

TEMİZ ENERJİ SEKTÖRÜ, TEKNOLOJİ SEKTÖRÜ VE HAM PETROL ARASINDAKİ YAYILIM İLİŞKİSİ

Spillover between Clean Energy Sector, Crude Oil and Technology Sector

Ahmet Galip GENÇYÜREK* & Ramazan EKİNCİ**

Özet

Küresel ısınmanın sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliği yenilenebilir enerjiye diğer bir ifadeyle temiz enerjiye olan ilgiyi artırmıŐtır. Gelişen teknolojiyle birlikte verimliliğin artması ve maliyetlerin azalması sonucunda da yenilenebilir enerji tüketimi hızlanmıŐtır. Petrol piyasasının yenilenebilir enerjinin ikamesi olması, teknolojinin de yenilenebilir enerjinin önemli bir girdisi olması nedeniyle teoride yenilenebilir enerjinin her iki deęiŐkenden etkilendiği düşünölmektedir. Yapılan çalışma ile teoride ileri sürölen bu görüŐ hem ortalamada hem de varyansta nedensellik ilişkisinin tespitine olanak sağlayan Hong (2001) yöntemiyle incelenmek istenmektedir. Temiz enerji sektörü, teknoloji sektörü ve petrol piyasası sırasıyla Willderhill Endeksi (ECO), ArcaTech Endeksi ve WTI tarafından temsil edilmektedir. 2004-2019 döneminin analiz edildiği çalışma sonucunda ortalamada temiz enerji sektöründen petrol piyasasına doğru, varyansta ise; petrol piyasasından temiz enerji sektörüne doğru Granger nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. Kappa-1 yöntemiyle belirlenen varyans kırılma tarihlerinin dikkate alınması sonrasında nedensellik iliŐkilerinin varlığında herhangi bir değişim gözlemlenmemiŐtir. Elde edilen sonuçların araştırmacılara, politika yapıcılara ve yatırımcılara önemli bilgiler sunacağı düşünölmektedir.

Abstract

Climate change resulting from global warming has increased the interest in renewable energy (clean energy). The consumption of renewable energy has accelerated as a result of increasing efficiency and decreasing costs due to the developing technology. In theory, renewable energy is thought to be affected by the oil market and technology sector, since the oil market is a substitute for renewable energy and technology sector is an important input of renewable energy. This view which is claimed in theory is aimed to be analyzed by the Hong (2001) method that allows the determination of causality both mean and variance. The clean energy sector, the technology sector, and the oil market are represented by the Willderhill Index (ECO), ArcaTech Index, and WTI respectively. As a result of the study that is span from 2004-2019, it has been determined that there is causality in mean from the oil market to the clean energy sector; and there is causality in variance from the clean energy sector to the oil market. After considering the variance breaking dates determined by the Kappa-1 method, no change was observed in the presence of causality. It is believed that the result obtained from the study, provide information to researches, policymakers and investors.

Anahtar Kelimeler:
Yenilenebilir Enerji,
Petrol Piyasası,
Teknoloji Sektörü

JEL Kodları:
C58, G10, Q42

Keywords:
Renewable Energy,
Crude Oil, Technology
Sector

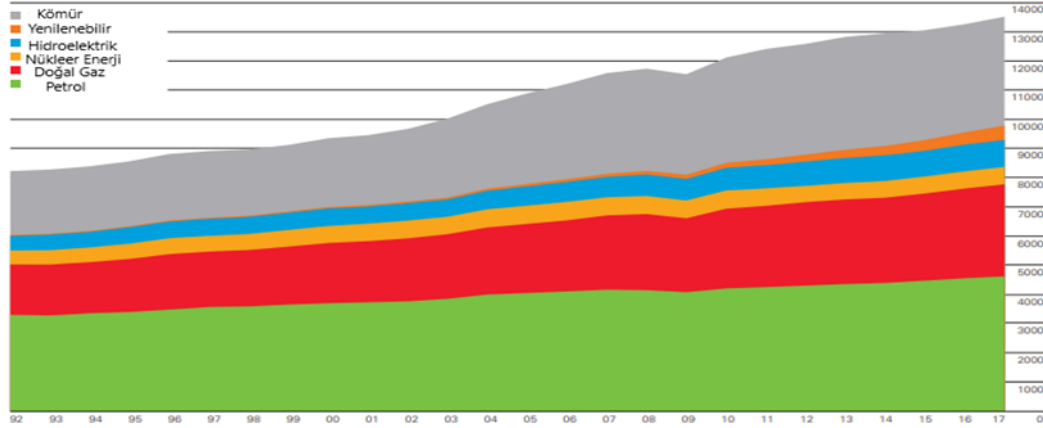
JEL Codes:
C58, G10, Q42

* Sorumlu Yazar, Dr. Öğr. Üyesi, Munzur Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, ahmetgalipgencyurek@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5842-7942

** Dr. Öğr. Üyesi, Bakırçay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ramazan.ekinci@bakircay.edu.tr, ORCID:0000-0001-7420-9841

1. Giriş

Kesintisiz enerji arzı günlük yaşamımızın devamlılığı için bir gerekliliktir. Bunun yanında enerji bir ulusun sosyo-ekonomik gelişimi için de önemli bir girdidir. Birçok enerji türü bulunmakla beraber küresel ölçekteki en önemli enerji kaynağı fosil (petrol, doğalgaz, kömür vb.) ürünlerdir (Bondia, Ghosh ve Kanjilal, 2016). Söz konusu enerji kaynakları Şekil 1’de açıkça görülmektedir.

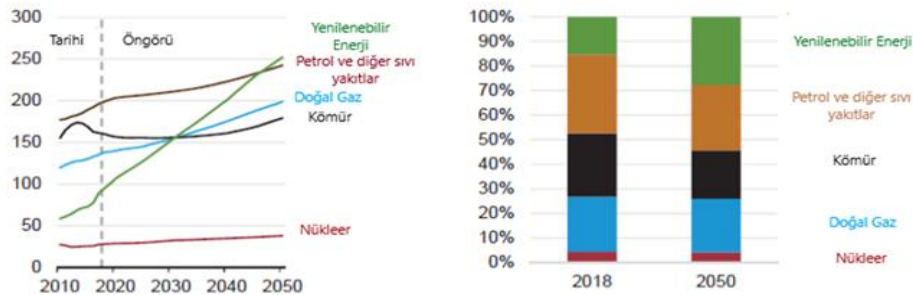


Şekil 1. Dünya Enerji Tüketimi

Kaynak: BP (2018) Dünya Enerji İstatistik Raporu

Şekil 1 incelendiğinde fosil kaynaklar içerisinde en büyük tüketim payına sahip enerji kaynağının ham petrol olduğu görülmektedir. Toplam enerji tüketimi içerisinde en düşük pay ise; yenilenebilir enerjidedir, ancak toplam içerisindeki payının zaman içerisinde artış gösterdiği anlaşılmaktadır.

Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidro enerji, biyo yakıt enerjisi, jeotermal enerji ve gelgit enerjisi şeklinde türlere ayrılan yenilenebilir enerji kavramı, kendini devamlı yenileyen doğal kaynaklardan enerji üretimi yapılması olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji elektrik üretimi, mekanın ısıtılması, suyun ısıtılması ve ulaşım için kullanılmaktadır (Painuly ve Wohlgemuth, 2020).



Şekil 2. Toplam Enerji Tüketimi Mevcut Durumu ve Gelecek Öngörüsü

Kaynak: Uluslararası Enerji Görünümü EIA (2019)

şekil 2 incelendiğinde 2050 yılına gelindiğinde yenilenebilir enerjinin (temiz enerji) en önemli enerji kaynağı olacağı anlaşılmaktadır. ABD Enerji Bilgilendirme Dairesi (EIA) tarafından 2019 yılına ait raporda 2018-2050 döneminde elektrik üretiminde en hızlı büyüyen enerji kaynağının yenilenebilir enerji olacağı ve her yıl ortalama %3.6 büyüme göstereceği belirtilmektedir (Enerji Bilgilendirme Dairesi [EIA], 2019).

Yenilenebilir enerji kavramı, başta iklim değişikliği olmak üzere, enerji hatlarının güvenliği ve yüksek petrol fiyatları nedeniyle önem verilen bir konudur. Özellikle teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler ve çevreye duyarlı tüketici sayısındaki artış son yıllarda yenilenebilir enerji kavramının hızlı gelişmesini sağlamaktadır (Sadorsky, 2012). Ham petrol piyasası ve teknoloji, yenilenebilir enerji sektörüne ilişkin çalışmalarda özellikle dikkate alınan kavramlardır.

Ham petrol ve yenilenebilir enerji birbirlerinin ikamesi olarak görölmektedir. Bu bağlamda yüksek petrol fiyatlarının alternatif enerji (yenilenebilir enerji) kaynağı şirketlerinin finansal performansını artırdığına yönelik bir düşünce gelişmiştir (Bondia vd., 2016; Kumar, Managi ve Matsuda, 2012). Diğer bir ifadeyle aralarında pozitif ilişki olduğuna yönelik genel bir kanı bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji fiyatlarının (kurulum vs.) yüksek olmasından dolayı petrol fiyatlarında yaşanacak önemli bir düşüşün yenilenebilir enerjinin cazibesini ve ekonomik katkısını düşüreceği fikri de bu duruma örnek olarak verilebilir (Ferrer, Shahzad, Lopez ve Jareno, 2018). Ancak yapılan çalışmalarda her iki kavramın ilişkisine yönelik kesin bir görüş birliği sağlanamamıştır (Dutta, 2017)

Geleneksel enerji kaynaklarına göre, yenilenebilir enerji sektörü ileri teknoloji sektörüyle yakından ilişkilidir (Song, Ji, Du ve Geng, 2019). Çünkü teknoloji, yenilenebilir enerji (temiz enerji) sektörünün önemli girdilerinden birisidir. Teknolojik ilerlemeler, yenilenebilir enerjiden alınan verimin artmasına ve maliyetlerin azalmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle teknolojiye ilişkililerle ilgili ilerlemeler ile yenilenebilir enerji arasında teoride ilişki olduğu düşünölmektedir.

Çalışmanın amacı, teknoloji sektörünün ve petrol piyasasının hem ortalamada hem de varyansta temiz enerji sektörünü etkileyip etkilemediğinin tespitidir. Literatürde bu ilişkiyi araştıran çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır (VAR, MS-VAR, ok Değişkenli Otoresgresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri ve Nedensellik Testleri gibi). Bu çalışmada, hem ortalamada hem de varyansta nedensellik ilişkisinin analizine olanak sağlayan Hong (2001) yönteminden yararlanılarak mevcut literatürün genişletilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde konuya yönelik literatür taramasına, metodolojiye, uygulamaya ve uygulamadan elde edilen sonuçların yorumlanmasına yer verilecektir.

2. Literatür Taraması

Literatürde enerji piyasaları ile hisse senedi ilişkilerini inceleyen birçok çalışma olmasına rağmen temiz enerji sektörü, petrol piyasası ve teknoloji sektörü arasındaki ilişkiyi inceleyen çok az sayıda çalışma mevcuttur. Aşağıda söz konusu çalışmalar ile, bu çalışmalardan elde edilen bulgulara yer verilmektedir.

Henriques ve Sadorsky (2008) petrol piyasası, faiz oranları, teknoloji sektörü ve alternatif enerji piyasaları ilişkilerini inceledikleri çalışmalarında VAR metodolojisinden

yararlanmışlardır. 2001-2007 dönemine ait haftalık verilerin incelendiği çalışma sonucunda teknoloji sektörünün ve petrol piyasasının alternatif enerji sektörünün Granger nedeni olduğunu ve teknoloji sektörünün şok etkisinin petrol piyasasından daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Kumar vd. (2012) çalışmalarında temiz enerji sektörü, petrol piyasası ve karbon piyasası ilişkisini incelemişlerdir. 2005-2008 dönemine ait haftalık veriler üzerinden VAR analizini gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda petrol piyasasının ve teknoloji sektörünün temiz enerji sektöründeki firmaların hisse senedi değerini etkilediğini belirlemişlerdir. Temiz enerji sektörü ile karbon piyasası arasında ise; herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Sadorsky (2012) çalışmasında petrol piyasası, temiz enerji ve teknoloji sektörlerini 2001-2010 dönemini dikkate alarak incelemiştir. BEKK, CCC ve DCC GARCH modellerinden yararlanılarak yapılan çalışma sonucunda DCC-GARCH modelinin daha uygun yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, Dinamik koşullu korelasyonların en yüksek değerine 2008 yılında ulaştığı belirlenmiştir. İlaveten, teknoloji sektörü ile temiz enerji sektörü arasındaki dinamik koşullu korelasyonun, petrol piyasası ile temiz enerji sektörü arasındaki dinamik koşullu korelasyondan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Managi ve Okimoto (2013) haftalık veriler üzerinden petrol piyasası, teknoloji sektörü ve temiz enerji piyasasını MS-VAR yöntemiyle incelemiştir. 2001-2010 döneminin incelendiği çalışma sonucunda 2007 yılında yapısal değişim olduğu ve yapısal değişim sonrasında petrol fiyatları ile enerji fiyatları arasında pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Bondia vd. (2016) petrol piyasası, temiz enerji sektörü, teknoloji sektörü ve faiz oranları arasındaki ilişkiyi Eşik Eşbütünleşme testi (Threshold Cointegration) ile analiz etmişlerdir. 2003-2015 döneminin analiz edilmesi sonucunda teknoloji sektörünün, petrol piyasasının ve faiz oranlarının alternatif enerji sektörünün Granger nedeni olduğu belirlenmiştir.

Ahmad (2017) çalışmasında petrol piyasası, teknoloji sektörü ve temiz enerji sektörü arasındaki ilişkiyi BEKK, CCC, DCC-GARCH ve Diebold-Yılmaz Spillover Endeksi ile incelemiştir. 2005-2015 dönemi günlük veriler üzerinden yapılan incelemeler sonucunda, teknoloji sektörünün yenilenebilir enerji sektörü ve petrol piyasası açısından önemli olduğu belirlenmiştir. Öte yandan teknoloji sektörünün ve temiz enerji sektörünün petrol piyasasına doğru olan getiri ve volatilité yayılımı konusunda baskın etken konumunda olduğu tespit edilmiştir.

Reboredo, Rivera-Castro ve Ugolini (2017) çalışmalarında petrol piyasası ile yenilenebilir enerji sektörü arasındaki birlikte hareketliliği ve nedenselliği (doğrusal ve doğrusal olmayan Granger Nedensellik Yöntemleri) Dalgacık temelli yaklaşımla incelemişlerdir. 2006-2015 dönemi günlük verileri üzerinde yapılan analizler sonucunda, petrol piyasası ile yenilenebilir enerji sektörü arasındaki bağımlılığın kısa vadede zayıf, uzun vadede ise yavaş yavaş yükseldiğini belirlemişlerdir. İlaveten, yenilenebilir enerji sektöründen petrol piyasasına doğru doğrusal olmayan nedensellik tespit etmişlerdir.

Ferrer vd. (2018) yenilenebilir enerji sektörü, teknoloji sektörü, konvansiyonel enerji sektörü, ham petrol gelecek sözleşmeleri fiyatları ve 10 yıllık hazine bonusu arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında Barunik ve Křehlík (2018) tarafından geliştirilen yaklaşımdan yararlanmışlardır. 2003-2017 dönemine ait günlük verilerin incelenmesi sonucunda, getiri ve

volatilite bağlantılığının kısa dönemde üretildiği belirlenmiştir. Petrol piyasasının kısa vadede ve uzun vadede yenilenebilir enerji sektörü açısından ana etken olmadığı tespit edilmiştir.

Reboredo ve Ugolini (2018) petrol, gaz, kömür ve elektrik şeklindeki enerji kaynakları ile temiz enerji sektörü arasındaki ilişkiyi çok değişkenli copula yöntemiyle analiz etmişlerdir. 2009-2016 döneminin analiz edilmesi sonucunda petrol fiyatının ve elektrik fiyatının temiz enerji sektörünün ana etkeni olduğu belirlenmiştir.

Kocaarslan ve Soytaş (2019) çalışmalarında teknoloji sektörü, petrol piyasası ve temiz enerji sektörü arasındaki ilişkiyi dolar kurunu dikkate alarak incelemişlerdir. 2004-2018 dönemine ait günlük verilerin incelendiği çalışmada DCC-EGARCH ve ADCC-EGARCH metodolojilerinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, asimetric dinamik korelasyon ilişkisi belirlenmiştir. İlâveten, teknoloji sektörü ile temiz enerji arasındaki dinamik korelasyonun petrol piyasası ile temiz enerji sektörü arasındaki dinamik korelasyondan daha kuvvetli olduğu tespit edilmiştir.

Maghyreh, Awartani ve Abdoh (2019) petrol piyasası, temiz enerji sektörü ve teknoloji endeksi arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında dalgacık tabanlı DCC-GARCH modelinden yararlanmışlardır. 2001-2018 dönemi günlük verilerin analiz edildiği çalışma sonucunda çift yönlü getiri ve risk aktarımı belirlenmiştir.

Pham (2019) çalışmasında temiz enerji sektörleri ile petrol piyasası ilişkisini Diebold ve Yılmaz Spillover Endeksi, DCC, ADCC ve GO-GARCH yöntemleriyle incelemiştir. Çalışma sonucunda petrol piyasasına doğru olan volatilité aktarımı konusunda en fazla biyoyakıt sektörünün etkili olduğu belirlenmiştir.

Dawar, Dutta, Bouri ve Saeed (2020), çalışmalarında petrol piyasası ile (WTI) Willderhill Temiz Eneji Endeksi, MAC Küresel Güneş Enerjisi Endeksi ve S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi arasındaki ilişkiyi haftalık veriler üzerinden kantil regresyon yöntemi ile analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda temiz enerji endekslerinin petrol piyasası üzerinde azalan bir bağlılık ilişkisine sahip olduğu tespit edilmiştir. İlâveten gecikmeli olarak petrol piyasasının temiz enerji sektörü üzerinde önemli ölçüde etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Nasreen, Tiwari, Eizaguirre ve Wohar (2020), petrol piyasası, teknoloji endeksi ve temiz enerji endeksi arasındaki ilişkiyi dalgacık dönüşüm yöntemi ve Diebold Yılmaz Spillover Endeksi ile incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda volatilitenin teknoloji sektöründen petrol ve temiz enerji endeksine doğru olduğu belirlenmiştir.

3. Veri Seti ve Metodoloji

2004-2019 dönemine ait günlük verilerin ele alındığı çalışmada temiz enerji sektörünü temsilen ECO (WilderHill Clean Energy Index), teknoloji sektörünü temsilen PSE (Arca Technology Index), ham petrolü temsilen WTI spot fiyatı (West Texas Intermediate) verilerinden yararlanılmıştır. ECO Endeksi WilderHill şirketinden, PSE Endeksi yahoo.finance adresinden, WTI verisi ise EIA'dan elde edilmiştir. Etik kurul izni ve /veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Literatürde varyans nedensellik analizlerinde kullanılan ilk yöntem Cheung ve Ng (1996) metodudur. Bu yöntem Pormanteu testi dikkate alınarak yapılmaktadır. Hong'un (2001) yöntemi ise Cheung-Ng (1996) yönteminin geliştirilmiş haline dayanmaktadır (Yıldırım, Çevik

ve Esen, 2020). Hong’un (2001) önerdiği yaklaşımda nedensellik analizi, kareli standardize artık değerlerin çaprazlama korelasyonlarının ağırlıklı toplamları kullanılarak yapılmaktadır. Her bir gecikmede çaprazlama korelasyonlardan yararlanmaya ve gecikmelere göre farklı ağırlık verilebilmesine izin verdiği için, bu modelin diğer modellere karşı üstün olduğu ileri sürülmektedir.

Modele ilişkin denklemler aşağıda belirtilmektedir (Hong, 2001):

$$Q = \frac{T \sum_{l=1}^{T-1} k^2 \left(\frac{l}{M}\right) \hat{p}_{uv}^2(l) - C_{1T}(k)}{\sqrt{2D_{1T}(k)}} \quad (1)$$

$$C_{1T}(k) = \sum_{j=1}^{T-1} (1 - j/T) k^2 (j/M) \quad (2)$$

$$D_{1T}(k) = \sum_{j=1}^{T-1} (1 - j/T) \{1 - (j + 1)\} k^4 (j/M) \quad (3)$$

Hong (2001) test sürecini aşağıdaki aşamalara dayandırmaktadır:

- Birinci aşamada, ele alınan her bir değişken için tek değişkenli Genelleştirilmiş Otoresif Koşullu Değişen Varyans modelleri tahmin edilir.
- İkinci aşamada, modellerden standardize artık değerlerin karesi alınarak çaprazlama korelasyon fonksiyonu oluşturulur.
- Üçüncü aşamada, $k()$ ve M fonksiyonları belirlenir.
- Son aşamada ise Q test istatistiği belirlenir. Eğer Q değeri kritik değerden büyükse boş hipotez reddedilir.

Hong yönteminin gerçekleştirilmesi için gerekli olan standardize artık değerler için çalışmada GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve APARCH yöntemlerinden yararlanılmıştır. İlgili yöntemlere ilişkin denklem süreci aşağıdaki gibidir.

GARCH yöntemi, Engle (1982) tarafından ileri sürülen ARCH modelinin geliştirilmiş halidir. Bu gelişim AR sürecinin ARMA sürecine genişletilmesine benzemektedir. GARCH sürecine ilişkin denklemler aşağıdaki gibidir (Bollerslev,1986):

$$\varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0h_t) \quad (4)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (5)$$

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_1 > 0, \quad \beta_1 \geq 0, \quad \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$p=0$ olduğu durumda GARCH süreci ARCH sürecine dönmektedir. ARCH süreci meydana gelen şokun volatilité üzerindeki etkisini, GARCH süreci ise önceki dönem volatilitéde meydana gelen değişimin şu anki volatilité üzerindeki etkisini göstermektedir.

EGARCH yöntemi Nelson (1991) tarafından ileri sürülmüştür. Nelson (1991) çalışmasında koşullu değişen varyansın pozitif olması koşulunu sağlayabilmek için $\ln(\sigma_t^2)$ ve

Z_t 'nin gecikmeli değerini dikkate almıştır. EGARCH yöntemi asimetrik etkiyi dikkate alan bir yöntemdir. Diğer bir ifadeyle, negatif ve pozitif haberlerin volatilitte üzerindeki etkisinin simetrik olmadığını göstermektedir.

EGARCH yöntemine ilişkin denklemler aşağıdaki gibidir (Nelson, 1991):

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_t + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k g(Z_{t-k}) \quad (6)$$

$$g(Z_t) \equiv \theta Z_t + \gamma[|Z_t| - E|Z_t|] \quad (7)$$

Koşullu varyans sürecinin asimetrik etkilere cevap verebilmesi $g(Z_t)$ terimi ile mümkün olmaktadır. $\gamma[|Z_t| - E|Z_t|]$ ifadesi GARCH modelindeki şiddet etkisini göstermektedir.

GJR-GARCH modeli Glosten ve diğerleri tarafından 1993 yılında yapılan çalışmayla literatüre kazandırılmıştır. GJR-GARCH modeline ilişkin denklem aşağıdaki gibidir (Terasvirta, 2009):

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \{\alpha_j + \delta_j I(\varepsilon_{t-j} > 0)\} \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (8)$$

Denklem 8'de yer alan ε_{t-j} ifadesi sıfırdan küçük olursa kukla değişken 1, tersi bir durum olursa ise kukla değişken 0 olmaktadır (Korkmaz ve evik, 2009).

APARCH modeli Ding, Granger ve Engle (1993) tarafından ileri srlen iyi ve kötü haberlerin volatilitte üzerindeki etkisinin asimetrik olduğunu ileri süren yöntemlerden biridir. Modele ilişkin denklem süreci aşağıdaki gibidir (Ding vd., 1993):

$$\varepsilon_t = s_t e_t \quad e_t \sim N(0,1) \quad (9)$$

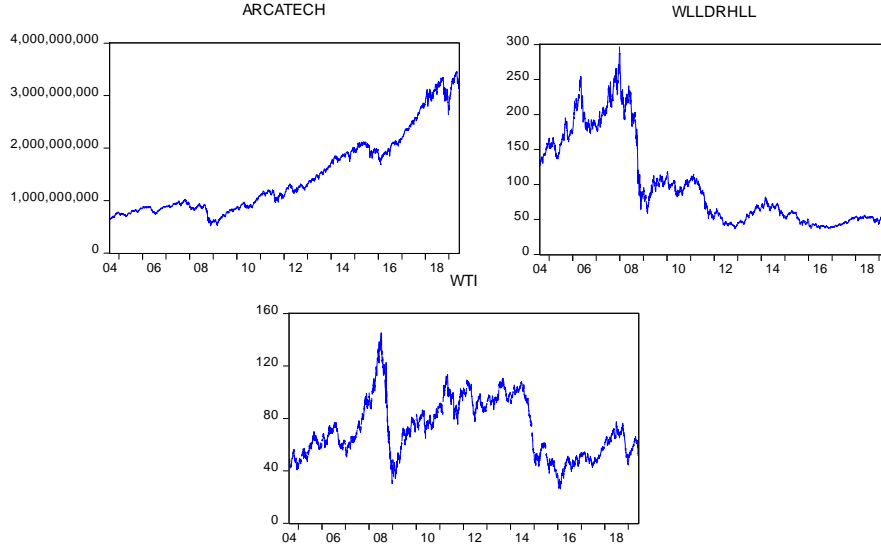
$$s_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}|^{\beta_i} \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j s_{t-j}^\delta \quad (10)$$

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i \geq 0,$$

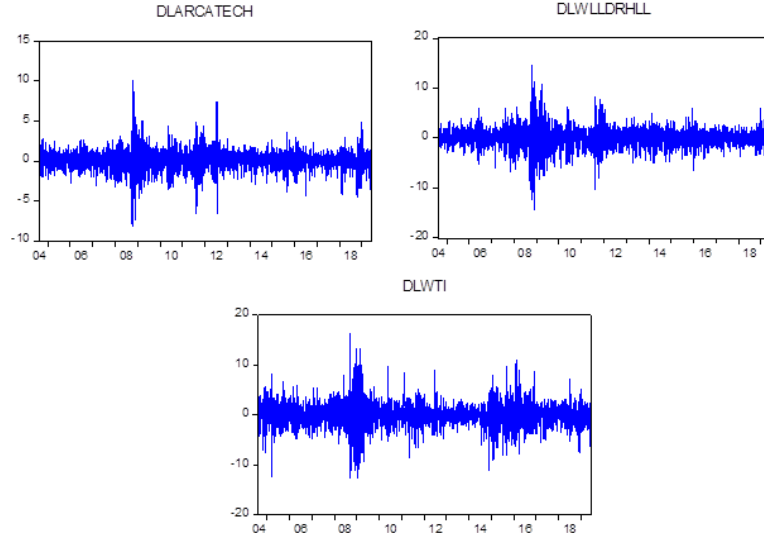
Kaldıraç etkisinin varlığının tespiti için $\delta \geq 0$ ve $-1 < \beta_i < 1$ koşullarının sağlanmış olması gerekmektedir. γ kaldıraç parametresi, δ ise; g parametresini ifade etmektedir.

4. Uygulama

Çalışmada kullanılan veri setleri $\ln(P_t / P_{t-1}) * 100$ formülü ile getiri serisine dönüştürülmüştür. Veri setlerinin düzey değerlerine ve getiri serilerine ait grafikler Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmektedir.

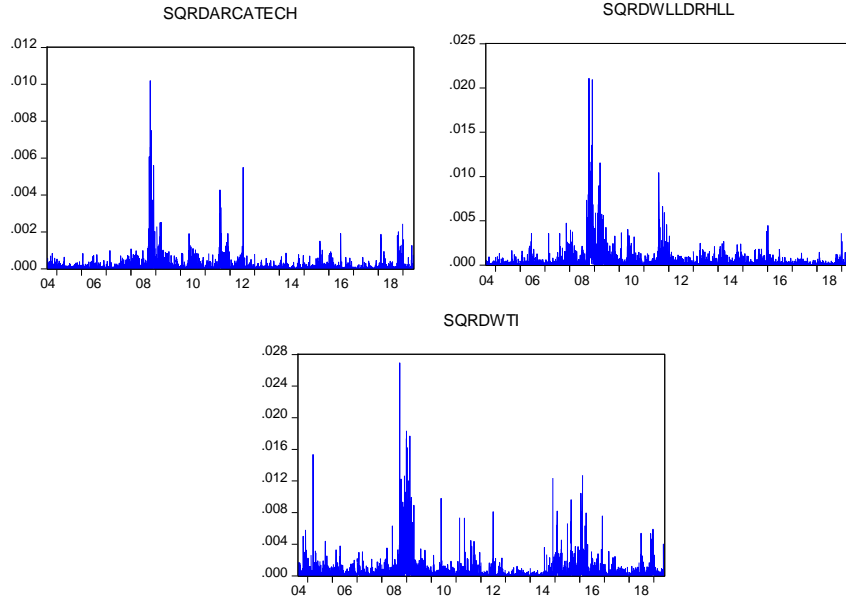


Şekil 3. Veri Setlerinin Fiyat Serileri Grafikleri



Şekil 4. Veri Setlerinin Getiri Serisi Grafikleri

Şekil 3’teki grafikler incelendiğinde, teknoloji sektörünün 2004 yılından başlayarak 2019 yılına kadar artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Ham petrol ve temiz enerji sektörlerinin 2008 yılına kadar artış gösterdiği, 2008- 2009 döneminde ise yaşanan küresel finans krizi nedeniyle önemli ölçüde düştüğü anlaşılmaktadır. Benzer önemli düşüş eğilimi petrol piyasasında 2014 yılında görülmektedir. Bu durum üzerinde OPEC tarafından petrol arzı kısıntısına gidilmemesinin etkili olduğu düşünülmektedir



Şekil 5. Veri Setlerinin Volatilite Kümelenmesi (Getiri Kareleri) Grafikleri

Şekil 5’teki grafikler “büyük değişimlerin büyük değişimlerce, küçük değişimlerin ise küçük değişimlerce takip edilmesi eğilimi” olarak ifade edilen volatilite kümelenmesini (Mandelbrot, 1963, s. 418) göstermektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

	ARCATECH	WLLDRHLL	WTI
Ortalama	0.044627	-0.020327	0.003953
Maksimum	10.09880	14.51950	16.41370
Minimum	-8.120166	-14.46730	-12.82672
Std. Sapma	1.214487	1.990493	2.348850
Çarpıklık	-0.229362	-0.364531	0.050021
Basıklık	8.902896	8.317598	7.381513
Jarque-Bera	5446.609***	4476.102***	2984.391***

Not: *** ifadesi %1 anlamlılığı göstermektedir.

Bir seriyi en iyi temsil eden değer olarak ifade edilebilen ortalamaya ilişkin sonuçlar incelendiğinde sadece temiz enerji sektöründe negatif getiri görülmektedir. Serinin risk düzeyini; diğer bir ifadeyle serinin ortalamadan sapmasını gösteren standart sapma sonuçlarına göre riski en yüksek ver seti ham petroldür. Çarpıklık değerlerinin teknoloji sektöründe ve temiz enerji sektöründe negatif olması olumsuz olayların gerçekleşme ihtimalinin daha yüksek olduğunu, ham petrol için pozitif olması ise olumlu olayların gerçekleşme ihtimalinin daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Basıklık değerlerinin 3’ten büyük olması, veri setlerinin leptokurtik (sivri) dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Çarpıklık ve basıklık sonuçları veri setinin normal dağılmadığını bir göstergesi olup, Jarque Bera testi sonuçları bu durumu desteklemektedir.

Tablo 2. Birim Kök Testleri Sonuçları

	ADF		PP		KPSS	
	C	C + T	C	C + T	C	C + T
ARCATECH						
Test Statistic	-14.52587	-14.54090	-65.25341	-65.25332	0.084416	0.043105
Test Critical (%5)	-2.862122	-3.411016	-2.862118	-3.411011	0.463000	0.146000
WLLDRHLL						
Test Statistic	-13.56936	-13.56937	-58.30926	-58.30151	0.108947	0.105981
Test Critical (%5)	-2.862122	-3.411017	-2.862118	-3.411011	0.463000	0.146000
WTI						
Test Statistic	-16.26382	-16.28608	-62.64673	-62.65015	0.104687	0.038552
Test Critical (%5)	-2.862121	-3.411015	-2.862118	-3.411011	0.463000	0.146000

Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri seri birim kök içermektedir şeklindeki yokluk hipotezini, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) testi ise seri durağandır yokluk hipotezini sınamaktadır. Tablo 2’deki sonuçlar incelendiğinde, ADF ve PP testine göre yokluk hipotezinin reddedildiği, KPSS testinin ise kabul edildiği görülmektedir.

Tablo 3. ARCH-LM Testi Sonuçları

	ARCATECH ARMA	WLLDRHLL ARMA	WTI ARMA
ARCH 1-2	276.28***	415.69***	185.91***
ARCH 1-5	172.15***	266.01***	128.84***
ARCH1-10	108.79***	163.12***	70.733***

Not: *** ifadesi %1 anlamlılığı göstermektedir.

Veri setlerinin korelogram tablosu dikkate alınarak ve EViews 10 Otomatik ARIMA Algoritması vasıtasıyla uygun ARMA yapıları ArcaTech için (3,3), Willderhill için (6,6), WTI için ise; (5,5) olarak belirlenmiştir. Tablo 3’te kullanılan değişkenlerde değişen varyans sorununun olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan ARCH-LM testi sonuçları yer almaktadır. Test sonuçları, varyansın sabit olmadığını ve bu nedenle GARCH modellerinin veri setine uygun olduğunu göstermektedir. Buna göre yapılan GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve APARCH modellemeleri sonucunda, Log-Olabilirlik (LL) değerlerine göre (Eklerde yer almaktadır) ArcaTech için EGARCH(1,1), Willderhill için GJR-GARCH(1,1) ve WTI için APARCH(1,1) modelinin uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak, tanı testlerinin geçerliliği ve verilerin bir bütün olarak değerlendirilmesi sonucunda en uygun modellemelerin GARCH (1,1) ile yapılmasının gerekliliği tespit edilmiştir. Yapılan GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modellemeleri sonuçları Tablo 4’te gösterilmektedir.

Tablo 4. Kırılmaz Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Model Sonuçları

	ARCATECH GARCH (1,1)	WLLDRHLL GARCH (1,1)	WTI GARCH (1,1)
ω	0.030134*** [4.272]	0.059251*** [3.371]	0.033735*** [2.620]
α	0.103866*** [8.026]	0.087653*** [6.036]	0.058527*** [6.225]
β	0.874864*** [59.67]	0.894686*** [50.14]	0.936212*** [91.57]
Student	-	-	7.402154*** [8.019]
GED	1.365652*** [28.68]	-	-
Q(20)	15.8212	16.4829**	11.6250
Q(20) ²	24.2708	27.0890	17.8555
ARCH-LM (1-5)	0.74450	2.0212	1.3686
Skewness	-0.44955***	-0.29913***	-0.28839
Excess Kurtosis	1.2862***	0.61402***	2.4730
J-B	382.64***	114.19***	1001.9
LL	-5345.000	-7184.381	-7866.958

Not: ***, **, sırasıyla %1 ve %5 anlamlılığı göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler t istatistiklerini göstermektedir.

Tablo 4'te yer alan ω ifadesi sabit terimi, α ifadesi ARCH terimini ve β ifadesi ise GARCH terimini belirtmektedir. ARCH etkisi, meydana gelen bir şokun volatilité üzerindeki etkisini göstermektedir. GARCH etkisi ise bir önceki dönemdeki volatilitenin, bir sonraki dönem volatilitésine etkisini ifade etmektedir. Oynaklıktaki kalıcılığının göstergesi olan $\alpha + \beta$ katsayılarının toplamının her üç seri için 1'e oldukça yakın olması, oynaklığın kalıcılığının yüksek olması anlamına gelmektedir.

GARCH modellemeleri yapılan veri setlerinin hem ortalamadaki hem de volatilitédeki nedensellik ilişkisi için yararlanılan Hong (2001) yöntemi sonuçları, Tablo 5'te ve Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 5. Hong (2001) Ortalamada Nedensellik

Nedensellik Yönü	M=1	M=2	M=3	M=4	M=5
ArcaTech → WillderHill	-0,703	-0,595	-0,566	-0,611	-0,682
WillderHill → ArcaTech	-0,651	-0,560	-0,506	-0,521	-0,530
WTI → Willderhill	-0,559	-0,696	-0,742	-0,739	-0,745
Willderhill → WTI	3,471***	3,731***	3,789***	3,695***	3,520***
ArcaTech → WTI	1,573	1,544	1,395	1,201	1,000
WTI → ArcaTech	-0,680	-0,549	-0,236	0,030	0,254

Not: ***, ** sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlılıkları göstermektedir. M değerleri, Q test istatistiğini belirtmektedir.

Tablo 5'teki sonuçlar incelendiğinde teknoloji sektörü (ArcaTech) ile temiz enerji sektörü (Willderhill) arasında ortalamada herhangi bir nedensellik ilişkisi yoktur hipotezinin reddedilemediği görülmektedir. Benzer nedensellik ilişkisinin (çift yönlü) teknoloji sektörü (Arcatech) ile ham petrol piyasası (WTI) arasında da geçerli olduğu anlaşılmaktadır. Veri setleri

arasında ortalamada nedensellik ilişkisinin sadece temiz enerji sektöründen (Willderhill) petrol piyasasına (WTI) doğru olduğu tespit edilmektedir.

Tablo 6. Hong (2001) Varyansta Nedensellik

Nedensellik Yönü	M=1	M=2	M=3	M=4	M=5
ArcaTech → WillderHill	-0,706	-0,527	-0,069	0,459	0,864
WillderHill → ArcaTech	-0,612	-0,556	-0,564	-0,269	0,201
WTI → Willderhill	2,846***	2,591***	2,233***	1,920**	1,655**
Willderhill → WTI	-0,707	-0,467	-0,338	-0,221	-0,112
ArcaTech → WTI	-0,212	-0,338	-0,475	-0,586	-0,622
WTI → ArcaTech	-0,098	-0,265	-0,444	-0,563	-0,591

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlılıkları göstermektedir. M değerleri, Q test istatistiğini belirtmektedir.

Tablo 6’deki sonuçlara göre teknoloji sektörü (ArcaTech) ile temiz enerji sektörü (Willderhill) arasında volatilitede herhangi bir nedensellik ilişkisi yoktur hipotezinin reddedilemediği anlaşılmaktadır. Teknoloji sektörü (ArcaTech) ile ham petrol piyasası (WTI) arasında da herhangi bir nedensellik ilişkisine ulaşılamamıştır. Tablo 6’deki sonuçlar, veri setleri arasındaki volatilité etkileşiminin sadece ham petrol piyasasından (WTI) temiz enerji sektörüne (Willderhill) doğru olduğunu göstermektedir.

Elde edilen varyans nedensellik ilişkisinde kırılmaların etkisini görebilmek amacıyla Sanso Arago ve Silvestre (2004) tarafından geliştirilen Kappa-1 metodundan yararlanılmıştır. Sanso vd. (2004), değişkenlerin leptokurtik veya platikurtik bir dağılıma sahip olması durumunda hacim çarpıklığı sorunu ile karşılaşılacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle Kappa-1 modeli, diğer bir kırılma testi olan Inclan- Tiao yöntemine alternatif olarak kullanılmıştır.

Kappa-1 yöntemiyle uygun varyans kırılma tarihlerini belirlerken De Pooter ve Van Dijk (2004) tarafından ileri sürülen ve iki kırılma tarihi arasında belirli bir sürenin geçmesi (63 gün veya 126 gün) ilkesinden yararlanılmıştır. Çalışmamızda bu süre 126 gün olarak belirlenmiştir. Buna göre, birinci kırılmadan sonra ikinci kırılma belirlenirken aradan en az 126 gün geçmektedir.

Yapılan analizler sonucunda ArcaTech, Willderhill ve WTI değişkenlerinin varyansında 10’ar adet varyans kırılma tarihi belirlenmiştir. Bu tarihler Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7. Kappa-1 Varyans Kırılma Tarihleri

Değişkenler	ArcaTech	Willderhill	WTI
Tarihler	22.04.2005	10.05.2006	13.06.2005
	23.07.2007	02.08.2007	23.10.2007
	12.09.2008	24.03.2008	12.09.2008
	01.06.2009	09.12.2008	20.04.2009
	26.04.2010	22.06.2009	02.04.2013
	26.07.2011	26.04.2010	10.07.2014
	07.08.2012	01.08.2011	01.09.2015
	23.07.2015	17.02.2016	27.04.2016
	08.07.2016	04.01.2017	14.12.2016
	25.01.2018	03.10.2018	21.06.2018

Kappa-1 yöntemi ile elde edilen varyans kırılma tarihleri kukla değişkenlerle belirlenerek GARCH (1,1) modellenmesi yapılmıştır. Elde edilen model sonuçları Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8. Kırılmalı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Model Sonuçları

	ARCATECH GARCH (1,1)	WLLDRHLL GARCH (1,1)	WTI GARCH (1,1)
ω	0.112450*** [3.521]	0.106466*** [3.528]	0.268128** [2.414]
α	0.099210*** [8.127]	0.093166*** [6.173]	0.056128*** [5.675]
β	0.823777*** [36.17]	0.849454*** [31.09]	0.896482*** [43.12]
Student	7.264973*** [8.596]	-	8.371933*** [7.389]
GED	-	1.642538*** [25.85]	-
Q(20)	16.6839	20.8477***	10.5362
Q(20) ²	26.6188	27.1586	19.0050
ARCH-LM (1-5)	0.41523	1.6956	1.3562
Skewness	-0.43787	-0.26060	-0.21203
Excess Kurtosis	1.3017	0.50672	1.7145
J-B	382.44	82.103	484.68

Not: ***, **, sırasıyla %1 ve %5 anlamlılığı göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler t istatistiklerini göstermektedir.

Tablo 8’deki sonuçlar incelendiğinde volatilitenin kalıcılığını gösteren α ve β katsayıları toplamının ($\alpha + \beta < 1$) sırasıyla 0,923-0,943 ve 0,953 olduğu görülmektedir. Varyans kırılmaları öncesinde ise volatilitenin kalıcılık parametreleri sırasıyla 0,979-0,982 ve 0,995 (Tablo 4) şeklindedir. Tahmin edilen volatilitenin kalıcılığı değerleri, varyans kırılmalarının sahte hafızaya neden olabileceği yönünde bilgi vermektedir. Sahte hafıza etkisine neden olan varyans kırılmalarının değişkenler arasındaki varyans ilişkisinde herhangi bir etki yaratıp yaratmadığının tespiti için, kırılmaların kukla değişken olarak ele alındığı GARCH (1,1) modellerinden elde edilen standardize edilmiş hata terimlerinin karesi ile Hong (2001) analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizden elde edilen sonuçlar Tablo 9’da belirtilmektedir.

Tablo 9. Kırılmaların Dikkate Alındığı Modellemede Hong (2001) Varyansta Nedensellik

Nedensellik Yönü	M=1	M=2	M=3	M=4	M=5
ArcaTech →	-0,521	-0,533	-0,485	-0,405	-0,338
WillderHill					
WillderHill → ArcaTech	-0,489	-0,429	-0,439	-0,245	0,082
WTI → Willderhill	3,641***	3,400***	3,025***	2,684***	2,387***
Willderhill → WTI	-0,675	-0,390	-0,219	-0,146	-0,127
ArcaTech → WTI	-0,512	-0,666	-0,813	-0,926	-0,993
WTI → ArcaTech	0,327	0,156	-0,041	-0,188	-0,283

Not: ***, ** sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlılığları göstermektedir. M değerleri, Q test istatistiğini belirtmektedir.

Kırılmaların etkisinin dikkate alındığı modelleme sonuçları (Tablo 9) incelendiğinde, varyans kırılmalarının değişkenler arasındaki varyans nedensellik ilişkisinde herhangi bir değişime neden olmadığı tespit edilmektedir.

5. Tartışma ve Sonuç

Enerji günümüzde günlük yaşantının devamı için oldukça gereksinim duyulan bir ihtiyaçtır. Enerji için katlanılan maliyetler ülke ekonomilerini makro ve mikro bazda etkilemektedir. Doğada çok sayıda enerji türü bulunmakla beraber, enerji kaynakları içerisinde en fazla tüketilen kaynaklar fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlar içerisinde ise petrol en büyük paya sahip olan kaynaktır. Fosil yakıtların çevreye verdikleri zarar sonucu ortaya çıkan iklim değişikliği sorunu, enerji ihtiyacının yenilenebilir enerjiye yönelmesine neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji toplam enerji tüketimi içerisinde en düşük paya sahip olan unsur olmasına rağmen, toplam enerji tüketimindeki payı hızlı bir büyüme göstermektedir. Bu büyüme üzerinde küresel iklim değişikliğine yönelik duyarlılık artışının ve gelişen teknolojinin önemi oldukça fazladır.

Petrol piyasasının temiz enerji sektörünün ikamesi olması, teknoloji sektörünün de temiz enerji sektörünün önemli bir girdisi olması nedeniyle teoride temiz enerji - petrol piyasası, temiz enerji - teknoloji sektörü şeklinde ilişki durumları olduğu ifade edilmektedir. Yapılan çalışmayla ileri sürülen bu hipotezlerin geçerliliği araştırılmak istenmektedir. Literatürden farklı olarak çalışmada, Hong (2001) tarafından ileri sürülen ve hem ortalamada hem de varyansta nedenselliği araştıran yöntem dikkate alınmıştır.

Yapılan analizler sonucunda ortalamadaki nedenselliğin sadece temiz enerji sektöründen petrol piyasasına doğru olduğu belirlenmiştir. Buna göre, temiz enerji sektörünün geçmiş getirisinde yaşanan bir değişimin, cari dönem petrol piyasası getirisindeki değişimin Granger nedeni olduğu söylenebilir. Kısacası, petrol piyasasındaki fiyatlar üzerinde, petrol piyasasının ikamesi olan temiz enerji sektörü etkili olmaktadır. Elde edilen bu sonuç, Roberedo vd. (2017) ile Ahmad'ın (2017) çalışmasından elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Ortalamadaki nedensellik sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, hem teknoloji sektöründeki hem de petrol fiyatlarındaki değişimlerin temiz enerji sektörünün fiyat değişimleri üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlar, Henriques ve Sadorsky (2008), Kumar vd. (2012), Bondia vd. (2016) tarafından yapılan çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ortalamada nedensellikten elde edilen sonuçlar yatırımcılara, petrol piyasasına yönelik yatırım işlemlerinde bulunurken temiz enerji sektöründeki şokları dikkate almalarının gerekliliğini belirtmektedir. Temiz enerji sektörünün petrol piyasası açısından hem arz hem talep yönlü şok kaynağı olmasından hareketle politika yapıcılara da petrol piyasasına yönelik politika geliştirirken temiz enerji sektörüne ilişkin stratejiler (teşvikler) geliştirmeleri konusunda yol göstermektedir.

Değişkenler arasındaki varyans Granger nedensellik ilişkisi sonuçları, sadece petrol piyasasından temiz enerji sektörüne doğru bir ilişki olduğunu göstermektedir. Kappa-1 yöntemi ile belirlenen varyans kırılma tarihlerinin dikkate alınması sonucunda, varyans nedensellik ilişkilerinde herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuç, Song vd. (2019), Dutta (2017), Maghyreh vd. (2019) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Petrol piyasasından temiz enerji sektörüne doğru varyansta nedensellik varlığı, petrol piyasasındaki

oynaklığın temiz enerji sektörü oynaklığını etkilediğini, diğer bir ifadeyle petrol piyasasından temiz enerji sektörüne doğru risk ve bilgi transferi olduğunu belirtmektedir. Risk ve bilgi transferi, risk-getiri dengesi bağlamında optimal portföyü oluşturma, risk yönetimi ve Etkin Piyasa Hipotezi çerçevesinde dikkate alınmalıdır. Örneğin; elde edilen sonuçlara göre teknoloji sektöründe meydana gelen aşırı dalgalanmalar temiz enerji sektörü üzerinde bir riske yol amamaktadır. Dolayısıyla temiz enerji sektörü içeren bir portföye sahip yatırımcı için, teknoloji sektörünün portföye dahil edilmesi iyi bir çeşitlendirme imkanı sağlayabilir. İlave olarak, petrol piyasasında meydana gelen risk artışlarının ve azalışlarının temiz enerji sektörünün riskinin belirleyeni olması (nedeni) ise; petrol piyasasının temiz enerji sektörü içeren bir portföy için iyi bir çeşitlendirme (risk yönetimi) aracı olamayacağı anlamına gelmektedir. Etkin Piyasa Hipotezi'ne göre, bilgiyi elde etmenin piyasa paydaşları açısından teşvik edici bir durumu yoktur. Çünkü fiyatlar her bilgiyi doğru ve hızlı bir Őekilde yansıtılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalarda böyle bir piyasasının uygulamada var olmadığı, bilginin çok önemli olduğu ve bu nedenle bilgi transferinin işleyişin incelenmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, temiz enerji sektörü için petrol piyasası bir bilgi kaynağıdır; teknoloji sektörü ise bilgi kaynağı değildir. Bu nedenle temiz enerji sektörüne yatırım yapan yatırımcılar teknoloji sektörüne ilişkin bilgiler piyasa tarafından fiyatlandığından dolayı, olağanüstü (piyasa ortalamasından fazla) kar elde edebilmek için petrol piyasasına yönelik haberleri dikkate almalıdır. Varyans nedensellik analizinden elde edilen bu sonuç, politika yapıcıları petrol piyasasına yönelik verecekleri kararlarında (teşvik, vergilendirme vb.) temiz enerji sektörü açısından risk oluşturduğunu bilerek hareket etmeleri konusunda yönlendirmektedir.

Elde edilen sonuçlar kısaca değerlendirildiğinde petrol fiyatının belirleyicilerinden birinin temiz enerji fiyatı olduğu; buna karşın, petrol piyasasının temiz enerji fiyatının bir belirleyeni olmadığı ileri sürülebilir. Ayrıca petrol piyasasının temel ve birincil enerji kaynağı olması nedeniyle risk ve bilgi iletiminde etkin pozisyonda olduğu teoride dşnlmektedir. Varyans nedensellik sonucunun da bu durumu desteklediği belirtilebilir.

Çalışmada ulaştığımız bulgular, kullanılan analiz yöntemi ile bağlantılı olarak bazı kısıtlar içermektedir. Özellikle ele alınan dönem aralığında tespit edilen kırılma tarihlerinin nedensellik analizleri üzerindeki etkisi doğrudan değil, GARCH modelinden elde edilen kalıntı kareleri üzerinden dolaylı olarak analiz edilmektedir. Dolayısıyla, ele alınan dönem boyunca meydana gelen krizlerin, yapısal değişimlerin ve rejim değişimlerinin neden olduğu kırılmaların etkisinin zamana göre değişen nedensellik analizleri ile doğrudan dikkate alınması daha güvenilir ve daha kapsamlı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu etki dikkate alınmalıdır. Yapılan araştırmanın diğer kısıt unsuru ise teknoloji sektörünü temsilen seçilen ArcaTech 100 Endeksi'dir. Söz konusu endeks, bilgisayar donanım ve yazılımları, telekomünikasyon, veri depolama ve işleme, uzay bilimi ve savunma, sağlık ekipmanları ve biyoteknoloji vb. birçok sektörden işletmeyi içerisinde bulduran bir endekstir. Bu nedenle çalışmada, teknoloji sektörü ile temiz enerji sektörü arasında bir ilişki bulunamamış olabilir. Dolayısıyla konuya yönelik bundan sonraki çalışmalarda doğrudan temiz enerji sektörü teknolojisinin yoğun olduğu bir endeksin, rneğin S&P Yenilenebilir Enerji ve Temiz Teknoloji Endeksi'nin dikkate alınarak analizlerin yapılmasının gerekliliği ileri sürülebilir. Ayrıca enerji kaynaklarının doğal gaz ve kömür gibi kaynaklarla çeşitlendirilerek incelenmesinin daha derinlemesine bir analize olanak sağlayacağı dşnlmektedir. Öte yandan, iklim değişikliğinin önem kazanmasına bağlı olarak temiz enerji ve yenilenebilir enerji sektörleri önem

kazanacaktır. Bu piyasaların iktisadi olarak bir işlevsellik kazanıp kazanmadığı bu çalışmaların bulguları ile gösterilmektedir. İleri yönelik olarak bu piyasalardan beklenen amacın gerçekleşip gerçekleşmediğinin analizine ise ayrıca ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, bu piyasaların karar verme süreçleri ile tercihleri belirleme üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırılmalıdır. Söz konusu araştırmaların yeni geliştirilen kantitatif analiz araçları ile birlikte makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi yöntemlerle yapılması literatüre de katkılar sunacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ıkar atışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar atışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Ahmad, W. (2017). An analysis of directional spillover between crude oil prices and stock prices of clean energy and technology companies. *Research in International Business and Finance*, 47, 376-389. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.140>
- Baruník, J. and Křehlík, T. (2018). Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk. *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 271-296. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nby001>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bondia, R., Ghosh, S. and 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>
- BP. (2018). *BP statistical review of world energy 67th edition*. Retrieved from <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-oil.pdf>
- Cheung, Y-W. and Ng, L. K. (1996). A causality-in-variance test and its application to financial market prices. *Journal of Econometrics*, 72(1-2), 33-48. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01714-X](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01714-X)
- Dawar, I., Dutta, A., Bouri, E. and Saeed, T. (2020). Crude oil prices and clean energy stock indices: Lagged and asymmetric effects with quantile regression. *Renewable Energy*, 163, 288-299. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.162>
- De Pooter, M. and Van Dijk, D. (2004). *Testing for changes in volatility in heteroskedastic time series-a further examination* (No. EI 2004-38). Retrieved from <https://repub.eur.nl/pub/1627/>
- Ding, Z., Granger, C. W. J. and Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106. [https://doi.org/10.1016/0927-5398\(93\)90006-D](https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D)
- Dutta, A. (2017). Oil price uncertainty and clean energy stock returns: New evidence from crude oil volatility index. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1157-1166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.050>
- EIA. (2019). *International energy outlook with projections to 2050*. Retrieved from <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Ferrer, R., Shahzad, S. J. H., Lopez, R. and Jareno, 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.eneco.2018.09.022>
- Henriques, I. and Sadorsky, P. (2008). Oil prices and the stock prices of alternative energy companies. *Energy Economics*, 30, 998-1010. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.11.001>
- Hong, Y. (2001). A test for volatility spillover with application to exchange rates. *Journal of Econometrics*, 103, 183-224. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00043-4)
- Kocaarslan, B. and Soytaş, U. (2019). Dynamic correlations between oil prices and the stock prices of clean energy and technology firms: The role of reserve currency (US dollar). *Energy Economics*, 84, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104502>
- Korkmaz, T. ve Çevik, E. İ. (2009). Zımnı volatilite endeksinden gelişmekte olan piyasalara yönelik volatilite yayılma etkisi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 3(2), 87-105. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/bddkdergisi>

- Kumar, S., Managi, S. and Matsuda, A. (2012). Stock prices of clean energy firms, oil and carbon markets: A vector autoregressive analysis. *Energy Economics*, 34, 215-226. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.002>
- Maghyreh, A. I., Awartani, B. and Abdoh, H. (2019). The co-movement between oil and clean energy stocks: A wavelet based analysis of horizon associations. *Energy*, 169, 895-913. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.039>
- Managi, S. and 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>
- Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394-419. doi: 10.1086/294632
- Nasreen, S., Tiwari, A. K., Eizaguirre, J. C. and Wohar, M. E. (2020). Dynamic connectedness between oil prices and stock returns of clean energy and technology companies. *Journal of Cleaner Production*, 260, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121015>
- Nelson, D. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347-370. <https://doi.org/10.2307/2938260>
- Painuly, P. I. and Wohlgemuth, N. (2020). Economics of renewable energy. In U. Soytaş and R. Sarı (Eds.), *Handbook of Energy Economics* (pp .68-84). NY: Routledge.
- Pham, L. (2019). Do all clean energy stocks respond homogeneously to oil price?. *Energy Economics*, 81, 355-379. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.010>
- Reboredo, J. C. and 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.eneco.2018.10.012>
- Reboredo, J. C., Rivera-Castro, M. A. and 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.eneco.2016.10.015>
- Sadorsky, P. (2012). Correlations and volatility spillovers between oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies. *Energy Economics*, 34, 248-255. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.006>
- Sanso, A., Arago, V. and Silvestre, J. (2004). Testing for changes in the unconditional variance of financial time series. *Revista de Economia Financiera*, 4(1), 32-53. Retrieved from <https://dspace.uib.es/>
- Song, Y., Ji, Q., Du, Y-J. and Geng, J-B. (2019). The dynamic dependence of fossil energy, investor sentiment and renewable energy stock markets. *Energy Economics*, 84, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104564>
- Terasvirta, T. (2009). An introduction to univariate Garch models. In T. G. Andersen, R A. Davis, J-P. Kreib and T. Mikosch (Eds.), *Handbook of Financial Time Series* (pp. 17-42). Berlin: Springer.
- Yıldırım, D. Ç., Çevik, E. İ. and Esen, Ö. (2020). Time-varying volatility spillovers between oil prices and precious metal prices. *Resources Policy*, 68, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101783>

EKLER

Ek 1. Üssel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Model Sonuçları

	ARCATECH EGARCH (1,1)	WLLDRHLL EGARCH (1,1)	WTI EGARCH (1,1)
ω	-0.159772 [-1.148]	1.147378** [9.792]	1.329455*** [6.842]
α	-0.155049 [-1.033]	-0.179794 [-0.9671]	-0.224564 [-1.205]
β	0.977195*** [157.4]	0.981542*** [178.1]	0.991445*** [395.1]
γ_1	-0.155243*** [-5.872]	-0.060025*** [-3.579]	0.072331*** [-3.880]
γ_2	0.144494** [6.740]	0.184546*** [5.634]	0.137391*** [4.353]
Student	7.134557*** [8.667]	-	.858024*** [7.463]
GED	-	-	-
Q(20)	17.2936	20.0113**	8.43318
Q(20) ²	24.1484	27.3855	22.5265
ARCH-LM (1-5)	0.48913	2.7872**	2.8871**
Skewness	-0.53720***	-0.28256***	-0.34743***
Excess Kurtosis	1.4849***	0.62582***	2.5682***
J-B	521.95***	110.47***	1099.8***
LL	-5295.977	-7169.801	-7847.926

Not: ***, **, * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Ek 2. GJR Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Model Sonuçları

	ARCATECH GJR-GARCH (1,1)	WLLDRHLL GJR-GARCH(1,1)	WTI GJR-GARCH(1,1)
ω	0.032489*** [4.369]	0.067476*** [3.279]	0.028964*** [2.587]
α	0.001339 [0.1217]	0.043882 [3.612]	0.022442*** [2.751]
β	0.884134*** [53.58]	0.897250*** [47.83]	0.944124*** [101.5]
δ	0.167750*** [5.840]	0.070020*** [3.287]	0.055235*** [4.639]
Student	7.117882*** [8.765]	12.341234*** [4.940]	7.745643*** [7.537]
GED	-	-	-
Q(20)	16.0563	17.5017**	9.66514
Q(20) ²	26.2946	20.3204	18.4140
ARCH-LM (1-5)	1.0430	1.1287	1.5656
Skewness	-0.47182***	-0.28543***	-0.30600***
Excess Kurtosis	1.3441***	0.67167***	2.5592***
J-B	419.04***	120.73***	1075.8***
LL	-5307.305	-7154.483	-7854.299

Not: ***, **, * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Ek 3. Asimetrik Güç Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Model Sonuçları

	ARCATECH APARCH (1,1)	WLLDRHLL APARCH(1,1)	WTI APARCH(1,1)
ω	-	0.058844*** [2.823]	0.019316*** [3.223]
α	-	0.080898*** [5.485]	0.053157*** [6.489]
β	-	0.899791*** [48.29]	0.949517*** [118.6]
γ	-	0.257529*** [2.816]	0.548777*** [3.966]
δ	-	1.716050*** [4.562]	1.103709*** [4.998]
Student	-	12.313826*** [4.812]	7.881986*** [7.410]
GED	-	-	-
Q(20)	-	17.3126**	8.63665
Q(20) ²	-	20.5992	27.2483
ARCH-LM (1-5)	-	1.2795	3.9051***
Skewness	-	-0.28713***	-0.34929***
Excess Kurtosis	-	0.67690***	2.6734***
J-B	-	122.43***	1186.3***
LL	-	-7154.552	-7847.248

Not: ***, **, * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyini göstermektedir. ARCATECH için yakınsama problemi nedeniyle hesaplama yapılamamıştır.

SPILOVER BETWEEN CLEAN ENERGY SECTOR, CRUDE OIL AND TECHNOLOGY SECTOR

EXTENDED SUMMARY

The Aim of the Study

This study aims to determine the mean and variance causality relationship between the technology sector, the oil market, and the clean energy sector. According to this, Willderhill Index (ECO), ArcaTech Index (PSE), and crude oil prices (WTI) are analyzed by Hong (2001) causality method for the period span from 2004-2019.

Literature

In the literature, generally results have shown that the oil market and technology sector is Granger cause of the clean energy sector in mean and variance and the effect of the technology sector is more than the oil market.

Methodology

Hong's (2001) method, which is modified of the causality analysis proposed by Cheung and Ng (1996), was used. Hong (2001) method is based on the portmanteau test like Cheung and Ng (1996) method, but this method allows different weighting according to lags. The most appropriate autoregressive conditional variance model was determined as GARCH (1,1), in terms of the integrity of analysis and diagnostic tests.

Findings

As a result of the analysis, there is only uni-direction causality in mean from the clean energy sector to the oil market. Besides, there is only uni-direction causality in variance from the oil market to the clean energy sector before and after variance breaking dates

Conclusion

Nowadays, energy is a vital need for daily life and the cost of energy affect the economies of countries on macro and micro basis. Although there are many types of energy, the most consumed resources among energy sources are fossil fuels. Among the fossil fuels oil have the largest share. The climate change problem, which appears as a result of the damage that caused by fossil fuels to the environment, leads the energy need to be met from renewable (clean) energy. Although renewable energy has the lowest share in total energy consumption, its share in total energy consumption is growing rapidly. Increasing sensitivity to global climate change and developing technology has an important effect on this growth. Due to the fact that oil market is substitute for the clean energy sector and the technology sector is an important

input of the clean energy sector, in theory it is stated that there are relationships between clean energy and oil market, clean energy and technology sector.

The findings in the mean causality indicate that the clean energy sector is Granger cause of the oil market. This result is interpreted that investors should take into account the price changes in the clean energy sector while making investment in the oil market. Policy makers should also develop strategies (incentives) for the clean energy sector while they want to develop a policy for the oil market.

The findings in the variance causality show that the volatility in the oil market affect the volatility of the clean energy sector. In other words, there is a risk and information transfer from the oil market to the clean energy sector. This result shows that the oil market can not to be used as a diversification tool for investors’ portfolio that includes the clean energy sector. Another of the main results of this study is that technology sector is not Granger mean or variance of clean energy sector.

In this study, there are two constraints. One of them is about methodology. Because Hong’s (2001) methodology does not take into account the time-varying properties of causality. Another constraint is about the data that represents the technology sector, called ArcaTech 100 Index. This index includes lots of firms that are related to computer hardware and software, telecommunication, data storage and processing, aerospace and defense, health care equipment, biotechnology, etc. Therefore, the causality relationship in mean and variance may not be found in the study. So, in future studies, researchers should consider an index that is related more to cleantech, for example S&P/TSX Renewable Energy and Clean Technology Index.