

Research Article/Araştırma Makalesi

Avrupa Yenilenebilir Enerji Stoklarının Volatilite Karakteri: ERIX Endeksi Üzerine Bir Araştırma

The Volatility Character of European Renewable Energy Stocks: A Study on the ERIX Index

Şahnaz KOÇOĞLU¹

Öz

Yenilenebilir enerji iklim değişikliği ile mücadele ve enerji güvenliğini sağlamak için stratejik öneme sahip bir sektördür. Avrupa 2020'li yıllara gelindiğinde toplam enerji tüketiminin %20'sinden fazlasını yenilenebilir enerjiden sağlamaktadır ve Avrupa Birliği'nin nihai amacı tam olarak fosil yakıtlardan arınmaktır. Bu amaç doğrultusunda yenilenebilir enerji firmaları kilit rol oynamaktadır ve yenilenebilir enerji şirketlerinin finansal performansı mutlaka iyi anlaşılmalıdır. Bu çalışmanın amacı da Avrupa yenilenebilir enerji şirketlerinin hisse senedi performansının volatilite karakterini ortaya koymaktır. Avrupa yenilenebilir enerji şirketlerini analiz etmek amacıyla en büyük yenilenebilir enerji firmalarından oluşan ERIX (European Renewable Energy Index) kullanılmıştır. Endeksin volatilite karakterini incelemek için GARCH (1,1), TGARCH ve EGARCH modelleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Avrupa yenilenebilir enerji şirketlerinin finansal performansını tahmin etmede geçmiş verilerin kullanılabileceği bulunmuştur. GARCH(1,1) modeli sonucunda bugün meydana gelen şokların gelecek dönem varyans tahminlerinde uzun süre etkili olduğu sonucuna varılmıştır. TAGRCH modeli ERIX endeksi üstünde kötü haberlerin oynaklık etkisinin daha fazla, iyi haberlerin ise daha az olduğunu göstermiştir. EGARCH modeli de iyi haberle ile kötü haberlerin yol açtığı şokların asimetrik olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bu çalışma yenilenebilir enerji endeksine finansal bir veri olarak yaklaşan ve volatilite analizini yapan ilk çalışmadır.

Jel Kodları: F37, F4, C58

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Hisse Senedi Piyasası, ERIX, GARCH Modelleri

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, sahnaz.kocoglu@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2061-1242



Koçoğlu, Ő. (2024). Avrupa Yenilenebilir Enerji Stoklarının Volatilite Karakteri: ERIX Endeksi Üzerine Bir Araştırma. *Fiscaeconomia*, 8(1), 75-92. Doi: 10.25295/fsecon.1362815

Abstract

Renewable energy is a key sector in combating climate change and ensuring energy security. By the 2020s, more than 20% of the total energy consumption is from renewable sources and the European Union plans to phase out fossil-based energy production completely. For this purpose, renewable energy companies play a key role and the financial performance of renewable energies must be well understood. The aim of this study is to reveal the volatile character of the functioning of renewable energy companies in the European Union. ERIX (European Renewable Energy Index), which consists of the largest renewable energy companies, was used to analyze renewable energy in Europe. GARCH (1,1), TGARCH, and EGARCH models were used to examine the volatile character of the index. As a result of the study, it has been found that historical data can be used to predict the financial performance of European renewable energy companies. As a result of the GARCH(1,1) model, It was concluded that shocks occurring today have a long-term impact on future variance estimates. TGARCH model reveals that bad news has a greater volatility effect on the ERIX index and good news has less impact. The EGARCH model also shows that the shocks caused by good news and bad news are asymmetric. This study was the first to approach the renewable energy index as financial data and perform volatility analysis.

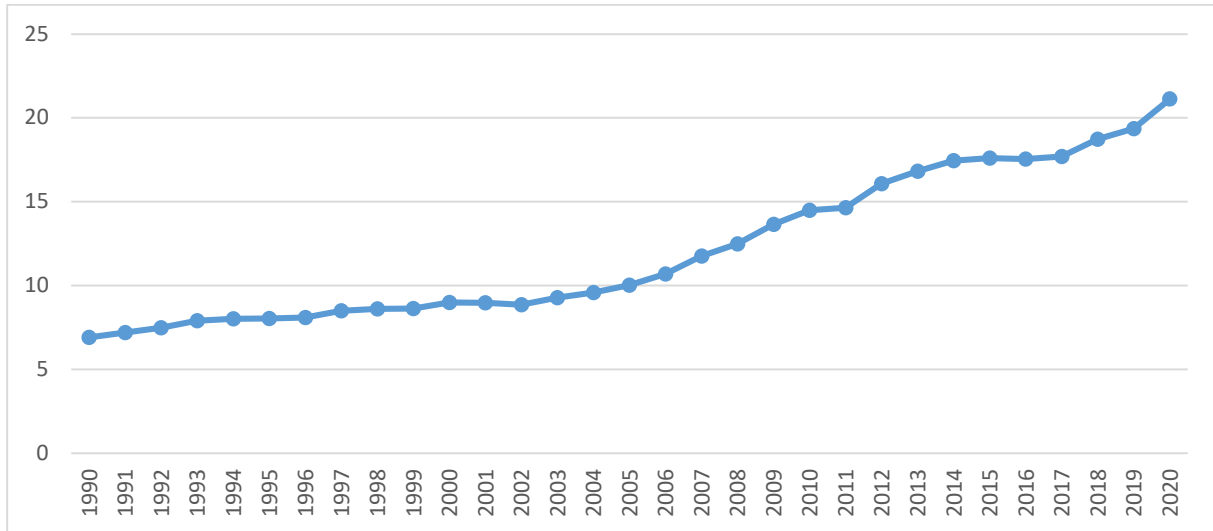
Jel Codes: F37, F4, C58

Keywords: Renewable Energy, Stock Market, ERIX, GARCH Models

1. Giriş

İklim değişikliğinin kendini iyiden iyiye hissettirmeye başladığı günümüzde en çok konuşulan konulardan birisi yenilenebilir enerji ve yenilenebilir enerjiye geçişin önemidir. Yenilenebilir enerji Birleşmiş Milletler (2023) tarafından “tüketildiğinden daha yüksek oranda yenilenebilir doğal kaynaklardan elde edilen enerji” olarak tarif edilmektedir. Birleşmiş Milletler yenilenebilir enerjiye örnek olarak en popüler olan güneş enerjisinden ve rüzgâr gücünden faydalanılarak üretilen enerjileri örnek olarak vermiştir ve yenilenebilir enerjinin çok fazla ve her yerde olduğuna dikkat çekmiştir. Ancak durum bundan daha karışıktır. Yenilenebilir enerji sistemleri hala oldukça maliyetli ve daha dar alanda üretim yapabilen sistemlerdir. Yenilenebilir enerjinin en büyük dezavantajları: yenilenebilir enerji hava koşullarına bağlıdır; etkinliği hala düşük seviyededir; kurulum aşaması hala çok maliyetlidir; ve kurulum için çok büyük miktarda araziye ihtiyaç vardır (Greenmatch, 2023). Tüm dezavantajlarına rağmen mutlaka geçişin devam etmesi ve hızla fosil yakıtlardan uzaklaşılması gerekmektedir. Rusya ile Ukrayna arasındaki savaşta Avrupa Birliği yenilenebilir enerjinin ne derece önemli olduğunu ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın küresel ısınmanın bir nedeni olmasından öte bir milli güvenlik sorunu olduğunu görmüştür. Tüm bu nedenlerden ötürü Avrupa hala yenilenebilir enerji üretiminde ve yenilenebilir enerjiye geçiş için farkındalık düzeyinde dünyada en iyi konumdadır.

Figür 1: 1990-2020 Yılları Arasında Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Kullanımının Toplam Kullanıma Oranı



Kaynak: Dünya Bankası

Grifik 1’de Avrupa Birliği yenilenebilir enerji kullanımının toplam kullanıma oranı yıllar içinde paylaşılmıştır ve Avrupa’nın bu konuda ne kadar başarılı olduğu gözlemlenmektedir. 1990’lı yıllarda yüzde 10’un altında kalan yenilenebilir enerji tüketimi seviyesi 2020’li yıllarda yüzde 20 seviyesinin üstüne çıkmıştır. Ancak bu hala yeterli değildir. Küresel ısınmayla savaşta ve Avrupa’nın enerji güvenliğini sağlamada kilit rol oynayan bu sektör yukarıda bahsedilen dezavantajlarından dolayı ciddi anlamda desteğe ihtiyaç duymaktadır. Bu desteklerden bir tanesi finansal destektir ve yenilenebilir enerji sektörünün yatırımcılar tarafından tercih edilen ve desteklenen bir sektör olmasının sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle çok iyi anlaşılmalı

ve yatırımcılar tarafından cazip bulunan bir sektör haline gelmesi istenmektedir. Bu da ancak yenilenebilir enerji şirketleri üstünde çalışmalar yapılması ve piyasadaki belirsizliği giderme ile sağlanabilir. Bu çalışma da bunu amaçlamakta, yenilenebilir enerji şirketleri ile alakalı yeni bir bakış açısı ile analiz yapmaktadır. Çalışmada yenilenebilir enerji hisse senetlerinin Avrupa'daki performansını incelemek amacı ile ERIX (European Renewable Energy Index) endeksi kullanılmıştır.

Figür 2: Avrupa Yenilenebilir Enerji Endeksi (ERIX) 2003-2023 Dönemindeki Performansı



Kaynak: Datastream

Grafik 2'de ERIX endeksi 2003 ile 2023 yılları arasındaki performansı paylaşılmıştır. Endeks 2004 yılında 400 seviyelerindeyken 2021 yılına gelindiğinde 3000 seviyelerine kadar çıkmıştır. Zaman dilimi incelendiğinde en büyük kayıp 2008 Global Finansal Krizi döneminde olmuştur. Bu dönemden önce Liu & Hamori (2020) tarafından da belirtildiği üzere yenilenebilir enerji sektörü çok popüler olmuş ve tüm dünyada ciddi değer kazanmıştır. Ancak 2008 krizinin etkisini uzun süre üstünden atamamış ve kendisini toparlaması uzun yıllar almıştır. 2021 yılı ile birlikte oldukça oynak bir dönem başlamıştır. Bunun bir nedeni pandeminin bitmesi ile dünyada tüm borsaların toparlanma sürecine girmiş olması ve daha sonra çıkan Ukrayna savaşıdır. Ukrayna savaşı her ne kadar Avrupa'da resesyon beklentilerine yol açmış ve borsalar ciddi değer kaybetmiş olsa da savaşta yeniden gündeme gelen ve önemi anlaşılan yenilenebilir enerji sektörü kazandırmıştır (Mohammed vd., 2023).

Yenilenebilir enerji sektörü özellikle Avrupa'da çok önemli ve iyi anlaşılması gereken bir sektördür. Bu çalışmanın amacı da ERIX endeksi ile Avrupa yenilenebilir enerji sektörünü analiz etmektir. Literatür incelendiğinde, yenilenebilir enerji sektörü endekslerinin fosil yakıtlarla olan ilişkisi, ekonomik büyüme ile olan bağı, emisyon ticaret sistemleri ile ilişkisi birçok çalışmaya konu olmuştur (Henriques & Sadorsky, 2008; Maghyreh vd., 2019; Ferrer vd., 2018; Bondia vd., 2016; Reboredo, 2015; Tiwari vd., 2022; Kumar vd., 2012; Qiu vd., 2023; Dutta vd., 2018). Ancak finansal bir bakış açısı ile yenilenebilir enerji endeksini finansal bir zaman serisi olarak ele alan çalışma yoktur. Finansal varlıkların en önemli özelliklerinden birisi oynaklıklarını

ve getirilerini en çok etkileyen faktörlerden birisinin serisinin geğmiş zaman performansı olmasıdır. Bu çalışmada da ERIX endeksinin geğmiş performansı ile gelecek performansı arasında ilişki GARCH modelleri yolu ile analiz edilmiş, endeks bir finansal varlık olarak ele alınmıştır. Bu açıdan literatürdeki ilk çalışmadır. Makalede öncelikle literatür taraması ele alınmış, daha sonra veriler ile metodoloji açıklanmış, analiz sonuçları sunulmuş ve son olarak sonuç bölümü paylaşılmıştır.

2. Literatür Taraması

Yenilenebilir enerji şirketleri literatürde birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmaların büyük kısmı petrol fiyatları, teknoloji hisseleri ile yenilenebilir enerji hisseleri arasındaki ilişkiye odaklanmıştır (Henriques & Sadorsky, 2008; Maghyreh vd., 2019; Ferrer vd., 2018; Bondia vd., 2016; Reboredo, 2015). Ayrıca yenilenebilir enerji firmalarının hisse senedi performansının fosil yakıtlarla ilişkisi karbon piyasası çerçevesinde de incelenmiştir (Tiwari vd., 2022; Kumar vd., 2012; Qiu vd., 2023; Dutta vd., 2018) Bu çalışmalarda farklı zaman dilimlerinde farklı metodolojiler ile analizler yapılmıştır. Genel olarak literatürde konsensus olan ilişki artan petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji hisselerini olumlu etkilediği yönündedir. Bunun nedeni yatırımcıların artan petrol fiyatları karşısında yenilenebilir enerjiyi ikame olarak görmeleri ve risk yönetiminde portföylerini bu pozitif ilişki yönünde yaratmalarındır. Yenilenebilir enerjiyi şirketlerinin finansal performansını olumlu etkileyen bir faktör de teknoloji şirketlerinin olumlu hisse senedi performansı olarak gösterilmiştir. Yenilenebilir enerji üretimi maalesef hala pahalı, üretiminde ve stoklanmasında hala teknolojik yeniliklere muhtaç ve gelişmeye açık bir sektördür. Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine kıyasla en büyük zaafı hala yenilenebilir enerji üretiminin daha yüksek maliyetli olmasıdır. Bu nedenle teknolojik gelişmeler, yeşil bir ekonomi için yapılan yenilikler bu yenilenebilir enerji şirketlerini de olumlu etkilemektedir. Xi vd. (2022) petrol ve yenilenebilir enerji piyasası arasındaki ilişkiyi bir kez daha incelemişlerdir ve aşırı şokların rolüne bakmışlardır. alışmalarında yenilenebilir enerji hisseleri ile petrol fiyatlarındaki şokların arasında hem uzun vadede hem de kısa vadede nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Ayrıca normal şoklarda bu ilişkinin gözlemlenemediği ve yalnızca aşırı şoklarda ilişkinin görüldüğü bulunmuştur. Sonuç olarak literatürde petrol ile yenilenebilir enerji hisseleri arasındaki ilişki oldukça derinlemesine incelenmiş ve genelde benzer sonuçlar ortaya konmuştur. Bu çalışmanın literatür taramasında bu nedenle daha farklı bakış açıları ile ilişkiyi inceleyen çalışmalara yer verilmiş, hisse sene piyasasının gelişmişliği gibi farklı faktörlere bakan çalışmalara odaklanılmıştır.

Kazemilari vd. (2017) yaptıkları çalışmada minimal yayılan ağaç yaklaşımını kullanarak 70 yenilenebilir enerji şirketi hisse senedini incelemişlerdir. General Cable Corporation, First Solar ve Trina Solar bu 70 adet hisse senedinden oluşan sistem içinde en önemli şirketler olarak ön plana çıkmıştır. Bu şirketlerin borsa performansı özellikle yenilenebilir enerji hisselerine yatırım yapacak yatırımcılar için çok büyük önem arz etmektedir. Paramati vd. (2017) yılında yaptıkları çalışmada hisse senedi piyasası büyümesi, yenilenebilir enerji kullanımı ve karbon dioksit salınımı arasındaki ilişkiyi G20 ülkeleri için analiz etmişlerdir. Bu çalışmanın önemi şudur: karbon salınımını azaltmak için ekonomik büyümeden vazgeçmek tüm ülkeler için çok önemli bir ikilem olmaktadır. Bir yandan çevreyi korumak bir yandan ekonomik büyümeden

taviz vermemek en büyük hedefdir. Çalışma kapsamında da gelişmekte olan en büyük 20 ülke analize tabi tutulmuştur. Paramati vd. (2017) de gelişmekte olan ülkelerdeki enerji tüketiminin %70 oranında fosil yakıtlara dayandığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda emisyon miktarı ile hisse senedi piyasası kapitalizasyonu, doğrudan yabancı yatırım ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun vadeli ilişki bulunmuşlardır. Yenilenebilir enerjinin karbon salınımını bu 20 ülkede azalttığını bulmuşlardır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin milli hasılaya etkisinin gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere oranla daha güçlü olduğunu bulmuşlardır. Song vd. (2019) bağlantılılık ağı yaklaşımı ile fosil enerji pazarı, yatırımcı hassasiyeti ve yenilenebilir enerji ile yenilenebilir enerji hisse senetleri arasında bir sistem kurmuşlardır. Hem getiri hem de oynaklık sistemi içinde yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlar içinde en çok petrolden etkilendiğini bulmuşlardır. Bu durum yukarıda açıklandığı üzere literatürde birçok kez kanıtlanmıştır. İlginç bir sonuç olarak statik analizde ise yatırımcı hassasiyetinin yenilenebilir enerji pazarı üstünde oldukça zayıf bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Ancak etkinin kısa vadede gözlemlenebileceğini bulmuşlardır.

Razmi vd. (2020) ARDL modeli ile İran'da yenilenebilir enerji ile hisse senedi piyasası değeri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1990 ile 2014 yılları arasında incelemişlerdir. Hisse senedi piyasası değerinin yenilenebilir enerji tüketimi üstünde kısa vadeli ilişkisi bulunamamış olsa da arada uzun vadede pozitif bir ilişki bulunmuşlardır. Ekonomik büyüme ise hem uzun vadede hem de kısa vadede yenilenebilir enerji tüketimi üstünde etkisi var olarak bulunmuştur. Çalışmada kısa vadede borsa ile ilişkinin bulunamama nedeni kısa vadede yatırımcıların daha çok arbitraja odaklanması olarak açıklanabilir. Zeqiraj vd. (2020) çalışmalarında hisse senedi piyasasının gelişmişliği ve düşük karbon ekonomisi arasındaki ilişkiyi yenilik ve yenilenebilir enerji kapsamında değerlendirmişlerdir. Hisse senedi piyasasındaki gelişimin düşük karbon ekonomiyeye geçişte yenilenebilir enerji yolu ile etki ettiği bulunmuştur. Jiang vd. (2021) çalışmalarında nedensellik bakış açısı ile yenilenebilir enerji hisselerinin fosil enerji piyasasına (petrol, kömür ve gaz) etkisini Nicelik Üzerine Kantil yaklaşımı ve Niceliklerdeki Nedensellik yaklaşımı ile incelemişlerdir. Yenilenebilir enerji hisselerinin fosil yakıt piyasasına olumlu etki ettiğini bulmuşlardır. Özellikle aradaki ilişki petrol ve kömür piyasasının ayı ve boğa piyasası durumunda olduğunda güçlenmektedir. Fakat aynı şekilde doğal gazla güçlü bir ilişki bulunamamışlardır. Nedensellik açısından baktıklarında yenilenebilir enerji hisselerinden fosil enerji piyasalarına doğru nedensellik konusunda güçlü bir ilişki ortalama nedensellik konusunda ise nispeten zayıf kanıtlar bulmuşlardır. Xia vd. (2019) çalışmalarında enerji piyasasındaki fiyatların asimetric ve aşırı durumunun yenilenebilir enerji hisseleri üstündeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yenilenebilir enerji ile fosil yakıt piyasası arasında rekabetçi bir ilişki bulunmuştur. Çalışmanın en enteresan sonucu ise yenilenebilir enerji alanında gelişme kaydedilmesi küresel enerji tüketiminin modelini değiştirebilir ve de enerji dengesini ve piyasa fiyat seviyesini etkileyebilir olarak bulunmasıdır. Yenilenebilir enerjinin hangi faktörlerden etkilendiğine bakan çalışmalara ek olarak bu çalışmada asıl yenilenebilir enerjinin fosil yakıt piyasasını değiştirebildiği bulunmuştur. Yang vd. (2021) Çin için çok ölçekli dinamik risk yayılımı modeli ile jeopolitik risk ile yenilenebilir enerji piyasası arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Sonuç olarak jeopolitik riskin yenilenebilir enerji hisselerini etkilediği bulunmuştur. Ayrıca risk yayılmalarında asimetri bulunmuşlardır. Liu vd. (2021) korona pandemisi döneminde yenilenebilir enerji hisselerinin performansını ABD, Avrupa ve dünya için incelemişlerdir. Ekonomik belirsizliğin yenilenebilir enerji hisse senedi oynaklığı üstünde

ciddi bir etkisi olduğunu bulmuşlardır. Wei vd. (2022) El Nino'nun yenilenebilir enerji hisse senetleri üstündeki etkisini nedensellik bakış açısıyla incelemişlerdir. Çalışma sonucunda El Nino aşırı hava olayları durumunun Avrupa yenilenebilir enerji endeksi olan ERIX üstünde etkisi olduğunu bulmuşlardır. ERIX endeksi düşüş durumunda ENSO şoklarına yükseliş durumuna göre daha duyarlıdır olarak sonuca varmışlardır. La Nina ve El Nino, ERIX endeksi boğa durumuna geçtiğinde hisse senedi getirilerinin hızlanmasına daha fazla katkıda bulunurken, ayı piyasası durumunda hisse senedi getirilerinin daha da azalmasına neden olur olarak sonuca varmışlardır. Mohammed vd. (2023) Ukrayna savaşının yenilenebilir enerji firmalarına etkisini 3 Ağustos 2021 ile 30 Mart 2022 tarihleri arasında incelemişlerdir. Çalışmada vaka analizi kullanılmış ve yenilenebilir enerji firmalarının getirilerinde anormallik analiz edilmiştir. Sonuçta yenilenebilir enerji firmalarının Ukrayna savaşından olumlu etkilendiği ve pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı getiri sağladığı tespit edilmiştir.

Liu & Hamori (2020) Almanya'daki yenilenebilir enerji hisselerini inceledikleri çalışmada, piyasada oluşan balonu analiz etmişlerdir. Yazarlar Almanya'daki yenilenebilir enerji sektörünün önemine vurgu yapmışlardır ve özellikle Fukuşima nükleer kazasından sonra Almanya'nın nükleer enerjiden yenilenebilir enerjiye geçiş sürecine odaklanmışlardır. 2004-2007 yılları arasında çok yüksek getiri sağladıklarını normalin üstünde performans sergilediklerini ortaya koymuşlardır. Fakat 2008 krizinden sonra tüm bu anormal getirinin eridiğini ve sektördeki kaybın daha sonra telafi edilemediğini belirtmişlerdir. Liu & Hamori (2020) tarafından yapılan çalışma özellikle bu çalışma için önem arz etmektedir. Her ne kadar literatürde yenilenebilir enerji hisselerini etkileyen faktörler çokça incelenmiş olsa da endeksin kendi performansı büyük önem arz etmektedir. Yatırımcılar endekste ki yükselişten dolayı daha fazla yenilenebilir şirketlere yatırım yapmakta, bu sektördeki oynaklığı arttırmaktadır. Kısacası endeksin kendisi endeksin en önemli belirleyicisi olmaktadır. Bu çalışmanın amacı da literatürdeki bu eksikliği GARCH modelleri kullanarak doldurmaktır.

3. Veri ve Metodoloji

3.1. Veri

Çalışma kapsamında Avrupa'daki yenilenebilir enerji firmalarının hisse senedi oynaklığını değerlendirmek amacıyla Avrupa'nın en önemli yenilenebilir enerji endeksi olan ERIX endeksi kullanılmıştır. ERIX endeksi verileri Bloomberg veri tabanından elde edilmiştir. ERIX endeksi için zaman aralığı 23 Eylül 2003 ile 1 Ağustos 2023 tarihleri arası belirlenmiştir. Analiz kapsamında getirilerin oynaklığı değerlendirildiği için ERIX endeksi günlük yüzde getirileri kullanılmıştır.

3.2. Birim Kök Testi

Öncelikle GARCH analizlerinin daha doğru sonuçlar vermesi için durağanlık analizi yapılmıştır. ERIX endeksi bir finansal veri olarak uzun dönemde durağan olmadığından ERIX endeksinin günlük yüzdesel değişimleri kullanılmıştır. Öncelikle Augmented Dickey-Fuller (Dickey & Fuller, 1979) testi ve Phillips & Perron (1988) trend ve trend, kesişme ile birim kök testleri uygulanmış ve yüzde değişim üzerinde birim kök olup olmadığı test edilmiştir.

3.3. GARCH Modelleri

Temeli Engle'in (1982) ARCH modeli (Oto regresif koşullu değişen varyans) olan GARCH (Genelleştirilmiş Oto regresif Koşullu Değişen Varyans) modeli ilk olarak Bollerslev (2008) tarafından geliştirilmiştir. GARCH(1,1) modeli aşağıda paylaşılmıştır.

$$h_t = \delta + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2$$

Yukarıdaki denkleme göre t zamanındaki durumsal varyansı, gecikmeli hata teriminin karesi olan ve u_{t-1}^2 olarak sembolize edilen geçmiş şoklara ve h_{t-1} olarak sembolize edilen geçmiş verilere dayalı olarak açıklanmaktadır. GARCH (1,1) modeli bize gecikmeli şokları (u_{t-1}^2) ve sistem içindeki momentumun (h_{t-1}) oynaklığı nasıl etkilediğini ortaya koyar. Modelde oynaklığın kümelenmesi mevcuttur ve ampirik bulgular kısmında paylaşılan grafik ile bu özellik ortaya konacaktır. Ayrıca GARCH modelinde oynaklığın ortalamaya dönme yani şoklar geçtikten sonra dingin seviyeye gelme özelliği mevcuttur. Modelin istikrarlı olarak uygulanması için GARCH (1,1) modelinde aşağıdaki şartlar yerine getirilmelidir.

$$\theta_1 \text{ ve } b_1 > 0$$

$$\theta_1 + b_1 < 1$$

İkinci olarak TGARCH yani eşik GARCH modeli uygulanmıştır. Bu modelin standart GARCH modeline göre üstünlükleri vardır. Analiz edilen finansal veride olaylar ya da endeksi ilgilendiren haberlerin farklı etkileri mevcuttur. Yenilenebilir enerji endeksi kapsamında örnek vermek gerekirse tüm borsayı kötü etkileyecek olan düşük büyüme beklentileri endeks üstünde olumsuz etki yapacaktır. Bunun yanında Avrupa Birliği Komisyonun yenilenebilir enerji şirketlerine vereceği sübvansiyon haberi endeks üstünde olumlu etki gösterecektir. Standart GARCH modeli tüm şoklara aynı muameleyi yapar ve haberleri olumlu veya olumsuz olarak ayırt etmez. TGARCH modeli ise şokların asimetric etkilerini ortaya koymak açısından önemlidir. Zakoian (1994) ve Glosten, Jaganathan & Runkle (1993) tarafından geliştirilen eşik GARCH modeli endeks üstündeki haberlerin asimetric etkilerini ortaya koymak için uygulanmıştır. Geliştirdikleri modele göre iyi haberler endeksi etkilediğinde oynaklık azalır ve tersi durumda kötü haberler endeksi etkilediğinde oynaklığın arttığı gözlenmektedir. GARCH modeli geliştirilerek kötü ve iyi şokların asimetric etkisi ortaya konmaktadır. TGARCH (1,1) modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$h_t = \delta + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2 + y_1 u_{t-1}^2 D_{t-1}$$

Yukarıdaki denklemde D kukla değişken olarak bulunmaktadır. Endekse etki eden haber kötü olduğunda 1, iyi olduğunda 0 değerini almaktadır. Y değeri istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğunda sistem içerisinde asimetri var demektir. Y değeri 0 olduğunda ise sistem içerisinde asimetri mevcut değildir anlamına gelmektedir.

Üçüncü olarak EGARCH modeli uygulanmıştır. Üstel GARCH yani EGARCH modeli de TGARCH modeli gibi asimetriye bakmaktadır. E-GARCH (p,q) modelinin formülü aşağıda paylaşılmıştır.

$$\text{Log}(h_t) = \delta + \sum_{i=1}^q n_i \left| \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \sum_{i=1}^q \mu_i \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{k=1}^p \theta_k \log(h_{t-k})$$

Yukarıdaki denklemde μ_i sıfır olması durumunda sistemde asimetri mevcut değildir anlamına gelmektedir. Sistemde $\mu_i < 0$ olması durumunda kötü haberler iyi haberlere göre daha fazla oynaklığa neden olmaktadır.

4. Ampirik Bulgular

Tablo 1’de öncelikle ERIX endeksi getirilerinin tanımlayıcı istatistikleri paylaşılmıştır.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

Ortalama	0,000484
Medyan	0,000941
Maksimum	0,157063
Minimum	-0,1392
Standart Sapma	0,018411
Çarpıklık	-0,20543
Basıklık	9,676232
Jarque-Bera	9524,214
Toplam	2,47083
Gözlemler	5109

Tablo 2’de Genişletilmiş Dickey-Fuller (Dickey & Fuller, 1979) testi ve Phillips & Perron (1988) birim kök testi sonuçları paylaşılmıştır. Sonuçlara göre Genişletilmiş Dickey-Fuller testi hem trend modeli için hem de tren ve kesişim modeli için ERIX endeksi günlük getiri verilerinin seviyede birim kökü olmadığı bulunmuştur. Phillips ve Perron testi için de hem trend modelinde hem trend ve kesişim modelinde ERIX endeksi günlük getiri veri serisi seviyede durağan bulunmuştur.

Tablo 2: Birim Kök Testi sonuçları

	Genişletilmiş Dickey-Fuller Trend Modeli	Genişletilmiş Dickey-Fuller Trend ve kesişim Modeli	Phillips ve Perron Trend Modeli	Phillips ve Perron Trend ve kesişim Modeli
ERIX t istatistiği	-67,89783*** (0,0001)	-67,89146*** (0,0000)	-67,81413*** (0,0001)	-67,80748*** (0,0000)

Not: () MacKinnon (1996) tek taraflı p değeri, *, **, *** %10, %5 ve %1 istatistiksel anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

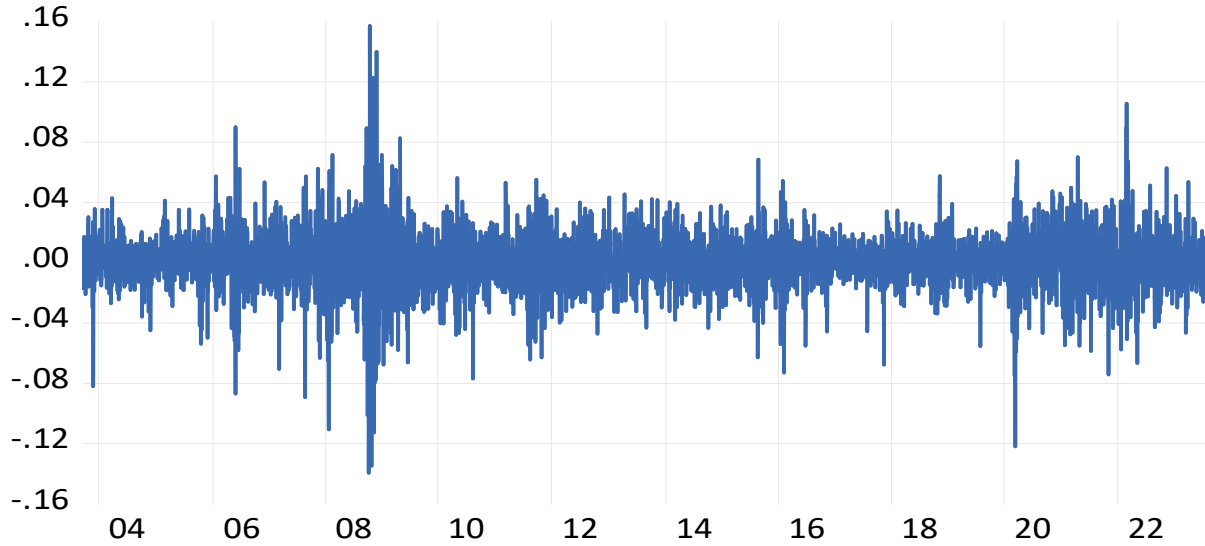
GARCH (1,1) analizine geçilmeden önce öncelikle seride ARCH faktörünün varlığı test edilmiştir. Sonuçlar Tablo 3’te paylaşılmıştır. Analiz sonuçları içinde önem arz eden sabitinin ve ERIX(-1) değerinin istatistiksel anlamlılığı değildir. ARCH Heteroskedastisite analizi incelendiğinde, ERIX endeksi ve geçmiş ERIX(-1) olarak temsil edilen değerleri için yapılan regresyon analizinde ARCH faktörü tespit edilmekte ve denkleme ARCH faktörü eklemek gerekmektedir.

Tablo 3: Minimum Kareler Regresyon Sonuçları

	Katsayılar
C	0,000459* [1,781405] (0,0749)
ERIX(-1)	0,051038*** [3,651784] (0,0003)
ARCH Heteroskedastisite Testi F istatistiği	47,42291*** (0,0000)

Not: [] t istatistiği, () olasılıklar, *, **, *** %10, %5 ve %1 istatistiksel anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

Figür 3: ERIX Endeksi Günlük Getiri Sersinin Grafikselle Gösterimi



Bir başka bakılması gereken unsur ERIX endeksi getirilerinin görsel olarak volatilitesidir. Grafik 3'te ERIX endeksi günlük getirilerinin grafiği paylaşılmıştır. Öncelikle 2008 krizi döneminde volatilitte çok artmış yüksek getirileri yüksek getiriler, düşük getirileri yine düşük getiriler takip etmiştir. Grafikte 2008 döneminde yoğunluk gözlemlenmektedir. Yine 2021-2022 döneminde volatilitede bir yoğunluk gözlemlenmiştir. Bu dönemde pandemi sonrası ekonomik toparlanma beklenirken, Avrupa'da bir enflasyon baskısı ve ardından da Ukrayna savaşı tekrar kriz beklentileri oluşturmuştur. Bu dönemde yine ERIX endeksi volatilitesi incelendiğinde yüksek getirilerin ardından yüksek getiriler ve düşük getirilerin üstüne düşük getiriler gözlemlenmiştir. Kısacası oynaklık kümelenmesi görsel olarak kanıtlanmaktadır. Hem ARCH testi hem de grafiksel analiz, ERIX endeksinde GARCH faktörünün beklendiğini göstermektedir.

Tablo 4: GARCH Modelleri

	<i>GARCH(1,1)</i>	<i>T-GARCH</i>	<i>EGARCH</i>
<i>Ortalama denklemi</i>			
<i>c</i>	0,000916*** [4,473591] (0,00)	0,000713*** [3,433711] (0,00)	0,000639*** [3,257022] (0,00)
<i>Erix(-1)</i>	0,044661*** [2,904631] (0,00)	0,047471*** [3,112940] (0,00)	0,050923*** [3,580691] (0,00)
<i>Varyans Denklemi</i>			
<i>c</i>	7,40E-06*** [8,770475] (0,00)	9,05E-06*** [9,551526] (0,00)	-0,381193*** [-13,34753] (0,00)
<i>ARCH</i>	0,096889*** [16,43023] (0,00)	0,061411*** [8,939038] (0,00)	0,186383*** [19,19188] (0,00)
<i>TGARCH</i>		0,075801*** [7,275539] (0,00)	
<i>EGARCH</i>			-0,049526*** [-7,651794] (0,00)
<i>GARCH(-1)</i>	0,880494*** [122,1802] (0,00)	0,871189*** [111,7344] (0,00)	0,970998*** [327,5998] (0,00)

Not: [] z istatistiği, () olasılıklar, *, **, *** %10, %5 ve %1 istatistiksel anlamlılık seviyelerini temsil etmektedir.

GARCH modelleri sonuçları Tablo 4'te paylaşılmıştır. İlk olarak GARCH (1,1) modeli test edilmiştir. Ortalama denklemi sonuçları incelendiğinde Erix(-1) istatistiksel olarak anlamlıdır. Bunun anlamı endeksin geçmiş değerleri gelecek değerleri tahmin etmede anlamlı sonuçlar vermektedir ve ayrıca oldukça yüksek bir tahmin etme gücüne sahiptir. Varyans denklemi incelendiğinde hem ARCH hem GARCH katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu iki katsayının toplamı varsayımların gerektirdiği gibi 1'in altındadır. Bu durum varyans denkleminin istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar verdiğinin ve modelin istikrarlı olduğunu göstermektedir. ERIX endeksi getirilerinde zaman içerisinde değişen durumsal oynaklık mevcuttur. Ayrıca endeksteki şoklar kalıcı etki yapmaktadır. Bugün meydana gelen şoklar gelecek dönem varyans tahminlerinde uzun süre etkili olmaktadır.

İkinci olarak TGARCH modeli uygulanmıştır. GARCH modelinde iyi haberler ile kötü haberlere aynı şekilde davranılmakta ve şoklar toptan ele alınmaktadır. ERIX endeksi üstünde iyi haberlerle kötü haberlerin farklı etkisini ortaya koymak amacıyla uygulanan TGARCH modeli sonucunda TGARCH katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ERIX endeksi üstünde kötü haberlerin oynaklık etkisi daha fazla, yenilenebilir enerji sektörüne verilecek sübvansiyon gibi iyi haberlerin oynaklık üstünde etkisi daha azdır. İyi haberlerle kötü haberler arasındaki fark ise asimetri katsayısı olan 0,076 kadardır.

Üçüncü model EGARCH modeli kullanılmıştır. Ortalama denkleminde ERIX(-1) terimi istatistiksel olarak yüksek anlamlılığa sahiptir. Bunun anlamı endeksin geçmiş değerleri gelecek değerleri tahmin etmede anlamlı sonuçlar vermektedir. Varyans denkleminde EGARCH terimi negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sonuç olarak kötü haberlerin güzel haberlere oranla ERIX endeksi oynaklığı üstünde daha yüksek etkiye sahiptir.

Son olarak GARCH modelleri için tanı testleri yapılmıştır. ARCH heteroskedastisite testi sonuçları paylaşılmıştır ve incelenen modellerde heteroskedastisite olmadığı sonucuna varılmıştır. 3 model de eş varyanslılık testini geçmiştir.

Tablo 5: ARCH Heteroskedastisite Testi

	GARCH(1,1)	T-GARCH	E-GARCH
ARCH Test heteroskedastisite	0,992760	0,924700	0,943527
F istatistiği	(0,4812)	(0,5981)	(0,5656)

5. Sonuç

Küresel ısınma, enerji de hala fosil yakıtlara bağımlı olma, fosil yakıtların kaynağının büyük ölçüde Rusya olması gibi faktörler bir araya geldiğinde yenilenebilir enerji Avrupa için çok önemli hale gelmektedir. Literatür incelendiğinde çalışmaların büyük kısmı WilderHill Clean Energy endeksini incelenmiş ve global düzeyde yenilenebilir enerji hisseleri analiz edilmiştir. Çalışmaların odak noktası ise yenilenebilir enerji hisseleri ile fosil yakıtlar arasındaki ilişkidir (Henriques & Sadorsky, 2008; Maghyreh vd., 2019; Ferrer vd., 2018; Bondia vd., 2016; Reboredo, 2015). Analizler sonuçları yenilenebilir enerji hisse senedi performansını fosil yakıtların özellikle petrolün olumlu etkilediği yönündedir. Ayrıca bu çalışmalarda yenilenebilir enerji hisselerinin teknoloji hisseleri ile sıkı bir bağı olduğu ortaya konmuştur. Bunun nedeni ise yenilenebilir enerji üretiminin hala gelişmekte olan bir sektör olması ve en büyük dezavantajı olan yüksek maliyetli üretimi düzelterek tek şeyin daha yeni teknolojilerle üretim olmasıdır. Bunu yanı sıra, hisse enedi piyasasının gelişmişliği, ekonomik kalkınma ve Ukrayna savaşının etkisi gibi birçok faktörle yenilenebilir enerji firmalarının ilişkisi incelenmiştir. Ancak finansal bir bakış açısı ile, Avrupa'daki yenilenebilir enerji firmalarının performansı değerlendirilmemiştir. Finansal verilerin en önemli özelliklerinden birisi volatilitesinin yüksek olması ve gelecek dönem volatilite ve gelirini tahmin ederken en önemli faktörlerden birisinin finansal varlığın geçmiş volatilitesi olmasıdır. Bu çalışma Avrupa'daki yenilenebilir enerji hisselerini inceleyen ender çalışmalardan birisidir ve ayrıca finansal bir varlık olarak karakteristiğinin incelendiği ilk çalışmadır. Avrupa'daki yenilenebilir enerji hisselerinin performansını değerlendirmek amacı ile en yaygın ve en geniş kullanımlı olan ERIX endeksi seçilmiştir. Volatilite karakteristiğini incelemek amacı ile de GARCH modellerinden faydalanılmıştır.

İlk olarak GARCH (1,1) modeli uygulanmıştır ve sonuçta ERIX endeksi geçmiş performansının gelecek performansını tahmin etmede güçlü bir rolü olduğu bulunmuştur. Ayrıca varyans denkleminde bugün gerçekleşen şokların gelecek dönemde birçok periyotta ERIX endeksi varyansını tahmin etmede güçlü olduğu bulunmuştur. TGARCH modeli sonucunda sisteme giren kötü haberlerin oynaklık üstünde iyi haberlere oranla daha güçlü olduğu görülmüştür. Yenilenebilir enerji hisselerini etkileyecek olan petrol fiyatlarındaki aşırı bir düşüş



Koçoğlu, Ő. (2024). Avrupa Yenilenebilir Enerji Stoklarının Volatilite Karakteri: ERIX Endeksi Üzerine Bir Araştırma. *Fiscaeconomia*, 8(1), 75-92. Doi: 10.25295/fsecon.1362815

gibi olumsuz bir haber, ERIX endeksi olumsuz tepki vermektedir ve Çok kalıcıdır. EGARCH modeli sonucunda da benzer bir bulgu elde edilmiştir. Kötü haberlerin ERIX endeksi üstündeki etkisi iyi haberlere oranla daha güçlü olarak bulunmuştur.

Bu çalışma ERIX endeksini finansal bir varlık olarak ele alan ilk çalışma olması açısından önem arz etmektedir. İleriki çalışmalarda daha gelişmiş volatilite analizleri ile bir kez daha incelenmelidir. Ayrıca ERIX endeksi üstünde etkiye sahip olabilecek finansal faktörlerin uzun vadede incelenmesi gerekmektedir. Mohammed vd. (2023) Ukrayna savaşının Avrupa'daki yenilenebilir enerji hisse senetlerinin getirilerini olumlu etkilediğini bulmuşlardır. Ukrayna savaşı hala devam etmektedir ve Avrupa üstündeki enerji baskısı hala yoğun seviyededir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda ERIX endeksi uzun vadeli volatilite analizi mutlaka yapılmalı ve Ukrayna savaşının neleri değiştirdiği ortaya konmalıdır.

Kaynaka

- Bollerslev, T. (2008). Glossary to ARCH (GARCH). *CREATES Research Paper*, 49.
- Bondia, R., Ghosh, S. & Kanjilal, K. (2016). International Crude Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy and Technology Companies: Evidence from Non-Linear Cointegration Tests with Unknown Structural Breaks. *Energy*, 101, 558-565.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Dutta, A., Bouri, E. & Noor, M. H. (2018). Return and Volatility Linkages Between CO2 Emission and Clean Energy Stock Prices. *Energy*, 164, 803-810.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- Ferrer, R., Shahzad, S. J. H., López, R. & Jareño, F. (2018). Time and Frequency Dynamics of Connectedness Between Renewable Energy Stocks and Crude Oil Prices. *Energy Economics*, 76, 1-20.
- Glosten, L., Jaganathan, R. & Runkle, D. (1993). Relations Between the Expected Nominal Stock Excess Return, the Volatility of the Nominal Excess Return and the Interest Rate. *Journal of Finance*, 48(5), 1779-1801.
- Greenmatch. (2023). *What Are the Advantages and Disadvantages of Renewable Energy?*. <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2021/09/advantages-and-disadvantages-of-renewable-energy>
- Henriques, I. & Sadorsky, P. (2008). Oil Prices and the Stock Prices of Alternative Energy Companies. *Energy Economics*, 30(3), 998-1010.
- Jiang, Y., Wang, J., Lie, J. & Mo, B. (2021). Dynamic Dependence Nexus and Causality of the Renewable Energy Stock Markets on the Fossil Energy Markets. *Energy*, 233, 121191.



Koçoğlu, Ş. (2024). Avrupa Yenilenebilir Enerji Stoklarının Volatilite Karakteri: ERIX Endeksi Üzerine Bir Araştırma. *Fiscoeconomia*, 8(1), 75-92. Doi: 10.25295/fsecon.1362815

- Kazemilari, M., Mardani, A., Streimikiene, D. & Zavadskas, E. K. (2017). An Overview of Renewable Energy Companies in Stock Exchange: Evidence from Minimal Spanning Tree Approach. *Renewable Energy*, 102, 107-117.
- Kumar, S., Managi, S. & Matsuda, A. (2012). Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: A Vector Autoregressive Analysis. *Energy Economics*, 34(1), 215-226.
- Liu, T. & Hamori, S. (2020). Spillovers to Renewable Energy Stocks in the US and Europe: Are They Different?. *Energies*, 13(12), 3162.
- Liu, T., Nakajima, T. & Hamori, S. (2021). The Impact of Economic Uncertainty Caused by COVID-19 on Renewable Energy Stocks. *Empirical Economics*, 1-21.
- MacKinnon, J. G. (1996). Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests. *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 601-618.
- Maghyereh, A. I., Awartani, B. & Abdoh, H. (2019). The Co-Movement Between Oil and Clean Energy Stocks: A Wavelet-Based Analysis of Horizon Associations. *Energy*, 169, 895-913.
- Mohammed, K. S., Usman, M., Ahmad, P. & Bulgamaa, U. (2023). Do All Renewable Energy Stocks React to the War in Ukraine? Russo-Ukrainian Conflict Perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(13), 36782-36793.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 347-370.
- Paramati, S. R., Mo, D. & Gupta, R. (2017). The Effects of Stock Market Growth and Renewable Energy Use on CO2 Emissions: Evidence from G20 Countries. *Energy Economics*, 66, 360-371.
- Phillips, P. C. & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346,
- Qiu, L., Chu, L., Zhou, R., Xu, H. & Yuan, S. (2023). How Do Carbon, Stock, and Renewable Energy Markets Interact: Evidence from Europe. *Journal of Cleaner Production*, 407, 137106.
- Razmi, S. F., Bajgiran, B. R., Behname, M., Salari, T. E. & Razmi, S. M. J. (2020). The Relationship of Renewable Energy Consumption to Stock Market Development and Economic Growth in Iran. *Renewable Energy*, 145, 2019-2024.
- Reboredo, J. C. (2015). Is There Dependence and Systemic Risk Between Oil and Renewable Energy Stock Prices?. *Energy Economics*, 48, 32-45.
- Song, Y., Ji, Q., Du, Y. J., & Geng, J. B. (2019). The Dynamic Dependence of Fossil Energy, Investor Sentiment and Renewable Energy Stock Markets. *Energy Economics*, 84, 104564.
- Tiwari, A. K., Abakah, E. J. A., Gabauer, D. & Dwumfour, R. A. (2022). Dynamic Spillover Effects Among Green Bond, Renewable Energy Stocks and Carbon Markets During COVID-19

Koçoğlu, Ő. (2024). Avrupa Yenilenebilir Enerji Stoklarının Volatilite Karakteri: ERIX Endeksi Üzerine Bir Araştırma. *Fiscaeconomia*, 8(1), 75-92. Doi: 10.25295/fsecon.1362815

Pandemic: Implications for Hedging and Investments Strategies. *Global Finance Journal*, 51, 100692.

United Nations Climate Action. (2023). *What is Renewable Energy?*. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Renewable%20energy%20is%20energy%20derived,plentiful%20and%20all%20around%20us>

Wei, Y., Zhang, J., Chen, Y. & Wang, Y. (2022). The Impacts of El Niño-Southern Oscillation on Renewable Energy Stock Markets: Evidence from Quantile Perspective. *Energy*, 260, 124949.

Xi, Y., Zeng, Q., Lu, X. & Huynh, T. L. (2022). Oil and Renewable Energy Stock Markets: Unique Role of Extreme Shocks. *Energy Economics*, 109, 105995.

Xia, T., Ji, Q., Zhang, D. & Han, J. (2019). Asymmetric and Extreme Influence of Energy Price Changes on Renewable Energy Stock Performance. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118338.

Yang, K., Wei, Y., Li, S. & He, J. (2021). Geopolitical Risk and Renewable Energy Stock Markets: An Insight from Multiscale Dynamic Risk Spillover. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123429.

Zakoian, J. M. (1994). Threshold Heteroskedastic Models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18(5), 931-955.

Zeqiraj, V., Sohag, K. & Soytaş, U. (2020). Stock Market Development and Low-Carbon Economy: The Role of Innovation and Renewable Energy. *Energy Economics*, 91, 104908.

Etik Beyanı: Bu alışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Fiscaeconomia Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk alışmanın yazarına aittir.

Ethical Approval: The author declares that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Fiscaeconomia has no responsibility, and all responsibility belongs to the study's author.



The Volatility Character of European Renewable Energy Stocks: A Study on the ERIX Index

Şahnaz Koçoğlu

Extended Abstract

Climate change makes itself felt by every individual on earth and one of the solutions to tackle global warming is renewable energy and the transition to renewable energy. Renewable energy is defined by the United Nations (2023) as "energy obtained from natural resources that are renewed at a higher rate than they are consumed." The United Nations gives solar energy and wind power as examples of renewable energy and the UN pointed out that renewable energy is abundant and everywhere. Nevertheless, the situation is more complicated than that. Renewable energy systems are still quite costly and can be produced on a small scale compared to fossil fuel-based energy systems. The biggest disadvantages of renewable energy: renewable energy depends on weather conditions; its effectiveness is still low; the installation phase is still very costly; and a huge amount of land is needed for installation (Greenmatch, 2023). Despite all its disadvantages, the transition must continue and the world must quickly move away from fossil fuels. During the war between Russia and Ukraine, the European Union realized how important renewable energy is and that dependence on fossil fuels is a national security problem in addition to being a cause of global warming. For all these reasons, Europe is still in the best position in the world in renewable energy production and awareness level for the transition to renewable energy is very high compared to the rest of the world.

The renewable energy sector, which plays a key role in combating global warming and ensuring Europe's energy security, needs serious support due to the disadvantages mentioned above. One of these supports is financial support, and it is necessary to ensure that the renewable energy sector is a sector preferred and supported by investors. For this reason, it must be understood very well, and it is desired that the sector is attractive to investors. This goal can only be achieved by working with renewable energy companies and eliminating the uncertainty in the market. This study aims to achieve this and analyzes renewable energy companies from a new perspective. In the study, the ERIX (European Renewable Energy Index) index was used to examine the performance of renewable energy stocks in Europe.

The renewable energy sector is a very important sector, especially in Europe, and needs to be well understood. The aim of this study is to analyze the European renewable energy sector by using the ERIX index. When the literature is examined, the relationship of renewable energy sector indices with fossil fuels, its relationship with economic growth, and its relationship with emission trading systems have been the subject of many studies. However, from a financial perspective, there is no study that considers the renewable energy index as a financial time series. One of the most essential features of financial assets is that one of the factors that most affects their volatility and returns is the past performance of the series. In this study, the relationship between the past performance and future performance of the ERIX index was analyzed through GARCH models, and the index was considered a financial asset. In this respect, it is the first study in the literature.

Renewable energy companies have been the subject of many studies in the literature. Most of these studies focused on the relationship between oil prices, technology stocks and

renewable energy stocks (Henriques & Sadorsky, 2008; Maghyreh et al., 2019; Ferrer et al., 2018; Bondia et al., 2016; Reboredo, 2015). In addition, the relationship between the stock performance of renewable energy companies and fossil fuels was also examined within the framework of the carbon market (Tiwari et al., 2022; Kumar et al., 2012; Qiu et al., 2023; Dutta et al., 2018). These studies conducted analyses with different methodologies in different time periods. In general, the consensus in the literature is that rising oil prices positively affect renewable energy stocks. The reason for this is that investors see renewable energy as a substitute in the face of increasing oil prices and create their portfolios in line with this positive relationship in risk management. Another factor that positively affects the financial performance of renewable energy companies is the positive stock performance of technology companies. Unfortunately, renewable energy production, is still very costly, needs technological innovations in its production and storage, and open to development. The biggest weakness compared to energy production based on fossil fuels is that renewable energy production is still more exorbitant for the companies. Therefore, technological developments and innovations for a green economy also positively affect these renewable energy companies.

In their study of renewable energy stocks in Germany, Liu & Hamori (2020) analyzed the bubble that occurred in the market. They emphasized the importance of the renewable energy sector in Germany and especially focused on Germany's transition from nuclear energy to renewable energy after the Fukushima nuclear accident. They revealed that renewable energy stocks provided very high returns and performed above normal between 2004 and 2007. However, they stated that after the 2008 crisis, all these abnormal returns disappeared and the loss in the sector could not be compensated later. The study by Liu & Hamori (2020) is especially significant for this study. Although the factors affecting renewable energy stocks have been extensively examined in the literature, the performance of the index itself is of great importance. The index itself is the most important determinant of the index. The aim of this study is to fill this gap in the literature by using GARCH models. This study is one of the rare studies examining renewable energy stocks in Europe and is also the first study to examine renewable energy stocks' characteristics as a financial asset. The ERIX index, which is the most common and widely used index, was chosen to evaluate the performance of renewable energy stocks in Europe. GARCH models were used to examine the volatility characteristic.

First, the GARCH (1,1) model was tested. When the results of the mean equation are examined, ERIX (-1) is statistically significant. This data means that past values of the index provide meaningful results in predicting future values and have a very high predictive power. When the variance equation is examined, both ARCH and GARCH coefficients are positive and statistically significant. The sum of these two coefficients is below one, as the assumptions require. This factor shows that the variance equation gives statistically significant results and that the model is stable. There is conditional volatility in ERIX index returns that changes over time. In addition, shocks in the index have a permanent effect. Shocks occurring today have a long-term impact on future variance estimates.

Secondly, the TGARCH model was applied. In the GARCH model, good news and bad news are treated the same and shocks are handled all together. As a result of the TGARCH model



Koçoğlu, Ő. (2024). Avrupa Yenilenebilir Enerji Stoklarının Volatilite Karakteri: ERIX Endeksi Üzerine Bir Araştırma. *Fiscoeconomia*, 8(1), 75-92. Doi: 10.25295/fsecon.1362815

applied to reveal the different effects of good news and bad news on the ERIX index, the TGARCH coefficient was found to be positive and statistically significant. As a result, bad news has a greater impact on volatility on the ERIX index, and good news, such as a subsidy to the renewable energy sector, has less impact on volatility. The difference between good news and bad news is the asymmetry coefficient of 0.076.

The third model, the EGARCH model, was used. The term ERIX(-1) in the mean equation has high statistical significance. It means that past values of the index provide meaningful results in predicting future values. The EGARCH term in the variance equation was found to be negative and statistically significant. As a result, bad news has a higher impact on ERIX index volatility than good news. Finally, diagnostic tests were conducted for GARCH models. ARCH heteroscedasticity test reveals that there was no heteroscedasticity in the models examined. All three models passed the homoscedasticity test.

This study is important as it is the first to consider the ERIX index as a financial asset. It should be examined once again with more advanced volatility analyses in future studies. Additionally, financial factors that may have an impact on the ERIX index need to be examined in the long term. Mohammed et al. (2023) found that the Ukraine war positively affected the returns of renewable energy stocks in Europe. The Ukrainian war is still ongoing and the energy pressure on Europe is still intense. For this reason, a long-term volatility analysis of the ERIX index should be made in future studies and what the Ukraine war changed should be revealed.