tüketimini etkileyeceği düşüncesi yatmaktadır. Ayrıca bu hipoteze göre, enerji koruma politikalarının ekonomik büyüme üzerine olumsuz bir etki yaratmayacağı ileri sürülmektedir. Saklama Hipotezini destekleyen çalışmalar; Lise ve Montfort (2007), Özata (2010), Savaş ve Durğun (2016) çalışmaları ile karşımıza çıkmaktadır.

Bir diğer hipotez olan Geri Besleme hipotezinde, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığından söz edilmektedir. Bu hipoteze göre enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ortaklaşa belirlenmekte ve birbirini etkilemektedir. Geri Besleme hipotezinin geçerli olması durumunda, enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde doğrudan etki yaratacak ve ekonomik büyümenin bu etkiye karşılık olarak enerji tüketimi üzerinde bir geri besleme etkisi olacaktır (Belke, Dobnik, ve Dreger, 2011). Geri Besleme hipotezin destekleyen çalışmalar; Erdal vd. (2008), Korkmaz ve Develi (2012) çalışmaları ile destek görmektedir.

Son olarak Yansızlık hipotezinde, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çok az ya da hiç ilişki bulunmadığı savunulmaktadır. Bu hipotezin geçerli olması durumunda, korumacı ya da genişletici enerji politikalarının ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olmayacağı ileri sürülmektedir. Yansızlık Hipotezi ortaya koyan çalışmalar; Altınay ve Karagöl (2005), Jobert ve Karanfil (2007), Öztürk ve Acaravcı (2010) çalışmaları ile savunulmaktadır.

Türkiye için elde edilen sonuçların bu denli farklılıklar göstermesi çalışmalarda kullanılan değişkenlerin, veri dönemlerinin ve ekonometrik yöntemlerin farklılıklar göstermesi ile açıklanabilmektedir.

II. EKONOMETRİK METODOLOJİ

Geleneksel nedensellik testleri, değişkenler arasındaki ilişkileri zaman boyutunda sadece bir test istatistiği için incelerken, frekans alanında nedensellik testleri, değişkenler arasındaki ilişkileri zaman içerisindeki farklı frekanslar için incelemektedir. Bu kapsamda frekans alanında nedensellik testi yaklaşımında, geleneksel nedensellik testlerinden farklı olarak tüm periyodun kısa, orta ve uzun dönem şeklinde bir ayırımına izin verilerek nedensellik ilişkisi araştırılmaktadır.

Frekans alanında nedensellik testi ilk olarak Granger (1969) tarafından ele alınmış ve daha sonra sırasıyla Geweke (1982), Hosoya (1991) ve Breitung ve Candelon (2006) tarafından gelişim göstermiştir. Geweke (1982), belli frekans aralığında Granger nedenselliği test edebilmek için katsayı parametrelerine doğrusal kısıtlamalar getiren Wald testi prosedürü geliştirirken, Breitung ve Candelon (2006) bu prosedürü, iki değişkenli vektör otoregresif modelde otoregresif parametreler üzerine doğrusal bir hipoteze dayanan tek bir test prosedürü ile çok boyutlu sistemler ve eşbütünleşme ilişkilerini de kapsayacak şekilde genelleştirmiştir. Bu çalışmada test istatistiklerinin, farklı frekanslara ayrıştırılmasına izin veren Breitung ve Candelon (2006) nedensellik analizinden yararlanılmıştır.

Frekans alanında nedensellik testi için sınırlı sıradan bir VAR (Vektör Otoregresif Regresyon) modeli aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$Y_t = \varphi_{21,1}Y_{t-1} + \varphi_{21,2}Y_{t-2}, \dots, + \varphi_{21,p}Y_{t-p} + \varphi_{22,1}X_{t-1} + \varphi_{22,2}X_{t-2}, \dots, + \varphi_{22,p}X_{t-p}$$

$$X_t = \varphi_{11,1}Y_{t-1} + \varphi_{11,2}Y_{t-2}, \dots, + \varphi_{11,p}Y_{t-p} + \varphi_{12,1}X_{t-1} + \varphi_{12,2}X_{t-2}, \dots, + \varphi_{12,p}X_{t-p} \quad (1)$$

Bu model matris notasyonu yardımıyla gecikme operatörü (L) ile aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$\varphi(L) = \begin{pmatrix} Y_t \\ X_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varphi_{11}(L) & \varphi_{12}(L) \\ \varphi_{21}(L) & \varphi_{22}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_t \\ Y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Burada $\varphi(L) = I - \varphi_1 L - \varphi_2 L^2 - \dots - \varphi_p L^p$, 2×2 'lik gecikme polinomunu ve $\varphi_1 - \varphi_2 - \varphi_3 - \dots - \varphi_p$ 2×2 'lik otoregresif parametre matrisini belirtmektedir. ε_{1t} ve ε_{2t} ise beyaz gürültü gösteren hata terimleridir.

Cholesky ayrıştırma kullanılarak, yukarıdaki VAR modeli hareketli ortalama modeline dönüştürüldüğünde aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir.

$$\begin{pmatrix} Y_t \\ X_t \end{pmatrix} = \psi(L)\eta_t = \begin{pmatrix} \psi_{11}(L) & \psi_{12}(L) \\ \psi_{21}(L) & \psi_{22}(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Burada, $\psi(L) = \varphi(L)^{-1}G^{-1}$, $E(\eta_t \eta_t') = I$ ve $\eta_t = G\varepsilon_t$ 'dir. G alt üçgen matrisi ifade etmektedir. Y_t , biri asıl ve biri öngörü olmak üzere iki farklı bileşenin toplamı şeklinde tanımlanmaktadır. X_t 'nin öngörü gücü, her bir frekansta asıl bileşenin, öngörü bileşenin spektrumu ile karşılaştırılmasıyla hesaplanabilmektedir. Daha sonra, Geweke (1982) tarafından önerilen nedenselliğin ölçümü aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir.

$$M_{X \rightarrow Y}(\omega) = \log \left[1 + \frac{|\psi_{12}(e^{-i\omega})|^2}{|\psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] \quad (4)$$

$\psi_{12}(e^{-i\omega}) = 0$ koşulu altında, yukarıdaki sonuç sifıra eşit olmaktadır ve ω frekansta, Y_t Granger nedeni değildir X_t 'nin şeklinde ifade edilebilmektedir. Breitung ve Candelon(2006)'nın yaklaşımı aşağıdaki doğrusal kısıtlamaları baz almaktadır.

$$\sum_{j=1}^p \varphi_{12j} \cos(j\omega) = 0$$

$$\sum_{j=1}^p \varphi_{12j} \sin(j\omega) = 0 \quad (5)$$

Bu doğrusal kısıtlamalar için standart F testi kullanılarak ω frekansta Granger nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotez test edilebilmektedir. F istatistiği yaklaşık olarak $\omega \in (0, \pi)$ için F (2, T-2p) olarak dağılım göstermektedir. Burada 2, kısıt sayısını, T ve p sırasıyla gözlem sayısı ve VAR modelinin sırasını göstermektedir.

III. AMPİRİK SONUÇLAR

Bu çalışmada, enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki Türkiye için 1965-2017 yılı verileri kullanılarak hem zaman boyutunda Toda ve Yamamoto (1995) hem de frekans boyutunda Breitung ve Candelon (2006) nedensellik testleri yardımıyla araştırılmıştır. Bu kapsamda Türkiye'ye ait enerji tüketimi verileri (milyon ton petrol) BP'nin istatistik veri tabanından ve büyüme verileri (GSYH 2010 sabit fiyatlarla dolar) Dünya Bankası'nın veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada Eviews 10 programından yararlanılmıştır.

Çalışmada, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Neoklasik üretim fonksiyonu üzerinden ele alınmıştır. Neoklasik üretim fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Streimikiene ve Kasperowicz, 2016, 1547):

$$Y=f(K, L, E) \quad (6)$$

Neoklasik üretim fonksiyonunda, Y ekonomik büyüme, K sermaye stoku, L emek ve E enerji tüketimi göstermekte ve K, L ve E her biri ayrı bir girdi olarak tanımlanmaktadır.

Bu fonksiyon yardımıyla çalışmada kullanılacak ekonometrik model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

$$\ln Y = \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln E + \varepsilon \quad (7)$$

Modelde, β_1, β_2 ve β_3 sırasıyla K, L ve E değişkenlere ait katsayıları gösterirken ε hata terimini göstermektedir. Ayrıca modelde değişkenlerin logaritmik formlarına yer verilerek doğrusal formda ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır (Aydın M. 2018:7).

Breitung ve Candelon (2006) frekans nedensellik testi, Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilen maksimum bütünleşme derecesi ile genişletilmiş Granger-nedensellik testi için daha güçlü sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Çevik vd. 2019). Bu kapsamda hem zaman boyutunda Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik testi hem de frekans boyutunda Breitung ve Candelon (2006) nedensellik testi için maksimum bütünleşme derecesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, ampirik analizin ilk aşamasında maksimum bütünleşme derecesinin belirlenmesi amacıyla serilerin durağanlık seviyeleri ADF ve PP birim kök testi yardımıyla araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Serilere ait Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzy		Birinci Fark	
	ADF	PP	ADF	PP
Büyüme	-0,2522 (0) [0,9245]	-0.2539(2) [0.9243]	-7,0890 (0)*** [0,0000]	-7.0935(3)*** [0,0000]
Enerji	-2,5554 (0) [0,1088]	-2.5553(0) [0.1088]	-7,2612(0)*** [0,0000]	-7.259117*** [0,0000]

Not: Parantez içerisindeki değer uygun gecikme uzunluğunu ve köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir. ***, **, ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde serilerin durağan olmadığını ifade eden temel hipotezin reddedildiğini göstermektedir. ADF: Augmented Dickey Fuller testi ve PP:Phillips-Perron testi anlamına gelmektedir. Durağanlık sabitli model yardımıyla araştırılmıştır.

Tablo 2'deki sonuçlar değerlendirildiğinde, her iki değişkenin de düzey değerlerinde birim köklü iken farkları alındığında durağanlaştığı görülmektedir. Yani hem ADF hem de PP birim kök testi sonuçlarına göre her iki değişken de birinci sıra fark durağandır. Birim kök testi sonuçlarına her iki değişkenin de birinci sıra farklarında durağan bulunmasından dolayı maksimum bütünleşme derecesi 1 olarak belirlenmiştir.

Maksimum bütünleşme derecesinin belirlenmesinin ardından, değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı hem zaman boyutunda Toda ve Yamamoto (1995) hem de frekans boyutunda Breitung ve Candelon (2006) nedensellik testleri yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 3. Zaman Boyutunda Nedensellik Testi Sonuçları

Temel Hipotez	Gecikme Uzunluğu(k+dmax) k=1, dmax=1	Ki-kare istatistiği	Olasılık
H ₀ : Enerji ↗ Büyüme	2	0,050067	0,8229
H ₀ : Büyüme ↗ Enerji	2	1,751112	0,1857

Not: k Var modelinden elde edilen uygun gecikme uzunluğu ve dmax maksimum bütünleşme derecesini göstermektedir.

Tablo 4. Düşük ve Yüksek Frekanslarda Nedensellik Testi Sonuçları

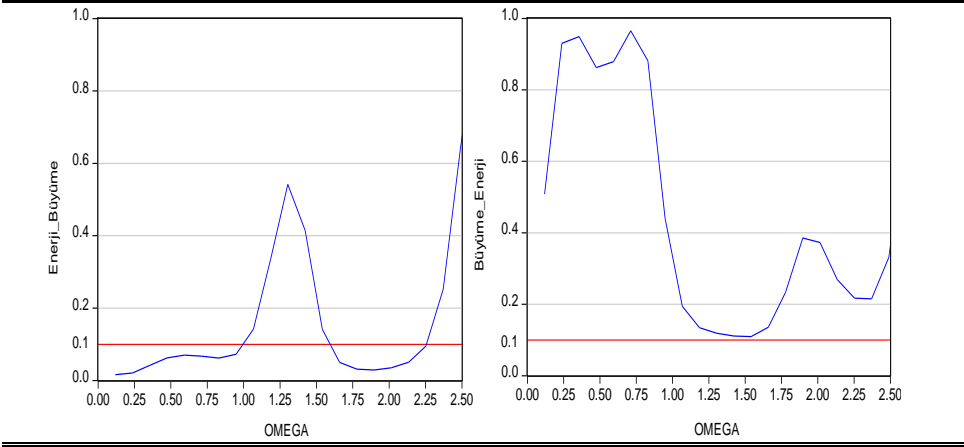
$H_0 : \text{Enerji} \not\rightarrow \text{Büyüme}$			$H_0 : \text{Büyüme} \not\rightarrow \text{Enerji}$		
$\omega=0,5$ (Uzun Vade)	$\omega=1,5$ (Orta Vade)	$\omega=2,5$ (Kısa Vade)	$\omega=0,5$ (Uzun Vade)	$\omega=1,5$ (Orta Vade)	$\omega=2,5$ (Kısa Vade)
3,101*	2,115	0,453	0,148	2,420	1,155
(0,062)	(0,141)	(0,640)	(0,862)	(0,109)	(0,331)

Not: ω (frekans) 0 ve π arasında $\omega \in (0, \pi)$ olmak üzere, (2, T-2p) serbestlik derecesi ile F tablo değeri yaklaşık olarak %10 anlam düzeyinde 2,49'dur. * %10 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler ise F istatistiklerinin p olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 3 ve Tablo 4'deki sonuçlar incelendiğinde, zaman boyutunda nedensellik sonuçlarına göre değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılrken, frekans alanında nedensellik testi sonuçlarına göre %10 anlamlılık düzeyinde uzun vadede enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin, zaman boyutunda tek bir test istatistiği için incelendiğinde aralarında bir nedensellik ilişkisi bulunmadığını ancak zaman içerisinde farklı frekanslar için kısa orta ve uzun vadede frekans boyutunda incelendiğinde uzun vadede bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Frekans boyutu için elde edilen sonuçlar enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru kısa ve orta vadede bir ilişki söz konusu değilken ilişkinin uzun vadede ortaya çıktığı anlamı taşımaktadır. Ayrıca bu sonuç Türkiye için Büyüme Hipotezinin geçerli olduğu göstermektedir. Nedensellik ilişkisine incelenecek frekansların seçiminde Ciner (2011:235) çalışması dikkate alınmıştır. Böylelikle düşük frekanslar için $\omega=0,5$, orta frekanslar için $\omega=1,5$ ve yüksek frekanslar için $\omega=2,5$ seçilmiştir. Yüksek frekanslar 2,5 yıllık periyodiklik ve düşük frekanslar 12,5 yıllık periyodiklik göstermektedir.

Frekans alanında nedensellik testi sonuçlarının grafiksel olarak da görmek mümkündür. Bu sonuçların grafiksel olarak gösterimi Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Frekans Alanında Nedensellik Testi Sonuçlarının Grafikselleştirilmesi

Not: H_0 ω (Omega) frekansta nedensellik yoktur. Seçilen gecikme 9 ve dışsal değişkenler c

Şekil 1’ de %10 anlamlılık düzeyini gösteren kırmızı çizginin altında kalan alanlar ω (Omega) frekansta nedensellik ilişkisi yoktur hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Grafikte, büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığı açıkça görülebilmektedir. Enerji tüketiminden büyüme doğru ise düşük frekanslarda (uzun vadede) bir ilişkinin olduğu yine grafikten açık bir şekilde görülebilmektedir.

SONUÇ

1965-2017 dönemi verilerinin kullanıldığı bu çalışmada, Türkiye için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Ampirik analiz kısmında, zaman boyutunda Toda ve Yamamoto (1995) ve frekans boyutunda Breitung ve Candelon (2006) nedensellik testlerinden yararlanılarak bu test ile hem ilişkinin yönünün belirlenmesi hem de kısa, orta ve uzun vadede ilişkinin yönünün değişip değişmeyeceğini görmek amaçlanmıştır.

Çalışmada ele alınan nedensellik testleri maksimum bütünleşme derecesi bilgisini gerektirdiğinden dolayı ilk olarak ADF ve PP birim kök testi ile serilerin durağanlığı incelenmiş ve her iki serinin de birinci farklarında durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani durağanlık testleri sonucunda maksimum bütünleşme derecesi 1 olarak belirlenmiştir. Maksimum bütünleşme derecesinin belirlenmesinin ardından nedensellik analizleri yapılmıştır. Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik sonuçlarına göre zaman boyutunda değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılrken, değişkenler arasındaki ilişki frekans boyutunda incelendiğinde uzun vadede enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucu elde edilmiştir. Ayrıca frekans alanında nedensellik testinden elde edilen sonuçlar bu ilişkinin kısa ve

orta vadede söz konusu değil iken uzun vadede ortaya çıktığı anlamını taşımaktadır.

Elde edilen bu sonuçlar frekans boyutunda, Türkiye için Büyüme hipotezi geçerli olduğunu göstermektedir. Yani, Türkiye için enerji tüketimi uzun vadede, emeğin ve sermayenin tamamlayıcı bir unsuru olarak ekonomik büyüme üzerine etki etmektedir. Bu kapsamda, karar alıcıların enerjiyi teşvik edici politikalar uygulamaları önem arz etmektedir. Eğer enerji kaynakları fiyat ya da vergi yoluyla daha düşük maliyetlerle üreticiye sunulabilirse, bu durum büyüme üzerinde olumlu bir katkı sağlayacak ve dolaylı olarak toplumsal refah artacaktır. Ayrıca, elde edilen bu sonuçlar Soytas vd. (2001), Soytas ve Sarı (2003), Kar ve Kınık (2008), Mucuk ve Uysal (2009), Ertuğrul (2011), Şentürk ve Edgargo (2016), Aydın ve Bozdağ (2018) ve Yenilmez ve Erdem (2018) çalışmalarını sonuçları ile de örtüşmektedir.

KAYNAKÇA

- Altınay, G. ve Karagol, E. (2005). Electricity consumption and economic growth: evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27(6), 849-856.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2009). CO2 emissions, energy usage, and output in central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286.
- Aydın, B. ve Bozdağ, A. (2018). Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Avrupa Birliği ve Türkiye örneği, *International Journal of Academic Value Studies*, 18(4),70-80.
- Aydın, M. (2018). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: düşük ve orta gelirli ülkeler örneği. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(1), 1-15.
- Belke, A., Dobnik, F. ve Dreger, C. (2011). Energy consumption and economic growth: new insights into the cointegration relationship. *Energy Economics*, 33(5), 782-789.
- Breitung, J. ve Candelon, B. (2006). Testing for short-and long-run causality: a frequency-domain approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363-378.
- Ciner, C. (2011). Commodity prices and inflation: testing in the frequency domain. *Research in International Business and Finance*, 25(3), 229-237.
- Çevik, E. İ., Atukeren, E. ve Korkmaz, T. (2019). Trade openness and economic growth in Turkey: a rolling frequency domain analysis. *Economies*, 7(2), 41.
- Erdal, G., Erdal, H. ve Esengün, K. (2008). The causality between energy consumption and economic growth in Turkey. *Energy Policy*, 36(10), 3838-3842.

- Ertuğrul, H. M. (2011). Türkiye’de elektrik tüketimi büyüme ilişkisi: dinamik analiz. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 2, 49-73.
- Geweke, J. (1982). Measurement of linear dependence and feedback between multiple time series. *Journal of The American Statistical Association*, 77(378), 304-313.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Hosoya, Y., 1991. The decomposition and measurement of the interdependence between second-order stationary process. *Probability Theory and Related Fields* 88, 429-444.
- Jobert, T. ve Karanfil, F. (2007). Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey. *Energy Policy*, 35(11), 5447-5456.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Kar, M. ve Kınık, E. (2008). Türkiye’de elektrik tüketimi çeşitleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ekonometrik bir analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 333-353.
- Korkmaz, Ö. ve Develi, A. (2012). Türkiye’de birincil enerji kullanımı, üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (Gsyih) arasındaki ilişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2).
- Lise, W. ve Van Montfort, K. (2007). Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship?. *Energy Economics*, 29(6), 1166-1178.
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009). Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi*, 157, 105-115.
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy-growth nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340-349.
- Ozturk, I. ve Acaravci, A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Özata, E. (2010). Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin ekonometrik incelemesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26).
- Savaş, B. ve Durğun, B. (2016). Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(11), 213-244.
- Soytas, U. ve Sari, R. (2003). Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. *Energy Economics*, 25(1), 33-37.

- Soytas, U., Sari, R. ve Ozdemir, O. (2001). Energy consumption and GDP relation in Turkey: a cointegration and vector error correction analysis. *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, 1, 838-844.
- Streimikiene, D. ve Kasperowicz, R. (2016). Review of economic growth and energy consumption: a panel cointegration analysis for EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1545-1549.
- Şentürk, M. ve Edgardo, S. I. C. A. (2016). Economic growth and energy consumption in Turkey and Italy: a frequency domain causality analysis. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(4), 107-119.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal Of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- 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.