EDİTÖRLER
Prof.Dr. Selçuk İPEK
Prof.Dr. Cüneyt KILIÇ
Dr. Öğr.Üyesi Sabri Sami TAN

SOSYAL BİLİMLERDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR-II

EKİN Basım Yayın Dağıtım
Şehreküstü Mah. Cumhuriyet Cad.
Durak Sk. No: 2 Osmangazi / BURSA
Tel.: (0224) 220 16 72 - 223 04 37
Fax: (0224) 223 41 12
e-mail: info@ekinyayinevi.com

Sipariş
www.ekinkitap.com

ISBN: 978-625-8117-93-6

EDİTÖRLER
Prof.Dr. Selçuk İPEK
Prof.Dr. Cüneyt KILIÇ
Dr. Öğr.Üyesi Sabri Sami TAN

SOSYAL BİLİMLERDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR II

SOSYAL BİLİMLERDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR II

EDİTÖRLER

Prof.Dr. Selçuk İPEK
Prof.Dr. Cüneyt KILIÇ
Dr.Öğr.Üyesi Sabri Sami TAN

Kitap yer alan bölümler 4-5 Temmuz 2022 tarihinde Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi tarafından düzenlenen ***Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Konferansı II'***de sunumu yapılan çalışmaların genişletilmiş halleridir.

E K İ N
Basım Yayın Dağıtım

2022

© 2022 Ekin Yayınevi

Tüm hakları mahfuzdur. Bu kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 Sayılı Yasa'nın hükümlerine göre, kitabı yayınlayan yayınevinin izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, özetlenemez, yayınlanamaz, depolanamaz.

Sertifika No: 48743

e_ISBN: 978-625-8117-93-6

Eylül 2022

EKİN Basım Yayın Dağıtım

Şehreküstü Mah. Cumhuriyet Cad.

Durak Sk. No: 2 Osmangazi / BURSA

Tel .: (0.224) 220 16 72 - 223 04 37

Fax.: (0.224) 223 41 12

e-mail: info@ekinyayinevi.com

www.ekinkitap.com

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Danimarka Örneği

Mustafa Orhan ÖZER[1]

1. GİRİŞ

Tarih boyunca stratejik bir öneme sahip olan eneji kaynakları, sanayi devrimiyle birlikte çok daha önemli bir hale gelmiştir. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişle birlikte artan çıktı miktarı, enerjiye olan talebin olağanüstü bir biçimde yükselmesine yol açmıştır. XX. yüzyılda gelişmekte olan ülkelerin de hızlı bir sanayileşme sürecine girmesi, kıt olan enerji kaynakları üzerindeki rekabeti büyük ölçüde arttırmıştır. Enerji, günümüzün üretim ve tüketim yapısında vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Enerji kaynakları, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Yeniden kullanımı mümkün olmayan kömür, doğal gaz, petrol gibi kaynaklar birinci grup içerisinde yer almaktadır. Yenilenemez enerji kaynaklarının doğada kıt olması, sera gazı salınımına yol açması ve maliyetlerinin artması nedeniyle birçok ülkede son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılmaya çalışıldığı gözlemlenmektedir. Rüzgar, güneş, jeotermal ve hidrolik enerji kaynakları gibi ikinci grup içerisinde yer alan yenilenebilir enerji kaynakları yukarıda belirtilen dezavantajları taşımamaktadır.

Danimarka'nın yenilenebilir enerji politikası büyük ölçüde Poul la Cour'nun 1890'lı yıllarda rüzgar enerjisi üzerine yapmış olduğu çalışmaların etkisi altında kalmıştır. Biyogaz ve güneş enerjisine yönelik kamu desteğine rağmen, rüzgar enerjisi Danimarka'nın yenilenebilir enerji politikasının ana unsuru olmuştur. Dahası, rüzgar enerjisinin gelişimi zaman zaman resmi ulusal enerji planında belirtilen hedefleri geride bırakmıştır. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik için düzenlenmiş olan uygun tarife garantisinin bunda etkili olduğu düşünülmektedir (Meyer, 2004).

1970'li yıllarda sera gazı salınımının azaltılmasını desteklemek amacıyla uygulanan politikalar, Danimarka'yı yenilenebilir enerjiye geçiş konusunda en başarılı ülkeler arasına sokmuştur. 1979 yılından itibaren sürekli artan kapasite, 2000'li yılların başındaki kısa süreli kesintiye kadar devam etmiştir (Pinson vd., 2017). Bu dönemde Avrupa enerji piyasalarında yapılan köklü değişikliklerle birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarında oluşan belirsizlik, yükselme trendinin sekteye uğramasında temel faktör olmuştur. Fakat 2001 yılında Danimarka hükümetinin değişmesi ve sektörün liberalize edilmesiyle birlikte yenilenebilir enerji kullanımı yeniden canlanmıştır (Meyer, 2004). Danimarka'da ve seçilmiş Kuzey Avrupa ülkelerinde toplam nihai enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketimi payının yıllar itibarıyla değişimi Tablo 1'de görüldüğü gibidir.

Tablo 1. Seçilmiş Kuzey Avrupa Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Toplam Nihai Enerji Tüketimi İçerisindeki Payı

Ülke	1990	2000	2010	2018
Danimarka	7.04	10.73	21.2	34.67
Finlandiya	24.51	31.68	33.43	44.17
İsveç	34.06	39.82	44.70	51.54
Norveç	59.17	60.18	56.37	60.75

Kaynak: Dünya Bankası

Tablo 1'de görüldüğü üzere, Danimarka'nın 1990 yılında % 7.04 olan toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketimi, 2000 yılında % 10.73'e, 2010 yılında % 21.2'ye ve 2018 yılında % 34.67'ye yükselmiştir. Diğer Kuzey Avrupa ülkelerine bakıldığında bu oranın gerek 1990 yılında gerekse 2018 yılında daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat artış oranları dikkate alındığında Danimarka'nın yenilenebilir enerjiye geçişte oldukça başarılı bir performans

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, İktisadi ve İdari Programlar Bölümü, mustafaorhanozer@anadolu.edu.tr, ORCİD No: 0000-0002-3222-9913.

gösterdiğini söylemek mümkündür. Bu alanda özellikle piyasa ekonomisinin ön plana çıktığı ikinci ve üçüncü alt dönemlerde yenilenebilir enerjiye geçişin daha da hızlandığı dikkat çekmektedir.

Her ülkenin birincil makroekonomik hedefi olan ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki üzerine dört farklı hipotezin varlığından bahsetmek mümkündür (Omri, 2014). Birincisi, değişkenler arasında karşılıklı ilişki olduğunu ifade eden geri besleme hipotezidir. Bu hipotez, söz konusu iki değişken arasındaki tamamlayıcılık ilişkisine vurgu yapmaktadır. İkincisi, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi teşvik ettiğini ima eden büyüme hipotezidir. Buna göre yenilenebilir enerji, emek ve sermaye faktörlerinin tamamlayıcısı olarak büyüme üzerinde etkili olmaktadır. Üçüncüsü, büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik olduğunu iddia eden koruma hipotezidir. Bu hipotez, büyümede meydana gelen artışın enerji ihtiyacını da arttıracağını vurgulamaktadır. Dördüncü hipotez ise değişkenler arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını ifade eden yansızlık hipotezidir. Buna göre enerji, genel ekonomik büyümenin küçük bir parçası olduğu için büyüme üzerinde etkisiz kalmaktadır. Aynı zamanda ekonomik büyüme de enerji kullanımı üzerinde kayda değer bir etki yaratmamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı 1990−2018 yılları arasında Danimarka'da yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Bunun için kesirli frekanslı Fourier birim kök ve eşbütünleşme testlerinden faydalanılmıştır. Bu testler, çok sayıda parametre için önsel tahminde bulunmaya ihtiyaç duymadan farklı sayıda, konumda ve formda yapısal kırılmaları tahmin edebilmektedirler (Banerjee vd., 2017). Ayrıca kesirli frekansların da dahil edilmesi sayesinde kırılmaların kalıcılığı hakkında bilgi vermektedirler (Christopoulos ve Leon-Ledesma, 2011). Çalışmanın takip eden bölümlerinde literatür özetine değinilecek, veri ve yöntem aktarılacak, ampirik bulgular elde edilecek, son olarak tartışma ve sonuca yer verilecektir.

2. LİTERATÜR

Literatürde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda bu konuda giderek daha fazla çalışma yapıldığı gözlemlenmektedir. Tek bir ülke üzerine odaklanan çalışmaların bir kısmını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

Payne (2009), ABD'de yenilenebilir enerji−ekonomik büyüme ilişkisini 1949−2006 dönemi için analiz etmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik testine göre seriler arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır.

Pao ve Fu (2013), Johansen ve Granger testleri aracılığıyla 1980−2010 dönemi için Brezilya'yı değerlendirmeye almışlardır. Ulaşılan sonuçlara göre, yenilenebilir enerji ile büyüme arasında karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır.

Alper (2018) tarafından yapılan çalışmada Türkiye için 1990−2017 dönemi incelenmiştir. Bayer-Hanck eşbütünleşme testinden elde edilen bulgular yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini, Toda-Yamamoto testinden elde edilen bulgular ise büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru bir ilişki olduğuna işaret etmektedir.

Durğun ve Durğun (2018), 1980−2015 yılları arası için Türkiye'yi değerlendirmeye almışlardır. ARDL ve Toda-Yamamoto testlerinin kullanıldığı çalışmada, ekonomik büyümenin kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerjiyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Erdoğan vd. (2018), Johansen eşbütünleşme testi aracılığıyla 1998−2015 dönemi için Türkiye'yi analiz etmişlerdir. Ulaşılan sonuçlar, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerjiyi teşvik ettiğine işaret etmektedir.

Apaydın vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada 1965−2017 dönemine ait seriler kullanılarak Türkiye incelemeye alınmıştır. NARDL modelinden elde edilen bulgular, yenilenebilir enerjinin uzun dönemde ekonomik büyümeyi etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca negatif şokların pozitif şoklardan daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Naimoğlu (2021), Almanya'da 1990−2019 dönemini Fourier ADL eşbütünleşme testi ile analiz etmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre, kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerji büyümeyi teşvik etmektedir.

Literatürde yer alan bazı çalışmalarda çeşitli ülke grupları incelenmiştir. Bu çalışmaların bir kısmını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

Çağlayan Akay vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, 1988−2010 dönemi için 9 MENA ülkesi değerlendirmeye alınmıştır. Westerlund panel eşbütünleşme testine göre seriler arasında ilişki bulunmamakta, Granger panel nedensellik testine göre ise seriler arasında karşılıklı ilişki bulunmaktadır. Ayrıca etki tepki analizine göre, yenilenebilir enerji büyümeyi canlandırmaktadır.

Çınar ve Yılmazer (2015), gelişmekte olan 8 ülkeyi 1990−2013 dönemine ait zaman serilerini kullanarak analiz etmişlerdir. Panel Westerlund ve ARDL eşbütünleşme testlerinden yararlanılan bu çalışmada, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bakırtaş ve Çetin (2016), 1992−2010 dönemi için G−20 ülkelerini Pedroni panel eşbütünleşme testi ile incelemişlerdir. Buna göre, 6 ülkede yenilenebilir enerjiden büyümeye doğru pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca panel için elde edilen bulgular da benzer sonuca işaret etmektedir.

Inglesi-Lotz (2016) tarafından yapılan çalışmada 34 OECD üyesi ülke için 1990−2010 dönemi değerlendirmeye alınmıştır. Pedroni panel eşbütünleşme testine ait sonuçlara göre, uzun dönemde yenilenebilir enerji ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.

Özşahin vd. (2016), Pedroni panel eşbütünleşme testi, Westerlund eşbütünleşme testi ve ARDL sınır testi yaklaşımlarını kullanarak BRICS-T ülkelerini ele almışlardır. 2000−2013 dönemine ait zaman serilerinin kullanıldığı çalışmada, uzun dönemde yenilenebilir enerjiden büyümeye doğru bir ilişki olduğu anlaşılmıştır.

Bayraç ve Çildir (2017), 2006−2015 dönemi için AB üyesi ülkeleri Pedroni panel eşbütünleşme testi aracılığıyla analiz etmişlerdir. Ulaşılan sonuçlar, kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerjiden büyümeye doğru pozitif yönlü ilişki olduğuna işaret etmektedir.

Rahman ve Velayutham (2020) tarafından yapılan çalışmada 5 Güney Asya ülkesi Pedroni, Kao ve Dumitrescu−Hurlin testleri ile incelenmiştir. Eşbütünleşme testlerinden elde edilen bulgular uzun dönemde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi teşvik ettiğini, nedensellik testinden elde edilen bulgular ise ekonomik büyümenin yenilenebilir enerjiyi etkilediğini göstermiştir.

3. VERİ VE YÖNTEM

3.1.Veri

Bu çalışmada Danimarka'da yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmektedir. Yenilenebilir enerjiyi (*lnre*) temsilen toplam nihai enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketiminin payı, ekonomik büyümeyi (*lny*) temsilen ABD doları cinsinden 2015 yılına ait sabit fiyatlarla kişi başına GSYİH değişkenleri kullanılmıştır. 1990–2018 dönemini kapsayan yıllık seriler, Dünya Bankası'nın açık veri sisteminden temin edilmiş ve doğal logaritmaları alınmıştır.

3.2.Yöntem

Değişkenlerin durağanlık durumlarının incelenmesi amacıyla Bozoklu vd. (2020) tarafından geliştirilen kesirli frekanslı Fourier ADF testi kullanılmıştır. Sırasıyla yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümeyi temsil eden *lnre* ve *lny* değişkenlerinin durağanlıklarının analizinde (1) numaralı denklem dikkate alınmaktadır.

$$\Delta y_t = \delta_0 + \delta_1 sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_3 y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \Delta y_{t-1} + v_t \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde yer alan y_t, *lnre* veya *lny*'yi temsilen bağımlı değişkeni, t trend terimini, T örneklem sayısını, p gecikme uzunluğunu, v_t ise hata terimini göstermektedir. Ayrıca $\pi = 3.1416$ kabul edilmektedir. Uygun p değeri, Akaike bilgi kriterine göre belirlenmektedir. (Bozoklu vd., 2020: 5).

Öncelikle en küçük kareler toplamını minimize eden *k* değeri ($k = 0.1, 0.2, 0.3, \ldots, 4.8, 4.9, 5$) bulunmaktadır. Sinüs ve kosinüs terimlerimlerinin anlamlılığını sınamak için F testi kullanılmaktadır. Hesaplanan test istatistiğinin, Enders ve Lee (2012) tarafından tespit edilen kritik değerden küçük olması halinde sinüs ve kosinüs terimlerinin anlamsız olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilememektedir. Bu durumda kesirli frekanslı Fourier ADF testi yerine ADF birim kök testine başvurulmaktadır. Trigonometrik terimlerin anlamlı olması durumunda ise bir sonraki aşamaya geçilerek test istatistiği hesaplanmaktadır. Test istatistiğinin, Bozoklu vd. (2020) tarafından tespit edilen kritik değerden küçük olması halinde değişkenin durağan olmadığını gösteren temel hipotez reddedilememektedir. Tersi durumda ise değişkenin durağan olduğu kabul edilmektedir.

lnre ve *lny* arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığının sınanması için İlkay vd. (2021) tarafından önerilen kesirli frekanslı Fourier ADL eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Testin uygulanmasında (2) numaralı denklemde yer alan model dikkate alınmaktadır.

$$\Delta y_{1t} = \beta_0 + \varphi_1 sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varphi_1 cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_1 y_{1,t-1} + \gamma' y_{2,t-1} + \alpha \Delta y_{2t} + e_t \quad (2)$$

(2) numaralı denklemde yer alan $\boldsymbol{e_t}$ hata terimini temsil etmektedir. Diğer değişkenler (1) numaralı denklemde tanımlandığı gibidir. En küçük kareler toplamını minimize eden *k* değeri ($\boldsymbol{k = 0.1, 0.2, 0.3, \ldots, 4.8, 4.9, 5}$) tespit edildikten sonra model tahmin edilmektedir. Test istatistiği (3) numaralı denklem dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

$$\boldsymbol{t_{ADL}^{F} = \frac{\hat{\delta}_1}{se_{(\hat{\delta}_1)}}} \qquad \boldsymbol{(3)}$$

(3) numaralı denklemde yer alan $\boldsymbol{\hat{\delta}_1}$, $\boldsymbol{\delta_1}$'in en küçük kareler tahmincisini, $\boldsymbol{se_{(\hat{\delta}_1)}}$ ise $\boldsymbol{\hat{\delta}_1}$'in standart hatasını göstermektedir. Test istatistiğinin, İlkay vd. (2021) tarafından tespit edilen kritik değerden küçük olması durumunda serilerin eşbütünleşik olmadığını gösteren temel hipotez reddedilememektedir. Aksi durumda ise değişkenlerin eşbütünleşik olduğu kabul edilmektedir.

4. BULGULAR

Değişkenlerin durağanlık durumlarını incelemek için Bozoklu vd. (2020) tarafından geliştirilen kesirli frekanslı Fourier ADF testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 2'de raporlanmıştır.

Tablo 2. Kesirli Frekanslı Fourier ADF Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

Değişken	k	Min KKT	F istatistiği	Gecikme	FADF	ADF
lnre	0.5	0.054	4.313	7	−2.303	−0.397
lny	5	0.006	3.758	1	−2.120	−1.420
dlnre	2.5	0.070	1.043	5	−3.405**	−4.908*
dlny	1.2	0.007	4.220	3	−3.610***	−3.800*

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerinde anlamlılığı ifade etmektedir. Kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi için kritik tablo değerleri k=0.5 için −4.5286 (%1), −3.93234 (%5), −3.63629 (%10), k=1.2 için −4.3268 (%1), −3.68241 (%5), −3.34547 (%10), k=2.5 için −3.81993 (%1), −3.14696 (%5), −2.78873 (%10), k=5 için −3.54997 (%1), −2.92231 (%5), −2.58794 (%10) şeklindedir. F testi için kritik tablo değerleri 10.35 (%1), 7.58 (%5), 6.35 (%10) şeklindedir. ADF testi için kritik tablo değerleri −3.770 (%1), −3.005 (%5), −2.642 (%10) şeklindedir.

Tablo 2'de görüldüğü üzere *lnre* ve *lny* değişkenlerinin durağanlık durumları ilk olarak düzeyde incelenmiştir. Hesaplanan F istatistik değerleri kritik tablo değerlerinden düşük çıktığı için, trigonometrik terimlerin anlamsız olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilememiştir. Bu durumda kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi yerine geleneksel ADF birim kök testi uygulanmıştır. ADF birim kök testi sonuçlarına göre hesaplanan istatistik değerleri kritik tablo değerlerinden düşük olduğu için, değişkenlerin birim köklü olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilememiştir. Bunun üzerine değişkenlerin birinci farkı alınarak yeniden aynı prosedür takip edilmiştir. Fark değişkenleri için de trigonometrik terimler anlamsız bulunduğu için ADF testine başvurulmuştur. Hesaplanan test istatistiklerinin kritik tablo değerlerinden büyük olduğu ve dolayısıyla değişkenlerin birinci farkı alındığında durağan hale geldikleri görülmektedir. Sabit terimin yanı sıra trend terimini de dikkate alan birim kök testine ait sonuçlar ise Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Kesirli Frekanslı Fourier ADF Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli ve Trendli)

Değişken	k	Min KKT	F istatistiği	Gecikme	FADF	ADF
lnre	0.1	0.052	6.081	5	−5.467*	−1.717
lny	1.2	0.005	6.397	3	−3.361	−1.478
dlnre	2.6	0.065	4.972	7	−1.588	−3.641**
dlny	5	0.007	2.707	1	−4.062**	−3.911**

Not: * ve ** sırasıyla %1 ve %5 seviyelerinde anlamlılığı ifade etmektedir. Kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi için kritik tablo değerleri k=0.1 için −4.87987 (%1), −4.26469 (%5), −3.95616 (%10), k=1.2 için −4.96096 (%1), −4.36321 (%5), −4.06218 (%10), k=2.6 için −4.55681 (%1), −3.8752 (%5), −3.52828 (%10), k=5 için −4.21133 (%1), −3.5507 (%5), −3.22669 (%10) şeklindedir. F testi için kritik tablo değerleri 12.21 (%1), 9.14 (%5), 7.78 (%10) şeklindedir. ADF testi için kritik tablo değerleri −4.441 (%1), −3.633 (%5), −3.255 (%10) şeklindedir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere, değişkenlerin durağanlık durumları ilk olarak düzeyde incelenmiş ve trigonometrik terimlerin anlamlı olmaması nedeniyle ADF birim kök testine başvurulmuştur. Her iki değişkenin de birim köklü olduğu tespit edildikten sonra değişkenlerin birinci farkı alınarak yeniden birim kök testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, hem sabitli hem de sabitli ve trendli seçenekleri için serilerin I(1) olduğuna işaret etmektedir.

lnre ve *lny* arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını incelemek amacıyla İlkay vd. (2021) tarafından önerilen kesirli frekanslı Fourier ADL eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 4'te raporlanmıştır.

Tablo 4. Kesirli Frekanslı Fourier ADL Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Bağımlı Değ.	Bağımsız Değ.	Bağımlı Değ. Gecikmesi	Bağımsız Değ. Gecikmesi	FADL Test İstatistiği	k	AIC
lny	lnre	2	3	−3.821**	4.8	−5.560
lnre	lny	3	1	−3.824	0.3	−3.296

Not: **, %5 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir. Kesirli frekanslı Fourier ADL eşbütünleşme testi için kritik tablo değerleri k=0.3 için −4.746 (%1), −4.148 (%5), -3.830 (%10), k=4.8 için −4.002 (%1), −3.328 (%5), −2.982 (%10) şeklindedir.

Tablo 4'te *lny*'nin bağımlı değişken olduğu birinci modelde hesaplanan test istatistiğinin kritik tablo değerinden yüksek olduğu ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığını ifade eden temel hipotezin reddedildiği görülmektedir. Diğer taraftan, *lnre*'nin bağımlı değişken olduğu ikinci modelde hesaplanan test istatistiğinin kritik tablo değerinden düşük olduğu ve serilerin eşbütünleşik olmadığını gösteren temel hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Dolayısıyla kesirli frekanslı Fourier ADL eşbütünleşme testinden elde edilen bulgulara göre, uzun dönemde *lnre*'den *lny*'ye doğru tek yönlü bir ilişki olduğunu ifade etmek mümkündür. Uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesinde tam modifiye edilmiş en küçük kareler yaklaşımından yararlanılmıştır. Test sonuçları Tablo 5'te raporlanmıştır.

Tablo 5. Tam Modifiye Edilmiş En Küçük Kareler Yaklaşımına İlişkin Sonuçlar

Bağımlı Değ.	Bağımsız Değ.	Katsayı	St. Hata	t istatistiği	Olasılık
lny	lnre	0.153*	0.030	5.142	0.000
	c	10.376*	0.082	126.602	0.000
	sin	−0.003	0.002	−0.146	0.885
	cos	−0.011	0.023	−0.478	0.637

Not: *, %1 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 5'te yer alan tam modifiye edilmiş en küçük kareler yaklaşımından elde edilen bulgular incelendiğinde, uzun dönemli katsayıların anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre *lnre*'de meydana gelen % 1'lik bir artış uzun dönemde *lny*'nin % 0.15 artmasına yol açmaktadır. Sonuçların doğruluğunun teyit edilmesi amacıyla dinamik en küçük kareler yaklaşımından faydalanılmıştır. Test sonuçları Tablo 6'da raporlanmıştır.

Tablo 6. Dinamik En Küçük Kareler Yaklaşımına İlişkin Sonuçlar

Bağımlı Değ.	Bağımsız Değ.	Katsayı	St. Hata	t istatistiği	Olasılık
lny	lnre	0.131*	0.027	4.911	0.000
	c	10.403*	0.067	154.169	0.000
	sin	−0.017	0.019	−0.930	0.364
	cos	0.009	0.019	0.465	0.648

Not: *, %1 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 6'da yer alan dinamik en küçük kareler yaklaşımına ait sonuçlar incelendiğinde, uzun dönemli katsayıların anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre *lnre*'de meydana gelen % 1'lik bir artış uzun dönemde *lny*'nin % 0.13 artmasına neden olmaktadır. Yapılan ekonometrik analizler, 1990–2018 yılları arasında Danimarka'da *lnre*'nin *lny*'yi pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, 1990–2018 döneminde Danimarka'da yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Değişkenlerin durağanlık durumlarının incelenmesi için kesirli frekanslı Fourier ADF testi uygulanmış ve serilerin düzeyde birim köklü, birinci farkı alındıktan sonra ise durağan olduğu görülmüştür. Daha sonra seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını sınamak için kesirli frekanslı Fourier ADL eşbütünleşme testi uygulanmış ve yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Uzun dönemli katsayıların tahmin edilmesi için tam modifiye edilmiş ve dinamik en küçük kareler yaklaşımlarından faydalanılmıştır. Buna göre, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen % 1'lik bir artış, büyümede sırasıyla % 0.15 ve % 0.13'lük bir artışa yol açmaktadır.

Ulaşılan sonuçlar, Danimarka'da çevre kirliliğini azaltmak amacıyla uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının aynı zamanda ekonomik büyümeyi de teşvik ettiğini ortaya koymaktadır. Bu açıdan, yenilenebilir enerjiye geçişin Danimarka ekonomisinde sürdürülebilir ekonomik büyüme için önemli olduğunu ifade etmek mümkündür. Fakat yenilenebilir enerjinin büyüme üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma değişkenler arasında herhangi bir ilişki olmadığını tespit eden Payne (2009); değişkenler arasında karşılıklı ilişki olduğu bulgusuna ulaşan Pao ve Fu (2013); ekonomik büyümenin yenilenebilir enerjiyi etkilediğini ifade eden Erdoğan vd. (2018) ve Durğun ve Durğun (2018) tarafından yapılan çalışmaların aksine, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşan Inglesi-Lotz (2016), Apaydın vd. (2019) ve Naimoğlu (2021) tarafından yapılan çalışmaları desteklemektedir. Elde edilen bulguların literatürde yer alan bazı çalışmalardan farklı olmasının; incelenen ülkeler, ele alınan dönemler ve kullanılan yöntemler arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda, yenilenebilir enerjiye geçişte kamu kesiminin ve özel sektörün etkinliğinin araştırılması, uygun enerji politikalarının belirlenmesinde yol gösterici olacaktır.

KAYNAKÇA

ALPER, F. Ö. (2018). "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği", Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 8(2): 223-242.

APAYDIN, Ş. & GÜNGÖR, A. & TAŞDOĞAN, C. (2019). "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Asimetrik Etkileri", Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1): 117-134.

BAKIRTAŞ, İ. & ÇETİN, M. A. (2016). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri", Sosyoekonomi, 24(28): 131-145.

BANERJEE, P. & ARCABIC, V & LEE, H. (2017). "Fourier ADL Cointegration Test to Approximate Smooth Breaks with New Evidence from Crude Oil Market", Economic Modelling, 67: 114-124.

BAYRAÇ, H. N. & ÇİLDİR, M. (2017). "AB Yenilenebilir Enerji Politikalarinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi", Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, ICMEB17 Özel Sayısı: 201-212.

BOZOKLU, S. & YILANCI, V. & GORUS, M. S. (2020). "Persistence in Per Capita Energy Consumption: A Fractional Integration Approach with A Fourier Function", Energy Economics, 91: 1-12.

CHRISTOPOULOS, D. K. & LEON-LEDESMA, M. A. (2011). "International Output Convergence, Breaks, and Asymmetric Adjustment", Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics, 15(3): 1-30.

ÇAĞLAYAN AKAY, E. & ABDİEVA, R. & OSKONBAEVA, Z. (2015). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği", International Conference on Eurasian Economies, 9-11 Eylül 2015, Kazan-Rusya, 628-636.

ÇINAR, S. & YILMAZER, M. (2015). "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 30(1): 55-78.

DURĞUN, B. & DURĞUN, F. (2018). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasinda Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği", International Review of Economics and Management, 6(1): 1-27.

ENDERS, W. & LEE, J. (2012). "The Flexible Fourier Form and Dickey-Fuller Type Unit Root Tests", Economics Letters, 117(1): 196-199.

ERDOĞAN, S. & DÜCAN, E. & ŞENTÜRK, M. & ŞENTÜRK, A. (2018). "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular", Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2): 233-246.

ILKAY, S. C. & YILANCI, V. & ULUCAK, R. & JONES, K. (2021). "Technology Spillovers and Sustainable Environment: Evidence from Time-Series Analyses with Fourier Extension", Journal of Environmental Management, 294: 1-11.

INGLESI-LOTZ, R. (2016). "The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application", Energy Economics 53: 58-63.

MEYER, N. L. (2004). "Renewable energy policy in Denmark", Energy for Sustainable Development, 8: 25-35.

NAİMOĞLU, M. (2021). "Fourier Yaklaşımıyla Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji Kayıplarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Almanya Örneği", Journal of Economics and Research, 2(1): 59-68.

OMRI, A. (2014). "An International Literature Survey on Energy-Economic Growth Nexus: Evidence from Country-Specific Studies", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38: 951-959.

ÖZŞAHİN, Ş. & MUCUK, M. & GERÇEKER, M. (2016). "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi", Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 4(4): 111-130.

PAO, H. T. & FU, H. C. (2013). "Renewable Energy, Non-renewable Energy and Economic Growth in Brazil", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25: 381-392.

PAYNE, J. E. (2009). "On the Dynamics of Energy Consumption and Output in the US", Applied Energy, 86(4): 575-577.

PINSON, P. & MITRIDATI, L. & ORDOUDIS, C. (2017). "Towards Fully Renewable Energy Systems: Experience and Trends in Denmark", CSEE J. Power Energy Syst., 3: 26-35.

RAHMAN, M. M. & VELAYUTHAM, E. (2020). "Renewable and Non-renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus: New Evidence from South Asia", Renewable Energy, 147: 399-408.

WORLDBANK (2022). "World Bank Open Data", https://data.worldbank.org/, 26.05.2022.