



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş: 03.04.2024 ✓Accepted/Kabul: 02.08.2024

DOI:10.30794/pausbed.1464428

Research Article/Araştırma Makalesi

Doğru, E. (2024). "Fosil Enerji, Temiz Enerji ve BIST Elektrik Endeksi Arasında Oynaklık Etkileşimi: Asimetrik BEKK-GARCH Modelinden Kanıtlar", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 64, ss. 141-157.

## FOSİL ENERJİ, TEMİZ ENERJİ VE BIST ELEKTRİK ENDEKSİ ARASINDA OYNAKLIK ETKİLEŞİMİ: ASİMETRİK BEKK-GARCH MODELİNDEN KANITLAR

Ercüment DOĞRU\*

### Öz

Fosil enerji kaynaklarının kolay ulaşılabilir ve depolanabilir olmasına rağmen sürdürülebilirlik ve sera gazı emisyonlarında artışa sebep olması gibi olumsuzluklar nedeniyle küresel enerji talebindeki artışın karşılanması amacıyla alternatif ve temiz enerji kaynaklarına olan ilgi artmıştır. Kaynağı ne olursa olsun enerji fiyatlarındaki dalgalanma farklı aktarım mekanizmaları ile finansal piyasaları etkilemektedir. Bu çalışmada fosil enerji fiyatları ve temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları ile BIST 100 ve BIST elektrik endeksleri arasındaki asimetrik ilişkinin ve oynaklık etkileşiminin asimetrik BEKK-GARCH modeli ile araştırılması amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre doğal gaz fiyatından BIST 100 endeksine doğru tek yönlü, ERIX endeksi ile BIST 100 endeksi arasında ise karşılıklı oynaklık yayılımı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca SPGCE, ECO ve NEX endeksleri ile BIST elektrik endeksi arasında karşılıklı şok yayılımı olduğu tespit edilmiştir. BIST elektrik endeksi ile ERIX ve NEX endeksleri arasında karşılıklı, ECO endeksinden BIST elektrik endeksine doğru tek yönlü oynaklık etkileşimi olduğu sonucuna varılmıştır. Petrol fiyatı ile kalorifer yakıtının ise BIST üzerinde etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Fosil enerji, Temiz enerji, Oynaklık, Asimetrik BEKK-GARCH.

## VOLATILITY INTERACTION BETWEEN FOSSIL ENERGY, CLEAN ENERGY AND THE BIST ELECTRICITY INDEX: EVIDENCE FROM THE ASYMMETRIC BEKK-GARCH MODEL

### Abstract

Although fossil energy sources are easily accessible and storable, their unsustainability and negative impacts such as increased greenhouse gas emissions have led to an increased interest in alternative and clean energy sources to meet the increase in global energy demand. Regardless of the source, fluctuations in energy prices affect financial markets through different transmission mechanisms. This study aims to investigate the asymmetric relationship and volatility interaction between fossil energy prices and the stock prices of clean energy companies and the BIST 100 and BIST electricity indices using the asymmetric BEKK-GARCH model. According to the results of the analysis, there is a unidirectional volatility spillover from the natural gas price to the BIST 100 index and a bidirectional volatility spillover between the ERIX index and the BIST 100 index. In addition, there is a bidirectional shock transmission between SPGCE, ECO and NEX indices and BIST electricity index. It is concluded that there is a bidirectional volatility interaction between BIST electricity index and ERIX and NEX indices and volatility interaction from ECO index to BIST electricity index. It is concluded that oil price and heating oil have no effect on BIST.

**Keywords:** Fossil energy, Clean energy, Volatility, Asymmetric BEKK-GARCH.

\*Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Ağlasun Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, BURDUR.  
e-posta: ercumentdogru@mehmetakif.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0003-2650-9326>)

## 1. Giriş

Enerji, ülke ekonomilerinin gelişmesi ve kalkınması için en temel unsurlardan birisidir. Enerjide dışa bağımlı olan ülkeler, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalardan cari açık ve üretim maliyetleri nedeniyle etkilenebilmektedir. Bu nedenle, enerji fiyatlarındaki oynaklık ve bu oynaklığın finansal piyasalar üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalar literatürde önemli bir konu haline gelmiştir. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının sayısı ve toplam enerji tüketimi içerisindeki payı hızlı bir şekilde artış göstermesine rağmen, fosil yakıtlar olarak adlandırılan petrol, doğal gaz ve kömür enerji ihtiyacının karşılanmasında hala önemli bir paya sahiptir.

En önemli enerji kaynaklarından olan fosil yakıtlar ulaşılabilir olması, kullanım kolaylığı, depolanabilirliği ve maliyet temelli rekabetçiliği gibi avantajları nedeniyle küresel enerji tüketiminde büyük bir paya sahiptir. Bu üç enerji kaynağı (petrol, doğal gaz ve kömür) kısmi olarak ikame olduğu ve talep koşullarından etkilendiği için ekonomi teorisi bunların fiyatlarının da birbirleriyle ve makroekonomik değişkenlerle ilişkili olması gerektiğini varsaymaktadır (Zolfaghari vd., 2020: 1).

Petrol fiyatlarındaki artış ülkelerin dış ticaret dengeleri üzerinde ciddi bir baskı yaratmakta, petrol ithal eden ülkelere petrol ihraç eden ülkelere doğru sermaye akışının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, petrol fiyat artışları işletmelerin üretim maliyetlerini artırmakta, maliyet artışına bağlı olarak fiyatlar genel düzeyindeki artış maliyet enflasyonunu ortaya çıkarmaktadır. Satın alma gücünün azalması ile toplam talep azalmakta ve yatırımlar olumsuz etkilenebilmektedir. Enflasyondaki artışa merkez bankaları tarafından faiz artışı ile müdahale edilmesi yatırımcıları tahvil ve bono gibi borçlanma senetlerine yönelteceğinden, hisse senetlerine olan talep azalacak ve hisse senedi fiyatları azalma eğilimine girecektir. Petrol fiyatlarının ekonomi üzerindeki belirtilen etkilerinin yanı sıra alternatif bir yatırım aracı olması nedeniyle de yatırımcılar tarafından yakından takip edilmektedir (Abdioğlu ve Değirmenci, 2014: 3).

Enerjiye olan küresel talebin gün geçtikçe istikrarlı bir şekilde artması, doğal kaynakların mevcudiyeti ve sürdürülebilirliği konusunda endişelere neden olmaktadır (Dai ve Xu, 2023: 1). Kesintisiz bir enerji kaynağının varlığı, günlük rutin işlerin sorunsuz bir şekilde, aksamadan yürütülmesi için zorunluluk haline gelmiştir. Ulusal düzeyde, enerji bir ulusun sosyo-ekonomik kalkınması için temel girdilerden birisi olduğu için önemi günden güne artmaktadır. Bununla birlikte artan sera gazı emisyonları, kaynakların tükenme durumu ve jeopolitik nedenlerden dolayı artan petrol fiyat volatilitesi alternatif enerji kaynağı arayışlarının da önemini artırmıştır (Bondia vd., 2016: 558). Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artmasıyla büyüme potansiyeline sahip olan yenilenebilir enerji şirketleri yatırımcılar için yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. Bu alandaki yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve kapasite artışı, maliyetlerdeki azalmaya bağlı olarak firmaların karlılıkları üzerinde etkili olabileceği gibi enerji maliyetlerinin daha istikrarlı hale gelmesine neden olarak fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmaların finansal piyasalar üzerindeki etkisini de minimize edecektir.

ABD'nin kaya gazı üretiminde gerçekleşen artış ve farklı ülkelerin de kaya gazı üretme potansiyeline sahip olması, gelişen teknoloji ile birlikte yenilenebilir ve temiz enerjiye olan talebin artması toplam enerji üretimi ve tüketimi içerisinde enerji kaynaklarının aldığı payların orta ve uzun vadede değişmesine neden olacaktır. Hisse senetleri, tahviller ve para birimleri gibi emtiaların da uluslararası çeşitlendirme için ek bir finansal araç haline gelmesinden bu yana enerji emtialarının dinamiklerinin ve istatistiksel özelliklerinin incelenmesi, finansal analiz için önemli bir parçası haline gelmiştir. Enerji emtiaları, farklı piyasaları ve bu piyasalarda faaliyet gösteren piyasa katılımcılarını etkiledikleri için ekonomik araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Vacha ve Barunik, 2012: 241). Türev ürünlerin fiyatlandırılması, portföy optimizasyonu, risk yönetimi ve korunma için finansal piyasaların ve finansal varlıkların korelasyon ve volatilité tahminlerine ihtiyaç bulunmaktadır (Sadorsky, 2012: 248).

Bununla birlikte, fosil yakıtların özellikle de petrolün bazı sektörlerde girdi olarak kullanılması ve elde edilen çıktının pazara ulaştırılması aşamasında nakliye ile ilgili giderler arasında en önemli maliyet unsuru olması ticari faaliyetleri ve şirket karlılığını etkilemektedir. Bu nedenle enerji fiyatlarında ortaya çıkan bir değişimin, hemen hemen tüm sektörleri etkilemesi nedeniyle ülke ekonomileri üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı ve net enerji ithalatçısı olması nedeniyle bu kaynaklar stratejik öneme sahiptir. Lojistik sektöründe, elektrik üretiminde, ısınmada yoğun kullanımının yanı sıra bazı ürünlerin üretiminde de hammadde olarak kullanılması ve ekonomik büyüme ile birlikte enerji kaynaklarına olan ihtiyacı daha da artırmaktadır. Bu nedenle enerji fiyatlarındaki dalgalanmanın ekonomik aktiviteyi ve finansal piyasaları nasıl etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Enerji fiyatlarındaki dalgalanmaların finansal piyasalar ile ilişkisinin tespitinin, risk algısındaki

değişim ve gelecekteki fiyat hareketleri ile ilgili bilgi sağlayarak yatırımcılar, analistler ve politika yapıcılar için önemli bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada hem fosil enerji fiyatlarının hem de temiz enerji şirketlerinin hisse senetlerini temsil eden bölgesel ve küresel temiz enerji endekslerinin BIST 100 endeksi ve BIST elektrik endeksi üzerindeki asimetrik etkisinin ve oynaklık yayılımının asimetrik BEKK-GARCH modeli ile incelenmesi amaçlanmaktadır. Ülkemizde enerji sektörünü temsil eden BIST elektrik endeksi, enerji fiyatlarındaki değişimleri izlemek için önemli bir göstere olması sebebiyle tercih edilmiştir. 01.01.2018 ile 31.12.2023 tarihleri arası dönemin incelendiği çalışmada, fosil enerji fiyatları için brent petrol, doğal gaz ve kalorifer yakıtı vadeli işlem fiyatları; temiz enerji şirketlerinin hisse senetlerini temsilen ise SPGCE (S&P Global Clean Energy Index), ECO (WilderHill Clean Energy Index), ERIX (European Renewable Energy Index) ve NEX (WilderHill New Energy Global Innovation Index) endeksleri kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde bu konuyla ilgili yapılmış literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntem hakkında bilgi verilmiş, dördüncü bölümde ise veri seti ve araştırmadan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son olarak, beşinci bölümde sonuçlar tartışılarak öneriler sunulmuştur.

## **2. Literatür**

Literatürdeki çalışmalar genellikle yenilenebilir enerji şirketlerinin hisse senetleri, alternatif enerji endeksleri, petrol fiyatındaki değişiklikler, farklı hisse senedi endeksleri ve karbon fiyatları arasındaki ilişkilere odaklanmış; değişkenler arasındaki ilişkilerin tespiti için nedensellik, eş bütünleşme, bağlantılılık analizi ve çok değişkenli GARCH modelleri gibi yöntemler kullanılmıştır.

Henriques ve Sadorsky (2008) petrol fiyatı, faiz oranı, yenilenebilir temiz enerji endeksi ve teknoloji endeksi arasındaki ampirik ilişkiyi analiz etmişler, teknoloji endeksi ve petrol fiyatlarının temiz enerji endeksinin Granger nedeni olduğunu, teknoloji endeksindeki şokun temiz enerji endeksi üzerinde petrol fiyatlarındaki şoktan daha büyük etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Sadorsky (2012) petrol fiyatları, temiz enerji şirketleri ve teknoloji şirketlerinin hisse senetleri arasındaki volatilité yayılmalarını analiz etmiş, temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarının teknoloji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarıyla petrol fiyatlarına göre daha yüksek korelasyon içerisinde olduğunu bulmuştur. Managi ve Okimoto (2013), petrol fiyatları ile temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi MS-VAR modelini kullanarak araştırdıkları çalışmalarında 2007 yılı sonlarında petrol fiyatlarında artışın yaşandığı dönemde yapısal bir değişikliğin olduğunu ve yapısal kırılma sonrasında petrol fiyatları ile temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları arasında pozitif bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

Kang vd. (2015) toplam talebe ve petrol piyasasına özgü talebe yönelik pozitif şokların hisse senedi getirilerinin kovaryansı ve oynaklıkları üzerine negatif, petrol arzındaki kesintilerin ise pozitif etkisinin olduğunu saptamışlardır. Khalfaoui vd. (2015) petrol piyasası ile G7 ülkelerinin hisse senedi piyasaları arasındaki volatilité yayılımını inceledikleri çalışmalarında piyasalar arasında oynaklık yayılmalarının olduğu ve ikili piyasa yapılarında korelasyonların zamanla değiştiği bulgusuna ulaşmışlardır. Bondia vd. (2016), enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarının petrol fiyatları ile olan ilişkisini rejim değişikliklerini de içeren eşikli eşbütünleşme ve nedensellik testleri ile incelemişler; kısa dönemde alternatif enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarının teknoloji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarından, petrol fiyatları ve faiz oranlarından etkilendiğini, ancak uzun dönemde aralarında bir nedensellik bulunmadığını tespit etmişlerdir. Reboredo vd. (2017) petrol fiyatları ile yenilenebilir enerji endeksleri arasındaki ortak hareketi ve nedenselliği inceledikleri çalışmalarında, kısa vadede petrol fiyatı ile yenilenebilir enerji endeks getirileri arasında bağımlılığın zayıf olduğuna, düşük frekanslarda değişkenler arasında tek yönlü ve çift yönlü doğrusal nedenselliğin bulunduğu ve farklı zaman dilimlerinde yenilenebilir enerji endekslerinden petrol fiyatlarına doğru doğrusal olmayan nedenselliğin varlığına dair kanıtlar elde etmişlerdir. Petrol fiyat şokları kalıcı olduğunda, bu şokların etkisi yenilenebilir enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarına aktarılmaktadır.

Kirkulak-Uludag ve Safarzadeh (2018) petrol fiyatlarından sektörel hisse senedi getirilerine doğru geçmiş şoklardan kaynaklı tek yönlü volatilité yayılımı olduğunu ve geçmiş petrol şoklarının sektör endekslerinin koşullu oynaklığı üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Reboredo ve Ugolini (2018), petrol ve elektrik fiyatlarının ABD ve AB'deki temiz enerji şirketlerinin hisse senedi getirilerini önemli ölçüde etkilediğini, diğer enerji fiyatlarının ise çok küçük etkisinin olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca, enerji fiyatlarının temiz enerji şirketlerinin hisse senedi getirileri üzerinde asimetrik etkisinin bulunduğunu; enerji fiyatlarındaki aşırı yukarı ve aşağı yönlü fiyat hareketlerinin temiz enerji şirketlerinin hisse senedi getirileri üzerinde de benzer etkilere sahip olduğunu

belirlemişlerdir. Ferrer vd. (2018) petrol fiyatı ile farklı endeksler arasındaki getiri ve volatilité bağlantılılığını inceledikleri çalışmalarında bağlantılılığın kısa vadede etkili olduğu, kısa ve uzun vadede yenilenebilir enerji şirketlerinin hisse senedi performanslarında petrol fiyatlarının önemli bir etkisinin olmadığı sonucunu elde etmişlerdir. Petrol fiyat getirileri ile petrol ve gaz, elektrik, kömür ve alternatif enerji sektöründe faaliyet gösteren toplam 120 ABD firmasının hisse senedi getirileri arasındaki bağlantıları analiz eden Ma vd. (2019), enerji sektörünün petrol fiyatı değişikliklerine öncülük ettiğini, petrol ve gaz endüstrisinin enerji sektöründeki diğer endüstri şirketlerini domine ederek etkilediğini ve enerji şirketlerinin hisse senedi getirilerinin petrol fiyatındaki değişikliklere tepki verdiğini bulmuşlardır. Kocaarslan ve Soytaş (2019) petrol fiyatları, faiz oranları, temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin hisse senedi fiyatları arasındaki asimetrik ilişkiyi incelemişler ve uzun vadede petrol fiyatlarındaki artışın temiz enerji şirketlerinin hisse senetleri üzerinde asimetrik etkisinin olduğunu bulmuşlardır. Sun vd. (2019) fosil enerji fiyatları, karbon vadeli işlem fiyatı ve yeni enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları arasındaki dinamik ilişkiyi incelemek için VAR modelini kullanmışlar, enerji şirketlerinin geçmiş hisse senedi fiyatlarının bugünkü hisse senedi fiyatları üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu ve fosil enerji fiyatlarının enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatındaki dalgalanmaların küçük bir kısmını açıkladığını belirlemişlerdir.

Petrol, doğalgaz ve hisse senedi fiyatları arasında uzun dönemli eşbütünlüşme olmadığını belirleyen Kumar vd. (2019), petrol ve doğalgazdan hisse senedi piyasalarına ve petrolden doğal gaza doğru volatilité yayılımının olduğuna dair kanıtlara ulaşmışlardır. Ashfaq vd. (2019) petrol fiyatları ile incelenen petrol ihracatçısı ve petrol ithalatçısı olan ülkelerin hisse senedi piyasaları arasında istatistiki olarak anlamlı korelasyon ilişkisi olduğunu ve petrol şokunun petrol ihracatçısı ülkeler üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğunu belirlemişlerdir. Nasreen vd. (2020) petrol fiyatları ile temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin hisse senedi getirileri arasında zaman ve frekans ölçeğinde zayıf bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Teknoloji şirketlerinin hisse senedi getirilerinden hem petrol fiyat getirilerine hem de temiz enerji şirketlerinin hisse senedi getirilerine doğru volatilité yayılımı aktarılmaktadır. Zhang vd. (2020), yapısal petrol fiyatı şoklarının temiz enerji şirketlerinin hisse senetleri üzerindeki etkisini incelemişler, uzun vadede petrol şoklarının asimetrik olduğunu, petrol arz şoklarının kısa ve uzun vadede temiz enerji şirketlerinin hisse senetleri üzerindeki etkisinin güçlü olduğunu saptamışlardır.

Niu (2021) vadeli ham petrol fiyatları, WilderHill Temiz Enerji Endeksi ve NYSE Arca Teknoloji Endeksi arasındaki zamanla değişen ilişkileri analiz ettiği çalışmasında, ikili piyasalar arasındaki korelasyonların uzun vadede kısa ve orta vadeye göre daha yüksek olduğu, Avrupa borç krizinden sonra yenilenebilir enerji endeksinin ham petrole olan bağımlılığının azaldığı ve negatif değişikliklerin bağlantılılık üzerindeki etkisinin pozitif değişikliklere göre daha fazla olduğu görülmüştür. He vd. (2021), petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların ABD ve AB temiz enerji hisse senedi endekslerini yüksek ve aşırı yüksek kantillerde olumlu etkilediğini ve petrol fiyatları ile ABD temiz enerji hisse senedi endeksleri arasında tüm kantillerde pozitif bağlantı tespit etmişlerdir. Tan vd. (2021) petrol ve temiz enerji hisse senetleri arasında zaman göre değişen ve asimetrik bir ilişki bulunduğunu, petrol piyasasının temiz enerji sektöründen net volatilité alıcısı olduğunu ve petrolün yenilenebilir enerji sektörü için risk unsuru olduğunu ortaya çıkarmıştır. Chun vd. (2022) ise kömür fiyatlarındaki aşırı artışların yenilenebilir enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları üzerinde negatif etkisinin olduğunu bulmuşlar, bu durumu kömür ve karbon fiyatları arasındaki negatif ilişki ve karbon fiyatları ile yenilenebilir enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları arasındaki pozitif ilişki ile açıklamışlardır.

Feng vd. (2023) fosil enerji fiyatları ile hisse senedi piyasaları arasında karşılıklı yayılım olduğunu, ancak hisse senedi piyasasından fosil enerji piyasasına doğru yayılımın daha güçlü olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, fosil enerji fiyat getirileri ile hisse senedi getirileri arasında yüksek ađ bağlantılılığı bulunmuştur. Si Mohammed vd. (2023) petrol fiyatları ile hisse senedi piyasaları arasında asimetrik bağlantı olduğunu, bu durumun portföy riskinden korunma stratejilerini etkilediğini ve genel olarak piyasa oynaklığının arttığı dönemlerde petrol fiyatlarının da istikrarsızlaştığını belirtmektedirler. Zhao vd. (2023) ham petrol piyasasından Çin hisse senedi piyasasının tüm sektör endekslerine pozitif risk yayılımının olduğunu, risk yayılımının en güçlü olduğu sektörün enerji en zayıf sektörün ise telekomünikasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Petrol piyasası risk altında olduğunda çeşitli sektörlerin getirilerinde kayıpların olma olasılığı artmaktadır. Jingjian vd. (2023) yatırımcı ilgisine odaklanarak, petrol fiyat şoklarının enerji şirketlerinin hisse senetleri üzerine asimetrik etkisini incelemişlerdir. Yatırımcı ilgisinin petrol fiyatlarının enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarını etkileme süreci üzerinde etkili olacağını, ancak bazı enerji şirketlerinin yatırımcı ilgisizliğinden dolayı bu şoklardan etkilenmeyeceğini belirtmişlerdir.

Yatırımcıların negatif petrol fiyat şoklarına karşı daha duyarlı oldukları için negatif petrol fiyat şoklarının enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları üzerindeki etki süresinin daha uzun olduğuna dikkat çekmişlerdir. Coskun vd. (2023) jeopolitik petrol fiyatı riski, temiz enerji hisse senetleri, küresel hisse senedi endeksleri ve emtia piyasaları arasındaki oynaklık bağlantılılığını araştırmışlar; jeopolitik petrol fiyatı riski ile küresel hisse senedi endekslerinin net volatilité yayıcısı olduğunu, değişkenler arasındaki oynaklık bağlantılılığının zamanla değiştiğini ve oynaklık bağlantılılığının kriz dönemlerinde yoğunlaştığını ortaya koymuşlardır.

Yang vd. (2024) GPR endeksi, fosil enerji fiyatları ve 16 ülkenin hizmet sektörü hisse senedi getirileri arasındaki dinamik bağlantılılığı araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgular GPR'nin kısa vadede hisse senedi getirilerini önemli ölçüde etkilediğini, ancak uzun süreli etkinin önemli olaylar sırasında gözlemlendiğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, kömür ve gaz fiyatlarına göre petrol fiyatlarının GPR şoklarından daha fazla etkilendiği ve enerji fiyatlarının GPR'nin hizmet sektörü hisse senedi getirilerini etkilediği bir aktarım kanalı olarak hareket ettiği sonucuna varmışlardır.

Literatürde enerji fiyatları ile BIST 100 endeksi ve BIST sektör endeksleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda mevcuttur. Kakilli Acaravcı ve Reyhanoğlu (2013) çalışmalarında petrol fiyatı, doğal gaz fiyatı ve İMKB 100 endeksi arasında uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olduğu, petrol fiyatlarında meydana gelen bir şokun İMKB 100 endeksini negatif yönde, doğal gaz fiyatlarında meydana gelen bir şokun ise endeksi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2016) petrol ve doğal gaz fiyatları ile bazı sanayi sektörü endeksleri arasında uzun dönemli ilişki olduğunu, ancak doğal gaz fiyatları ile sektör endeksleri arasında nedensellik ilişkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Sandal vd. (2017) petrol fiyatları ile BIST 100 endeksinin eş bütünleşik olmadıklarını ve aralarında nedensellik ilişkisi olmadığını belirlemiştir. Dursun ve Özcan (2019) ise enerji fiyatlarının OECD ülkelerinin hisse senedi piyasalarına etkisini analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda enerji fiyatları ile hisse senedi piyasalarının uzun dönemde eşbütünleşik olduklarını, hisse senedi piyasalarından petrol fiyatlarına ve doğal gaz fiyatlarından da hisse senedi piyasalarına doğru nedensellik ilişkisinin olduğuna dair bulgular elde etmişlerdir. Kırıcı Altınkeski ve Çevik (2019) petrol arz ve talep şokları ile toplam talep şoklarının BIST 100 endeks getirisini negatif yönde etkilediğini ve toplam talep şokuna karşı BIST 100 endeksinin vermiş olduğu tepkinin daha kalıcı olduğunu ortaya koymuşlardır. Doğal gaz fiyatları ile BIST sanayi endeksinde yer alan şirketlerin hisse senedi fiyatları arasında uzun dönemli ilişki olmadığını belirleyen Karakuş (2021), petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu ve petrol fiyatlarındaki artışın hisse senedi fiyatlarını da arttırdığı sonucunu elde etmiştir. Vural ve Yurt Azizoğlu (2021) petrol ve doğal gaz fiyatındaki değişimin BIST sanayi endeks getirisini açıklama gücünün olduğunu, doğal gaz fiyatındaki artışın BIST sanayi endeks getirisini azalttığını ve petrol fiyatı ile endeks getirisi arasında pozitif ilişki olduğunu saptamışlardır. Önem ve Yorgancı (2023), petrol ve doğal gaz fiyatları ile BIST 100 endeksi arasında nedensellik ilişkisi olmadığını sonucuna varmışlardır.

Literatürde enerji emtia fiyatları ile BIST elektrik endeksi arasındaki ilişkiyi inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Güler vd. (2010), petrol fiyatlarının İMKB elektrik endeksi ve endekste yer alan şirketlerin hisse senetleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri, petrol fiyatlarından İMKB elektrik endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve enerji hisselerinden oluşan bir portföy oluşturulması halinde dahi kazanç elde edilebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Abdioğlu ve Değirmenci (2014) petrol fiyatları ile BIST sektör endeksleri arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ve nedensellik ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında, petrol fiyatları ile BIST elektrik endeksi arasında uzun dönemde eş bütünleşme ilişkisi ve nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Gürlevik ve Gazel (2020), enerji fiyatları ile BIST elektrik endeksi arasındaki asimetrik ilişkileri incelemiş, gaz fiyatları ile BIST elektrik endeksi arasında uzun dönemli negatif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğunu, elektrik fiyatı ve petrol fiyatı ile BIST elektrik endeksi arasında ise uzun dönemli ilişkinin olmadığını bulmuşlardır. Enerji fiyatları ile BIST sektör endeksleri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını belirleyen Özer ve Aksoy (2021), ayrıca petrol ve doğal gazdan BIST elektrik endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu, ancak bu etkinin sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Gümüş ve Kurt Cihangir (2022) petrol ve kömür fiyatlarından BIST elektrik endeksi getirisine doğru oynaklık yayılımı olduğunu, ancak doğal gaz fiyatlarından BIST elektrik endeksine doğru oynaklık yayılımı ve nedensellik ilişkisinin bulunmadığını saptamışlardır. İsmayilov ve Kiren Gürler (2022) kredi temerrüt takası, petrol fiyatı ve döviz kurlarının BIST elektrik endeksine etkisini analiz ettikleri çalışmalarında; uzun dönemde petrol fiyatlarının BIST elektrik endeksini ters yönde etkilediğini, ancak kısa dönemde petrol fiyatı ile BIST elektrik endeksi arasında pozitif ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Literatür incelendiğinde çalışmaların büyük bir kısmında fosil enerji fiyatlarının hisse senedi piyasalarına etkisinin araştırıldığı görülmekle birlikte; temiz enerji ile fosil enerji ve temiz enerji ile hisse senedi piyasaları arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalarda bulunmaktadır. Ancak hem fosil enerji fiyatlarının hem de temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarının BIST 100 ve BIST elektrik endeksi üzerine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamış olup, bu yönüyle literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir.

### 3. Metodoloji

Tek değişkenli yapılarda volatilitenin modellenmesi için kullanılan Engle (1982)'in geliştirdiği Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli ile Bollerslev (1986)'ın geliştirdiği Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelinin birden fazla finansal varlığın volatilitenin modellenmesinde ve piyasalar arasındaki etkileşimin açıklanmasında yetersiz kalması nedeniyle birden fazla değişkenin volatilitelerini ve volatilitenin etkileşimini inceleyen çok değişkenli GARCH modelleri geliştirilmiştir. Tek değişkenli modellerde koşullu varyansların elde edilmesi yeterliyken, çok değişkenli modellerde koşullu varyanslarla birlikte değişkenlerin kovaryanslarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece analizde kullanılan değişkenlerin koşullu volatiliteleri tahmin edilirken, değişkeninin şimdiki volatilitesi üzerinde hem incelenen değişkeninin kendi gecikmeli şokları ile volatilitenin hem de diğer değişkenin gecikmeli şoklarının ve volatilitenin etkisi incelenebilmektedir (İmre, 2021: 4).

Bu çalışmada temel amaç olan fosil enerji ve temiz enerji hisse senedi fiyatları ile BIST 100 ve BIST elektrik endeksi arasındaki asimetrik oynaklık yayılımını incelemek amacıyla, Engle ve Kroner (1995) tarafından literatüre kazandırılan BEKK GARCH modeline oynaklığın asimetrik tepkisini ölçmek için asimetrik etkiyi dahil eden Kroner ve Ng (1998)'nin geliştirdiği asimetrik BEKK-GARCH modeli kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle analizde kullanılan değişkenlere ait getiri serileri elde edilerek ADF ve PP birim kök testleri ile yapısal kırılmaları dikkate alan Lee-Strazicich (2003) iki kırılmalı birim kök testi yapılmış, ardından asimetrik BEKK-GARCH modeli ile değişkenler arasındaki oynaklık yayılımı araştırılmıştır.

GARCH modeline koşullu varyans matrisi dinamiklerini dahil ederek genişleten BEKK-GARCH modeli, oynaklığın kalıcılığını tahmin etme ve şokların koşullu varyans matrisi üzerindeki etkisini ölçme imkanı sunmaktadır. Ayrıca, aşağıdaki şekilde ifade edilen varyans-kovaryans matrisinin pozitif spesifikasyonunu tanımlamaktadır (Huo ve Ahmed, 2017: 266; Su vd., 2023: 3):

$$H_{i,j,t} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \quad i, j = 1 \text{ veya } 2 \text{ için} \quad (1)$$

$A$  ve  $B$ ,  $N \times N$  boyutlu matrisi ve  $C$  ise üst üçgensel matrisi ifade etmek üzere iki değişkenli BEKK (1,1) modeli aşağıdaki denklem ile gösterilmektedir:

$$H_t = C' C + A' \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' A + B' H_{t-1} B \quad (2)$$

$$H_t = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}' H_{t-1} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Yukarıdaki denklemde  $a_{11}$ ,  $a_{22}$ ,  $b_{11}$  ve  $b_{22}$  parametreleri değişkenlerin kendi volatilitenin etkileri hakkında bilgi verirken,  $a_{12}$ ,  $a_{21}$ ,  $b_{12}$  ve  $b_{21}$  parametreleri ise çapraz piyasalar arası volatilitenin, yani yayılma etkilerini göstermektedir. Çok değişkenli GARCH modelinin parametreleri aşağıdaki denklemle ifade edilen "Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) algoritması" ile güçlendirilmiş "maksimum olabilirlik tahmin yaklaşımı" kullanılarak tahmin edilmektedir.

$$L(\theta) = -T \ln(2\pi) - 0.5 \sum_{t=1}^T \ln |H_t| - 0.5 \sum_{t=1}^T \varepsilon_t' H_t^{-1} \varepsilon_t \quad (4)$$

Bununla birlikte varyans nedenselliğinin tahmin edilmesi, iki değişkenin değişkenliğindeki nedensel bağlantıların gücünü ve önemini ölçmek için olabilirlik oranı istatistiklerini kullanmanın gerektirmektedir. Olabilirlik oranı istatistikleri ise aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\lambda = -2 (I_r - I_{ur}) \sim \chi^2 (n) \quad (5)$$

Eşitlikte,  $I_r$  ve  $I_{ur}$  kısıtlanmış ve kısıtlanmamış log-olabilirlik fonksiyonlarının değerlerini ifade ederken;  $\lambda$ , kısıtlanmış koşulların  $\chi^2$  sayısına eşit serbestlik derecesine sahip dağılımını göstermektedir.

Volatilitedeki asimetrik tepkiyi ölçmek için Kroner ve Ng (1998) asimetrik etkiyi BEKK GARCH modeline dahil ederek aşağıdaki denklemi elde etmişlerdir:

$$H_t = C'C + A' \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} A + B' H_{t-1} B + D' \eta_{t-1} \eta'_{t-1} D \quad (6)$$

$$H_t = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}' H_{t-1} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{bmatrix}' \eta_{t-1} \eta'_{t-1} \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\eta_{t-1} = \begin{bmatrix} \max(0, -\varepsilon_{1,t-1}) \\ \max(0, -\varepsilon_{2,t-1}) \end{bmatrix} \quad (8)$$

Yukarıdaki varyans denkleminde  $C$ ,  $A$ ,  $B$  ve  $D$  olmak üzere dört tip parametre bulunmaktadır.  $C$  parametresi koşullu varyans ve kovaryans denklemlerindeki sabit terimleri göstermektedir.  $A$  katsayısı haber etkisi olarak da bilinen, farklı piyasalardaki geçmiş getiri şoklarından kaynaklanan getiri yayılımlarını ölçmektedir.  $B$  parametresi, geçmiş volatilité şokları nedeniyle volatilitenin kalıcılığını ölçmektedir.  $D$  parametresi ise, geçmişteki negatif getiri şoklarının sonraki oynaklık üzerinde pozitif olanlardan daha büyük bir etkiye sahip olup olmadığını gösteren asimetrik etkiyi belirtmektedir.

$D$  matrisi, zamanla değişen varyans-kovaryansın asimetrik özelliğini ortaya koymaktadır.  $D$ 'deki herhangi bir katsayı pozitif ve anlamlı ise normal bir asimetrik etki vardır. Dolayısıyla kötü bir haber iyi bir habere göre piyasada daha büyük bir oynaklığa neden olmaktadır.

#### 4. Veri Seti ve Araştırma Bulguları

01.01.2018 ile 31.12.2023 tarihleri arası günlük verilerin kullanıldığı çalışmada, fosil enerji fiyatları ve temiz (yenilenebilir) enerji hisse senedi fiyatları ile BIST 100 ve BIST elektrik endeksleri arasındaki oynaklık aktarımı iki değişkenli asimetrik BEKK-GARCH modeli ile araştırılmıştır. ABD-Çin ticaret savaşları (2018), COVID-19 pandemisi (2020), FED'in yaptığı faiz oranı artışları ve Rusya-Ukrayna savaşı (2022) gibi finansal piyasaları etkileyen olayları kapsadığı için belirtilen tarih aralığı seçilmiştir. Fosil enerji olarak Brent petrol, doğalgaz ve kalorifer yakıtı vadeli işlem fiyatları; temiz enerji hisse senedi fiyatlarını temsilen ise SPGCE (S&P Global Clean Energy Index), ECO (WilderHill Clean Energy Index), ERIX (European Renewable Energy Index) ve NEX (WilderHill New Energy Global Innovation Index) endeksleri kullanılmıştır. Öncelikle değişkenler ile BIST 100 endeksi arasındaki oynaklık aktarımı incelenmiş, ülkemizde borsaya kote enerji şirketlerinin BIST elektrik endeksinde yer alması sebebi ile de BIST elektrik endeksi özelinde oynaklık aktarımı ayrıca analiz edilmiştir. Tablo 1'de analizde kullanılan değişkenler ve kısaltmaları ile veri setinin elde edildiği kaynaklar gösterilmiştir.

**Tablo 1. Analizde Kullanılan Değişkenler**

Değişken Adı	Kısaltması	Kaynak
BIST 100 Endeksi	XU100	www.investing.com
BIST Elektrik Endeksi	XELKT	www.investing.com
Brent Petrol	Brent	www.investing.com
Doğalgaz	Doğalgaz	www.investing.com
Kalorifer Yakıtı	Kalorifer Yakıtı	www.investing.com
S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi	SPGCE	www.spglobal.com
WilderHill Temiz Enerji Endeksi	ECO	www.wildershires.com www.marketwatch.com
Avrupa Yenilenebilir Enerji Endeksi	ERIX	www.investing.com
WilderHill Yeni Enerji Küresel İnovasyon Endeksi	NEX	www.investing.com

Uluslararası petrol ticaretinin yarından fazlası Brent petrol ile gerçekleştiği için küresel petrol fiyatlandırma sistemi içerisinde kilit bir rol oynamaktadır. Bu nedenle Brent petrol fiyatı doğrudan ya da dolaylı olarak referans olarak kullanılmaktadır (Cheng vd., 2019: 661). Bu nedenle çalışmada petrol fiyatını temsilen Brent petrol kullanılmıştır. WilderHill Temiz Enerji Endeksi (ECO), Amerika Menkul Kıymetler Borsası tarafından temiz enerji kullanımı ve tasarrufu ile ilgili faaliyetlerde bulunan bazı şirketler için eşit dolar ağırlıklı bir endeks olarak hesaplanmaktadır. S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (SPGCE), dünya genelinde temiz enerji üretimi ve temiz enerji ekipmanı ve teknolojileri ile ilgili faaliyetlerde bulunan 30 şirketin ağırlıklı değeri olarak hesaplanmaktadır. Avrupa Yenilenebilir Enerji Endeksi (ERIX), Avrupa'nın en büyük rüzgar, güneş, biyokütle ve su enerjisi üretim şirketlerini içermektedir. WilderHill Yeni Enerji Küresel İnovasyon Endeksi (NEX), dünya genelinde yenilikçi teknolojileri, temiz enerji, yenilenebilir enerji, karbonsuzlaştırma ve verimliliğe odaklanan şirketleri izleyen bir endekstir (Reboredo vd., 2017: 244; Tiwari vd., 2023: 6).

Değişkenlerin günlük değerlerine,  $r_t = 100 \times \ln(P_t / P_{t-1})$  formülü uygulanmış, elde edilen getiri serileri ile analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan değişkenlerin getiri serilerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2: Getiri Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Birim Kök Testi Sonuçları**

	XU100	XELKT	Brent	Doğal gaz	Kalorifer Yakıtı	SPGCE	ECO	ERIX	NEX
Ortalama	0.118554	0.157580	0.009364	-0.012515	0.013806	0.031929	0.009014	0.047817	0.013441
Medyan	0.138960	0.136547	0.203276	0.000000	0.138296	0.011704	0.000000	0.066251	0.048066
Maksimum	9.421916	8.320040	19.07740	19.79844	13.98724	11.03300	13.39928	10.02975	9.396234
Minimum	-10.30675	-10.46053	-27.97615	-18.06609	-24.75355	-12.49708	-16.23904	-12.97188	-12.54068
Std. Sapma	1.704903	1.955495	2.688653	3.926577	2.661451	1.704696	2.602858	1.787385	1.630886
Çarpıklık	-0.715843	-0.529042	-1.374337	-0.087555	-1.071268	-0.357010	-0.216634	-0.183169	-0.283508
Basıklık	7.985486	6.110166	22.10238	5.455026	14.24178	10.27446	6.299726	7.290979	8.450791
Jarque-Bera	1748.812	701.5239	24209.65	393.7581	8512.930	3472.796	719.9345	1205.536	1952.121
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560
ADF (S/T)	-39.1757	-36.5072	-37.2514	-30.6479	-36.5780	-13.6449	-25.9273	-38.7033	-33.0192
	***	***	***	***	***	***	***	***	***
PP (S/T)	-39.3931	-38.1753	-37.2350	-41.7438	-36.4772	-35.8689	-39.3488	-38.7214	-33.2794
	***	***	***	***	***	***	***	***	***

\*\*\* %1 ve \*\* %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 2'de görüldüğü üzere değişkenlerin getiri serilerine ait standart sapma değerleri ortalama değerlerinden büyük olduğu için serilerin rassal yürüyüş süreci izlediği söylenebilir. Ayrıca Jarque-Bera test istatistiği değerlerinin büyük ve olasılık değerlerinin 0.05'ten kk olması, hata terimlerinin normal dağılım gösterdiğini belirten  $H_0$  hipotezinin reddedildiğini ve serilerin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte basıklık değerleri ise getiri serilerinin dağımlarının normal dağılıma göre daha dik olduğunu ortaya koymaktadır. ADF ve PP birim kök testinden elde edilen sonuçlara göre ise getiri serilerinin sabitte ve trendde %1 anlamlılık düzeyinde t istatistiği değerlerinin MacKinnon kritik değerlerinden mutlak değerce büyük olması nedeniyle durağan oldukları belirlenmiştir. Ayrıca hem sabitte hem de trendde iki kırılmayı dikkate alan Lee-Strazicich (2003) iki kırılmalı birim kök testi yapılarak elde edilen sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

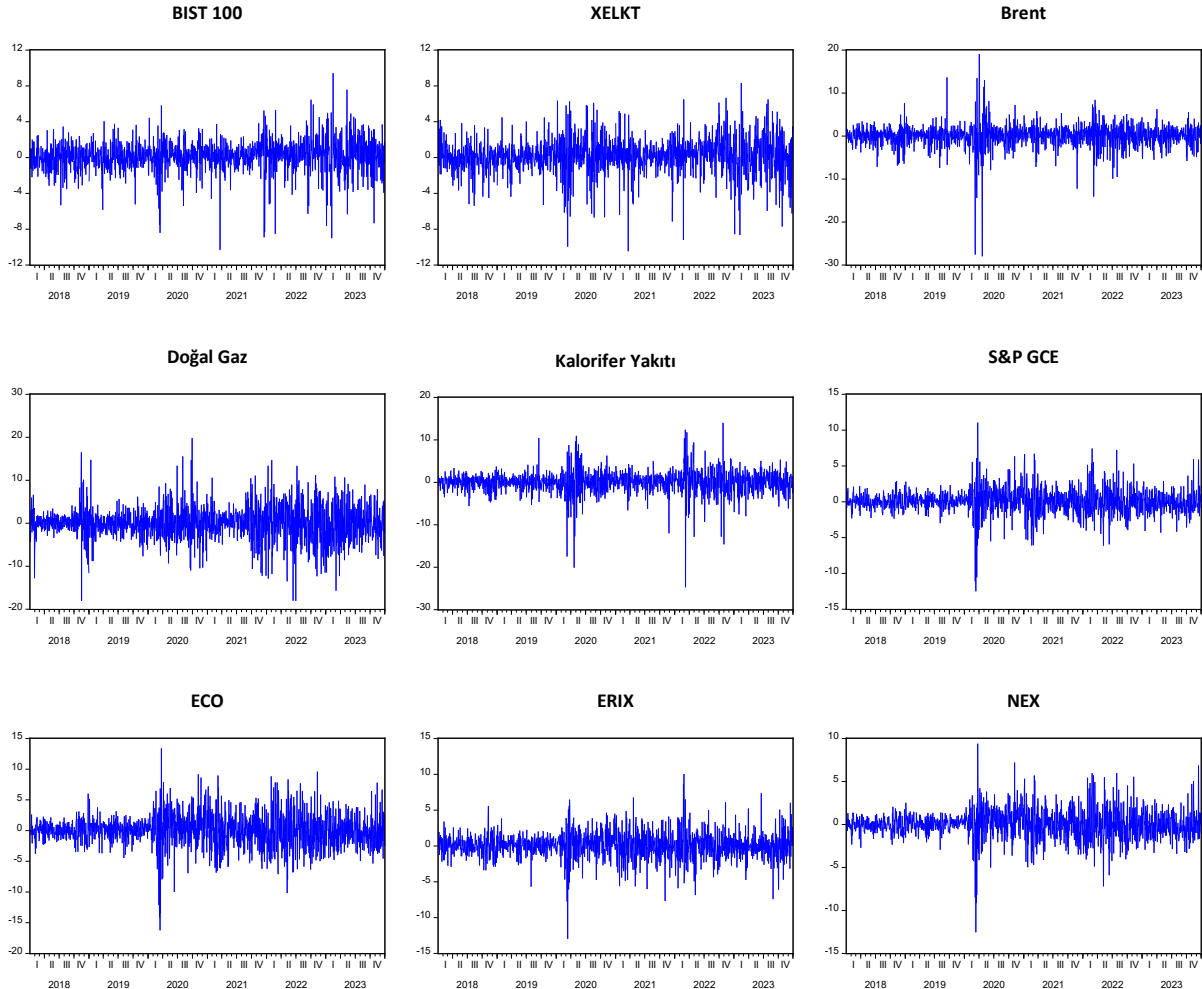


**Tablo 3: Getiri Serilerine Ait Lee-Strazicich (2003) İki Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları**

	Kırılma Tarihleri		Test İstatistiği	Kritik Değerler	
				%1	%5
XU100	20/12/2021	13/09/2022	-17.3494***	-5.1160	-4.5390
XELKT	23/02/2022	05/01/2023	-17.5750***	-5.1160	-4.5390
Brent	24/04/2020	28/03/2022	-18.3836***	-5.2120	-4.7340
Doğal gaz	01/02/2022	27/02/2023	-19.3162***	-5.1160	-4.5390
Kalorifer Yakıtı	23/04/2020	14/10/2022	-20.3552***	-5.3870	-4.8840
SPGCE	26/02/2021	13/05/2022	-18.2438***	-5.2090	-4.6970
ECO	20/11/2020	13/05/2022	-18.7058***	-5.2090	-4.6970
ERIX	16/04/2020	28/12/2020	-18.2748***	-5.1000	-4.6990
NEX	13/04/2020	07/10/2021	-17.5343***	-5.2910	-4.8030

\*\*\* ve \*\* sembolleri sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Lee-Strazicich (2003) iki kırılmalı birim kök testinde, değişkende iki yapısal kırılma altında birim kökün var olduğunu ifade eden  $H_0$  hipotezi için test istatistiği ile kritik değerler karşılaştırılarak karar verilmektedir. Tablo 3'te görüldüğü üzere, elde edilen sonuçlar incelendiğinde değişkenlere ait test istatistiği değerleri %1 anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla değişkenlerin hem sabitte hem de trendde iki yapısal kırılma için durağan olduğu belirlenmiştir. Şekil 1'de değişkenlerin getiri serilerine ait zaman yolu grafiklerine yer verilmiştir.



**Şekil 1: Değişkenlerin Getiri Serilerine Ait Zaman Yolu Grafikleri**

Şekil 1’de analizde kullanılan değişkenlerin getiri serilerinin zaman yolu grafikleri incelendiğinde serilerde ortalamaların incelenen dönem içerisinde değişmediği ve serilerin trend içermediğini söylemek mümkündür. Bununla birlikte volatilité kümelenmelerinin olduğu ve değişken getirilerinde ortaya çıkan büyük değişimleri büyük, küçük değişimleri ise küçük dalgalanmaların takip ettiği görülmektedir.

Tablo 4’te BIST 100 endeksi ile fosil enerji fiyatları ve temiz enerji hisse senedi endeksleri arasındaki volatilité yayılımını ve asimetrik etkiyi incelemek için yapılan Asimetrik BEKK-GARCH modeline ait tahmin sonuçları bulunmaktadır.

**Tablo 4: BIST 100 Endeksi için Asimetrik BEKK-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları**

	Brent	Doğal Gaz	Kalorifer Yakıtı	SPGCE	ECO	ERIX	NEX
$c_{11}$	0.567563 6.06328***	0.452488 7.02263***	0.556300 6.30437***	0.267277 7.27995***	0.383267 5.52298***	0.423813 6.10593***	0.266936 7.17720***
$c_{21}$	0.053957 0.73758	0.139349 1.86140*	0.140118 1.83308*	0.091191 2.40215**	0.124489 2.58471***	0.185209 3.99721***	0.078388 2.56310**
$c_{22}$	0.440273 8.65375***	-0.150483 -1.25498	0.406958 6.99588***	0.099426 2.99783***	0.138644 3.55669***	0.118845 3.33770***	0.071905 2.41447**
$a_{11}$	0.245081 5.96545***	0.217197 6.60221***	0.213545 6.13083***	0.235360 10.00639***	0.256841 8.38623***	0.284964 9.11804***	0.242609 9.54310***
$a_{12}$	-0.003971 -0.09660	0.046313 0.88735	-0.037388 -0.99812	0.015913 0.76718	0.032550 0.96838	0.012529 0.47677	0.012000 0.64686
$a_{21}$	-0.041800 -2.20253**	-0.004155 -0.32416	0.005514 0.27042	-0.021130 -1.11769	-0.090734 -4.20894***	0.011007 0.29409	-0.051961 -2.22524**
$a_{22}$	0.258385 6.14656***	0.288705 15.32189***	0.380896 13.72109***	0.257234 12.19601***	0.205193 7.79417***	0.146277 5.87409***	0.251006 10.40888***
$b_{11}$	0.869207 25.42594***	0.896146 42.35253***	0.871820 27.10551***	0.944865 109.04865***	0.899488 36.82091***	0.915485 44.11891***	0.941978 99.90474***
$b_{12}$	-0.015196 -0.66653	-0.053025 -2.18713**	-0.025226 -0.91304	-0.005487 -0.62618	-0.022167 -1.36542	-0.032854 -2.98228***	-0.003563 -0.44879
$b_{21}$	0.000771 0.11701	0.006243 1.41977	0.000819 0.10590	-0.006105 -1.23830	0.007705 1.40627	-0.018652 -1.86776*	-0.002138 -0.38772
$b_{22}$	0.931770 111.46870***	0.959471 189.46220***	0.914572 77.07044***	0.955805 181.12685***	0.969022 221.29069***	0.966028 142.13696***	0.955339 160.77482***
$d_{11}$	0.324956 4.52316***	0.317143 6.61909***	0.360100 6.48561***	-0.249399 -5.28636***	0.258837 4.75781***	0.161807 2.15048**	-0.242093 -4.53283***
$d_{12}$	-0.033593 -0.66200	0.056151 0.97601	0.066811 1.17187	0.004847 0.16531	-0.015906 -0.38820	0.088831 3.33415***	0.002144 0.09366
$d_{21}$	0.0759888 3.05509***	0.071473 4.45635***	0.084104 3.25967***	0.236245 7.38320***	0.118784 4.34891***	0.089413 1.83688*	0.273275 7.67293***
$d_{22}$	0.2795714 4.55730***	-0.024631 -0.53473	-0.016379 -0.16836	0.195965 5.27269***	0.195321 4.59365***	0.225794 6.99033***	0.223279 6.24421***

Tablo 4’te koşullu varyans denkleminde elde edilen sonuçlar incelendiğinde, her bir piyasa için geçmiş şokların bugünkü volatilité üzerindeki etkilerini gösteren A matrisinin köşegen parametreleri olan  $a_{11}$  ve  $a_{22}$  her değişken için %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlıdır. Elde edilen bu sonuç incelenen piyasalarda ARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte geçmiş volatilitenin mevcut koşullu varyans üzerindeki etkisini ölçen B matrisinin köşegen parametreleri olan  $b_{11}$  ve  $b_{22}$  ise GARCH etkisinin varlığı hakkında bilgi vermektedir. İncelenen değişkenlerin tamamında  $b_{11}$  ve  $b_{22}$  parametrelerinin istatistiki olarak anlamlı olması piyasalarda GARCH etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. GARCH parametrelerine ait katsayıların ARCH

parametreleri katsayılarından büyük olması nedeniyle, mevcut koşullu oynaklığın geçmiş getiri şoklarından ziyade geçmiş koşullu volatiliteden etkilendiği ve uzun dönem volatilitenin kalıcılığının kısa dönem volatilitenin kalıcılığından daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

A ve B matrislerinin köşegen olmayan parametreleri olan  $a_{12}$ ,  $a_{21}$ ,  $b_{12}$  ve  $b_{21}$ , BIST 100 endeksi ile diğer değişkenler arasındaki şok ve volatilitenin yayılımını analiz ederek çapraz piyasalar arası etkileşimi göstermektedir.  $a_{12}$  parametresi ikinci değişkenin hata teriminden BIST 100 endeksinin koşullu varyansına doğru şok yayılımı hakkında bilgi verirken,  $a_{21}$  ters yönlü çapraz piyasa etkileşimini yakalamaktadır.  $b_{12}$  parametresi ikinci değişkenin gecikmeli koşullu varyansından BIST 100 endeksinin koşullu varyansına olan çapraz volatilitenin yayılımını ölçerken,  $b_{21}$  ise ters yöndeki çapraz volatilitenin yayılımını göstermektedir. Brent petrol, ECO ve NEX endeksleri için  $a_{21}$  parametresinin %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı ve negatif olması, BIST 100 endeksindeki pozitif bir getiri şokunun Brent petrol, ECO ve NEX piyasalarındaki volatilitenin azalttığı sonucunu işaret etmektedir.  $b_{12}$  ve  $b_{21}$  parametreleri incelendiğinde ise, doğal gaz piyasasının koşullu varyansının BIST 100 endeksinin koşullu varyansını etkilediği ve ERIX endeksi ile BIST 100 endeksi arasında da karşılıklı oynaklık etkileşimi olduğu bulunmuştur.

Koşullu varyans denkleminde asimetrik etkiyi gösteren  $d_{21}$  parametresinin tüm değişkenler için istatistiki olarak anlamlı ve pozitif olduğu belirlenmiştir. Bu parametrenin pozitif değerli olması, geçmiş negatif getiri şoklarının yani kötü haberlerin mevcut volatilitenin pozitif bir şoka göre daha fazla artırdığı anlamına gelmektedir. Bununla birlikte  $d_{12}$  parametresi sadece ERIX endeksi için istatistiki olarak anlamlı ve pozitif değerlidir. Dolayısıyla ERIX endeksinde ortaya çıkan negatif bir şok pozitif bir şoka kıyasla BIST 100 endeksinin volatilitesini daha fazla artırmaktadır.

BIST elektrik endeksi (XELKT) ile fosil enerji fiyatları ve temiz enerji hisse senedi endeksleri arasındaki volatilitenin yayılımını ve asimetrik etkiyi incelemek için kullanılan Asimetrik BEKK-GARCH modeli tahmin sonuçları ise Tablo 5'te gösterilmektedir.

**Tablo 5: BIST Elektrik Endeksi (XELKT) için Asimetrik BEKK-GARCH Modeli Tahmin Sonuçları**

	Brent	Doğal Gaz	Kalorifer Yakıtı	SPGCE	ECO	ERIX	NEX
$c_{11}$	0.658941 8.71556***	0.655287 10.22157***	0.674815 8.68645***	0.524922 6.35707***	0.490803 6.89216***	0.620630 8.66095***	0.363416 3.33966***
$c_{21}$	0.035991 0.54749	0.097864 1.29253	0.041843 0.45941	0.074093 1.86577*	0.133998 2.55856**	0.182457 3.85478***	0.107581 3.64564***
$c_{22}$	0.440985 8.79818***	-0.000002 -1.49123e-05	0.419439 7.28190***	0.094105 2.77019***	0.098669 1.42463	0.124547 2.75916***	-0.000000 -1.27547e-07
$a_{11}$	0.289436 7.31791***	-0.300795 -8.43816***	0.288578 7.43008***	0.337084 8.43812***	0.295292 8.71101***	0.381425 11.74776***	0.280755 9.04602***
$a_{12}$	0.038298 1.01501	-0.056548 -1.46364	0.012877 0.35128	0.049037 1.96267**	0.093865 3.28085***	0.033551 1.27920	0.069419 4.57346***
$a_{21}$	-0.067006 -3.12729***	-0.027227 -1.89327*	-0.026796 -1.35149	-0.106973 -2.74172***	-0.129096 -6.61185***	0.009751 0.25149	-0.148591 -2.75229***
$a_{22}$	0.248467 6.83555***	0.280247 15.09364***	0.333163 12.19068***	0.242935 9.08857***	0.172006 6.14436***	0.151138 6.38086***	0.174435 7.33227***
$b_{11}$	0.854009 33.59712***	0.846462 36.31829***	0.847745 29.01301***	0.880463 32.34419***	0.879740 39.25902***	0.856241 33.97137***	0.928434 28.78833***
$b_{12}$	-0.018211 -0.88141	-0.074109 -4.34630***	-0.010661 -0.32077	-0.005685 -0.41479	-0.038791 -2.09736**	-0.039268 -3.09577***	-0.026291 -3.94439***
$b_{21}$	0.001792 0.22596	0.013589 2.59605***	0.006271 0.54266	0.000842 0.07485	0.007222 1.18011	-0.031506 -2.32200**	0.006817 0.59479
$b_{22}$	0.932558 112.02063***	0.959548 195.63041***	0.916230 72.87720***	0.959916 162.31559***	0.970828 242.31857***	0.964217 144.48106***	0.965015 167.00141***

$d_{11}$	0.338881 5.30334***	0.417644 8.09407***	0.425182 6.99038***	0.197052 2.25230**	0.268078 4.70376***	0.225226 3.10262***	0.129538 0.85215
$d_{12}$	-0.036170 -0.67893	0.148645 3.58857***	0.106671 1.82079*	-0.086045 -2.79433***	-0.030021 -0.64286	0.109202 4.59832***	-0.035684 -1.01224
$d_{21}$	0.063520 2.34549**	-0.053573 -2.22827**	-0.044006 -1.03585	0.199373 3.76904***	0.117190 3.42833***	0.066209 1.35564	0.146577 3.28100***
$d_{22}$	0.285939 5.38647***	0.069131 1.45881	-0.251602 -4.70579***	0.160373 2.58978***	0.225275 5.66046***	0.200774 6.45958***3	0.273042 7.18150***

Koşullu varyans denkleminde elde edilen bulgulara göre A ve B matrisinin köşegen parametreleri olan  $a_{11}$ ,  $a_{22}$ ,  $b_{11}$  ve  $b_{22}$ 'nin her değişken için %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Kısa vadeli kalıcılığı ölçen A matrisindeki köşegen elemanlar ARCH etkisinin, uzun vadeli kalıcılığı gösteren B matrisindeki köşegen elemanlar ise GARCH etkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Burada volatilitenin kümelenmelerinin olduğunu, volatilitenin uzun dönemde kalıcı olduğunu söylemek mümkündür.

Koşullu varyans denkleminde A matrisinin köşegen olmayan parametreleri ( $a_{12}$  ve  $a_{21}$ ) incelendiğinde BIST elektrik endeksinin geçmiş getiri şoklarından Brent ve doğal gazın mevcut volatilitesi üzerine şok yayılımı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, parametre katsayısının pozitif olması değişkenler arasında aynı yönlü, negatif olması ise ters yönlü etkileşim olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, BIST elektrik endeksi ile SPGCE, ECO ve NEX endeksleri arasında iki yönlü şok yayılımının varlığına dair bulgulara ulaşılmıştır. B matrisinin köşegen olmayan parametreleri ( $b_{11}$  ve  $b_{22}$ ) ise BIST elektrik endeksi ile doğal gaz ve ERIX endeksi arasında karşılıklı volatilitenin yayılımı olduğunu, ECO ve NEX endeksinin geçmiş volatilitelerinin BIST elektrik endeksinin mevcut volatilitelerini %5 anlamlılık düzeyinde azalttığını ortaya koymaktadır.

Değişkenler arasındaki %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı asimetrik ilişkiyi gösteren D parametreleri incelendiğinde;  $d_{12}$  parametresinin doğal gaz ve ERIX endeksi için pozitif değerli; SPGCE endeksi için ise negatif değerli olduğu görülmektedir. Elde edilen bu bulgu doğal gaz ve ERIX endeksinde ortaya çıkan negatif bir şokun pozitif bir şoka göre BIST elektrik endeksinin volatilitelerini arttırdığı anlamına gelmektedir. SPGCE endeksinde ortaya çıkan negatif bir şok ise BIST elektrik endeksi volatilitelerini azaltmaktadır. BIST elektrik endeksinde diğer değişkenlere doğru asimetrik etkiyi ölçen  $d_{21}$  parametresinin Brent fiyatı, SPGCE, ECO ve NEX endeksleri için %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlı ve pozitif değerli olduğu, BIST elektrik endeksinde ortaya çıkan negatif getiri şoklarının bu piyasalarda volatiliteleri artırdığı belirlenmiştir.  $d_{21}$  parametresinin doğal gaz için istatistiki olarak anlamlı ve negatif değerli olması BIST elektrik endeksindeki negatif getiri şoklarının doğal gaz volatilitelerini azalttığını göstermektedir.

BIST 100 ve BIST elektrik endeksi için asimetrik BEKK-GARCH modelinden elde edilen koşullu varyans denklemleri genel olarak değerlendirildiğinde; fosil enerji ve temiz enerji piyasalarının BIST 100 endeksi üzerindeki etkisinin çok sınırlı kaldığı ancak BIST elektrik endeksi üzerinde önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. İncelenen dönemde fosil enerji ve temiz enerji piyasalarından BIST 100 endeksine doğru herhangi bir şok yayılımı tespit edilemezken, sadece doğal gaz piyasası ve ERIX endeksinde BIST 100 endeksine doğru volatilitenin yayılımı olduğu belirlenmiştir. Uygulanan para politikalarına bağlı olarak her ne kadar ülkemiz finansal piyasaları uluslararası finansal piyasalardan ayrılarak kendi iç dinamikleri ile hareket etse de sektör bazında hala enerji emtia fiyatları ve temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları ile etkileşim içinde olduğu görülmektedir.

## 5. Sonuç

Enerji fiyatlarındaki artışın işletme maliyetlerini yükselttiği ve ülke ekonomilerinde dış ticaret dengeleri üzerinde baskı yaratarak enflasyonu arttırdığı görülmektedir. Bu durum genellikle merkez bankalarının faiz artırımına neden olmakta, yatırımcılar alternatif yatırım araçlarına yöneleceği için hisse senedi fiyatları olumsuz etkilenmektedir. Son yıllarda artan enerji talebi, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve sera gazı emisyonları gibi başlıkların ön plana çıkmasına ve alternatif enerji kaynaklarına olan ihtiyacın ve bu yöndeki çalışmaların artmasına neden olmuştur. Enerji emtialarının ve faaliyete geçen temiz enerji şirketlerinin uluslararası çeşitlendirme için finansal piyasalarda önemli bir araç haline gelmesi, enerji emtialarının ve temiz enerji şirketlerinin dinamiklerinin ve istatistiksel özelliklerinin incelenmesini zorunlu hale getirmiştir.

Çalışmada, enerjide dışa bağımlı olması ve enerji kaynaklarının stratejik önemi nedeniyle fosil enerji fiyatları ve temiz enerji şirketlerinin Türkiye zerindeki etkisi araştırılmıştır. Öncelikle fosil enerji fiyatları ve temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatları ile BIST 100 endeksi arasındaki oynaklık etkileşimi incelenmiş, ardından enerji şirketleri üzerindeki etkileşimin incelenmesi amacıyla BIST elektrik endeksi (XELKT) zelinde analiz gerçekleştirilmiştir. 01.01.2018 ile 31.12.2023 tarihleri arası dönemin incelendiği çalışmada asimetrik BEKK-GARCH yöntemi kullanılmıştır.

Koşullu varyans denkleminde elde edilen bulgular incelenen değişkenlerin tamamında geçmiş getiri şoklarına kıyasla geçmiş koşullu oynaklığın mevcut koşullu oynaklık üzerinde etkisinin olduğunu, dolayısıyla uzun dönemde oynaklık kalıcılığının olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, fosil enerji fiyatları ile temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarından BIST 100 endeksine doğru şok yayılımının olmadığı, doğal gaz fiyatından BIST 100 endeksine doğru tek yönlü ve ERIX endeksi ile BIST 100 endeksi arasında karşılıklı oynaklık yayılımı olduğu bulunmuştur. Asimetrik ilişkiyi gösteren D matrisine ait parametreler incelendiğinde ise ERIX endeksindeki negatif bir şokun BIST 100 endeksi volatilitesini artırdığı görülmüştür.

Fosil enerji fiyatları ile temiz enerji şirketlerinin hisse senedi fiyatlarının Türkiye’de faaliyet gösteren enerji şirketleri üzerine sektör bazında etkisini ölçmek için BIST elektrik endeksi ile etkileşimi de araştırılmıştır. Analiz sonucunda BIST elektrik endeksinin mevcut koşullu oynaklığının temiz enerji şirketlerinin hisse senedi getiri şoklarına karşı duyarlı olduğu, SPGCE, ECO ve NEX endeksleri ile BIST elektrik endeksi arasında karşılıklı şok yayılımı olduğu tespit edilmiştir. Fosil enerji emtiaları içinde sadece doğal gaz fiyatları ile BIST elektrik endeksi arasında karşılıklı oynaklık yayılımı olduğu görülürken; BIST elektrik endeksi ile ERIX endeksi ve BIST elektrik endeksi ile NEX endeksi arasında karşılıklı, ECO endeksinden de BIST elektrik endeksine doğru tek yönlü oynaklık yayılımı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, doğal gaz ve ERIX endeksindeki negatif bir şokun BIST elektrik endeksi volatilitesini artırdığı, SPGCE endeksinde ortaya çıkan negatif bir şokun ise BIST elektrik endeksi volatilitesini azalttığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgular; Güler vd. (2010), zer ve Aksoy (2021), Gümüş ve Kurt Cihangir (2022) ile Ismayılov ve Kiren Grlr (2022)’in çalışmalarının aksine petrol fiyatından BIST 100 ve BIST elektrik endeksine doğru bir etkileşimin olmadığını göstermiştir. Ma vd. (2019) ile Kumar vd. (2019)’nin de tespit ettiği üzere doğal gaz fiyatlarının hisse senedi piyasalarını etkilediği görülmüştür.

Son dönemde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılacak yatırımlarda devletler tarafından verilen teşvik ve sübvansiyonların artmasına bağlı olarak, bu alanda faaliyet gösteren şirketlerin hem sayısında hem de karlılığında ortaya çıkacak artışa paralel bir şekilde temiz enerji kaynaklarına olan ilgisinin daha da artması beklenmektedir. Çalışma, enerji fiyatları ile finansal piyasalar arasındaki ilişkiyi inceleyerek yatırımcılara, analistlere ve politika yapıcılara önemli bir bakış açısı sağlamaktadır. Araştırmanın sonuçları, finansal piyasalardaki oynaklık dinamiklerini anlamak ve gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek için önemli bir katkı sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar BIST elektrik endeksine yapılan bir yatırımdan beklenen faydanın sağlanabilmesi için özellikle temiz enerji şirketlerinin hisse senetlerinin izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, piyasa katılımcılarının fosil enerji ve temiz enerji şirketlerinin finansal piyasalar üzerindeki oynaklık yayılımı etkileri konusunda bilgi sahibi olması risk yönetimi stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Sonraki çalışmalarda farklı temiz enerji endeksleri ile sektör endeksleri arasındaki ilişkiyi inceleyecek çalışmaların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Abdioğlu, Z. ve Değirmenci, N. (2014). "Petrol Fiyatları-Hisse Senedi Fiyatları İlişkisi: BIST Sektörel Analiz", *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(8), 1–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.18025/kauibf.88612>
- Ashfaq, S., Tang, Y. ve Maqbool, R. (2019). "Volatility Spillover Impact of World Oil Prices on Leading Asian Energy Exporting and Importing Economies' Stock Returns", *Energy*, 188, 116002. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.116002>
- Bondia, R., Ghosh, S. ve 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. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2016.02.031>
- Cheng, F., Li, T., Wei, Y. M. ve Fan, T. (2019). "The VEC-NAR Model for Short-Term Forecasting of Oil Prices", *Energy Economics*, 78, 656–667. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2017.12.035>
- Chun, D., Cho, H. ve Kim, J. (2022). "The Relationship between Carbon-Intensive Fuel and Renewable Energy Stock Prices under the Emissions Trading System", *Energy Economics*, 114, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106257>
- Coskun, M., Khan, N., Saleem, A. ve Hammoudeh, S. (2023). "Spillover Connectedness Nexus Geopolitical Oil Price Risk, Clean Energy Stocks, Global Stock and Commodity Markets", *Journal of Cleaner Production*, 429, 139583. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.139583>
- Dai, X. ve Xu, X. (2023). "Bump in Energy Prices and Their Impact on Natural Resources: Energy Transition Initiatives in OECD Countries", *Resources Policy*, 87, 104244. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2023.104244>
- Dursun, A. ve Özcan, M. (2019). "Enerji Fiyat Değişimleri ile Borsa Endeksleri Arasındaki İlişki: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 82, 177–198. <https://doi.org/10.25095/mufad.536069>
- Engle, R. F. ve Kroner, K. F. (1995). "Multivariate Simultaneous Generalized Arch", *Econometric Theory*, 11(1), 122–150. <https://www.jstor.org/stable/3532933>
- Eyüboğlu, K. ve Eyüboğlu, S. (2016). "Doğal Gaz ve Petrol Fiyatları ile BIST Sanayi Sektörü Endeksleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", *Journal of Yasar University*, 11(42), 150–162.
- Feng, H., Zhang, J. ve Guo, N. (2023). "Time-Varying Linkages between Energy and Stock Markets: Dynamic Spillovers and Driving Factors", *International Review of Financial Analysis*, 89, 102714. <https://doi.org/10.1016/J.IRFA.2023.102714>
- Ferrer, R., Shahzad, S. J. H., López, R. ve Jareño, F. (2018). Time and Frequency Dynamics of Connectedness between Renewable Energy Stocks and Crude Oil Prices", *Energy Economics*, 76, 1–20. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2018.09.022>
- Güler, S., Tunç, R. ve Orçun, Ç. (2010). "Petrol Fiyat Riski ve Hisse Senedi Fiyatları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: Türkiye’de Enerji Sektörü Üzerinde Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(4), 297–315.
- Gümüş, T. ve Kurt Cihangir, Ç. (2022). "Dünya Petrol, Kömür ve Doğal Gaz Fiyatları ile BIST Elektrik Endeksi Arasındaki Nedensellik İlişkisi ve Oynaklık Yayılımı", *Alanya Akademik Bakış*, 6(1), 1587–1603. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.887155>
- Gürlevik, F. ve Gazel, S. (2020). "Enerji Fiyatlarındaki Değişimin Hisse Senedi Fiyatlarına Etkisi: BIST Elektrik Endeksi Üzerine Bir Uygulama", *EKEV Akademi Dergisi*, 24(82), 119–138.
- He, X., Mishra, S., Aman, A., Shahbaz, M., Razaq, A. ve Sharif, A. (2021). "The Linkage between Clean Energy Stocks and The Fluctuations in Oil Price and Financial Stress in the US and Europe? Evidence From QARDL Approach", *Resources Policy*, 72, 102021. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102021>
- Henriques, I. ve Sadorsky, P. (2008). "Oil Prices and the Stock Prices of Alternative Energy Companies", *Energy Economics*, 30(3), 998–1010. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2007.11.001>
- Huo, R. ve Ahmed, A. D. (2017). "Return and Volatility Spillovers Effects: Evaluating the Impact of Shanghai-Hong Kong Stock Connect", *Economic Modelling*, 61, 260–272. <https://doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2016.09.021>

- İmre, S. (2021). "Bitcoin ve Euro Arasındaki Volatilite Etkileşiminin Analizi", *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 1–13.
- Ismayılov, J. ve Kiren Gürlü, Ö. (2022). "Kredi Temerrüt Takasları, Petrol Fiyatları ve Döviz Kurlarının Türkiye'nin Enerji Sektörüne Etkisi: BIST Elektrik Endeksi Örneği", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 20(3), 405–419. <https://doi.org/10.11611/yead.1168027>
- Jingjian, S., Xiangyun, G., Jinsheng, Z., Anjian, W., Xiaotian, S., Yiran, Z. ve Hongyu, W. (2023). "The Impact of Oil Price Shocks on Energy Stocks from the Perspective of Investor Attention", *Energy*, 278, 127987. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2023.127987>
- Kakilli Acaravcı, S. ve Reyhanoğlu, İ. (2013). "Enerji Fiyatları ve Hisse Senedi Getirileri: Türkiye Ekonomisi için Bir Uygulama", *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3, 94–110.
- Kang, W., Ratti, R. A. ve Yoon, K. H. (2015). "The Impact of Oil Price Shocks on the Stock Market Return and Volatility Relationship", *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 34, 41–54. <https://doi.org/10.1016/J.INTFIN.2014.11.002>
- Karakuş, R. (2021). "Petrol ve Doğalgaz Fiyatları ile Hisse Senedi Fiyatları İlişkisi: BİST Sınai Sektöründe Ampirik Bir Araştırma", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 2072–2083. <https://doi.org/10.20491/isarder.2021.1247>
- Khalfaoui, R., Boutahar, M. ve Boubaker, H. (2015). "Analyzing Volatility Spillovers and Hedging between Oil and Stock Markets: Evidence From Wavelet Analysis", *Energy Economics*, 49, 540–549. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2015.03.023>
- Kirkulak-Uludag, B. ve Safarzadeh, O. (2018). "The Interactions between OPEC Oil Price and Sectoral Stock Returns: Evidence From China", *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 508, 631–641. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSA.2018.02.185>
- Kırcı Altınkeski, B. ve Çevik, E. İ. (2019). "Petrol Fiyat Şoklarının Hisse Senedi Piyasası Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği", *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Ek Sayı* (2019), 165–179.
- Kocaarslan, B. ve Soytaş, U. (2019). "Asymmetric Pass-Through between Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy Firms: New Evidence from A Nonlinear Analysis", *Energy Reports*, 5, 117–125. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.01.002>
- Kroner, K. F. ve Ng, V. K. (1998). "Modeling Asymmetric Comovements of Asset Returns", *The Review of Financial Studies*, 11(4), 817–844. <https://www.jstor.org/stable/2645957>
- Kumar, S., Pradhan, A. K., Tiwari, A. K. ve Kang, S. H. (2019). "Correlations and Volatility Spillovers between Oil, Natural Gas, and Stock Prices in India", *Resources Policy*, 62, 282–291. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2019.04.004>
- Ma, Y. R., Zhang, D., Ji, Q. ve Pan, J. (2019). "Spillovers between Oil and Stock Returns in the US Energy Sector: Does Idiosyncratic Information Matter?", *Energy Economics*, 81, 536–544. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.05.003>
- Managi, S. ve Okimoto, T. (2013). "Does the Price of Oil Interact with Clean Energy Prices in the Stock Market?", *Japan and the World Economy*, 27, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.JAPWOR.2013.03.003>
- Nasreen, S., Tiwari, A. K., Eizaguirre, J. C. ve Wohar, M. E. (2020). "Dynamic Connectedness between Oil Prices and Stock Returns of Clean Energy and Technology Companies", *Journal of Cleaner Production*, 260, 121015. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.121015>
- Niu, H. (2021). "Correlations between Crude Oil and Stocks Prices of Renewable Energy and Technology Companies: A Multiscale Time-Dependent Analysis", *Energy*, 221, 119800. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2021.119800>
- Önem, H. B. ve Yorgancı, M. (2023). "ABD 10 Yıllık Tahvil Faizi ve Enerji Fiyatlarının Seçilmiş Borsa Endeksleri ile İlişkileri", *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 27–33. <https://doi.org/10.58588/aru-jfeas.1192642>
- Özer, N. ve Aksoy, Z. T. (2021). "Enerji Fiyatlarının Borsa ile Etkileşimi", *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, ICOMEP Özel Sayısı*, 192–212. <https://doi.org/10.54600/igdirsosbilder.980455>

- Reboredo, J. C., Rivera-Castro, M. A. ve Ugolini, A. (2017). "Wavelet-Based Test of Co-Movement and Causality between Oil and Renewable Energy Stock Prices", *Energy Economics*, 61, 241–252. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2016.10.015>
- Reboredo, J. C. ve Ugolini, A. (2018). "The Impact of Energy Prices on Clean Energy Stock Prices. A Multivariate Quantile Dependence Approach", *Energy Economics*, 76, 136–152. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2018.10.012>
- Sadorsky, P. (2012). "Correlations and Volatility Spillovers between Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy and Technology Companies", *Energy Economics*, 34(1), 248–255. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2011.03.006>
- Sandal, M., Çemrek, F. ve Yıldız, Z. (2017). "BIST 100 Endeksi ile Altın ve Petrol Fiyatları Arasındaki Nedensellik İlişkisinin İncelenmesi", *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(3), 155–170.
- Si Mohammed, K., Tedeschi, M., Mallek, S., Tarczyńska-Luniewska, M. ve Zhang, A. (2023). "Realized Semi Variance Quantile Connectedness between Oil Prices and Stock Market: Spillover from Russian-Ukraine Clash", *Resources Policy*, 85, 103798. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2023.103798>
- Su, Y. H., Rizvi, S. K. A., Umar, M. ve Chang, H. (2023). "Unveiling the Relationship between Oil and Green Bonds: Spillover Dynamics and Implications", *Energy Economics*, 127, 107043. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2023.107043>
- Sun, C., Ding, D., Fang, X., Zhang, H. ve Li, J. (2019). "How Do Fossil Energy Prices Affect the Stock Prices of New Energy Companies? Evidence from Divisia Energy Price Index in China's Market", *Energy*, 169, 637–645. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2018.12.032>
- Tan, X., Geng, Y., Vivian, A. ve Wang, X. (2021). "Measuring Risk Spillovers between Oil and Clean Energy Stocks: Evidence from A Systematic Framework". *Resources Policy*, 74, 102406. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102406>
- Tiwari, A. K., Trabelsi, N., Abakah, E. J. A., Nasreen, S. ve Lee, C. C. (2023). "An Empirical Analysis of the Dynamic Relationship between Clean and Dirty Energy Markets", *Energy Economics*, 124, 106766. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2023.106766>
- Vacha, L. ve Barunik, J. (2012). "Co-Movement of Energy Commodities Revisited: Evidence from Wavelet Coherence Analysis", *Energy Economics*, 34(1), 241–247. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2011.10.007>
- Vural, G. ve Yurt Azizoğlu, N. (2021). "Petrol ve Doğal Gaz Fiyatlarındaki ve Dolar Kurundaki Değişimin BIST Sanayi Sektörü Piyasa Getirisi Üzerindeki Etkisi". *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 284–300.
- Yang, T., Fang, S., Du, A. M. ve Du, Q. (2024). "Navigating the Nexus: Geopolitical Risk, Fossil Energy Prices, and European Utility Stock Returns - Implications For Environmental Management and Energy Security in A Conflict-Ridden Global Landscape", *Journal of Environmental Management*, 352, 120086. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2024.120086>
- Zhang, H., Cai, G. ve Yang, D. (2020). "The Impact of Oil Price Shocks on Clean Energy Stocks: Fresh Evidence from Multi-Scale Perspective", *Energy*, 196, 117099. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2020.117099>
- Zhao, J., Cui, L., Liu, W. ve Zhang, Q. (2023). "Extreme Risk Spillover Effects of International Oil Prices on the Chinese Stock Market: A GARCH-EVT-Copula-CoVAR Approach", *Resources Policy*, 86, 104142. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2023.104142>
- Zolfaghari, M., Ghoddusi, H. ve Faghihian, F. (2020). "Volatility Spillovers for Energy Prices: A Diagonal BEKK Approach", *Energy Economics*, 92, 104965. <https://doi.org/10.1016/J.ENERECO.2020.104965>



**Beyan ve Açıklamalar (Disclosure Statements)**

1. Bu çalışmanın yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedirler (The authors of this article confirm that their work complies with the principles of research and publication ethics).
2. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir (No potential conflict of interest was reported by the authors).
3. Bu çalışma, intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir (This article was screened for potential plagiarism using a plagiarism screening program).