

## Finansal Varlıkların Temiz Enerji Piyasasına Etkisi

Arife Özdemir Höl<sup>1</sup>

### Özet

Son dönemlerde küresel ısınmanın artması ve iklim değişikliğinin yaşanması temiz enerjiye olan ilginin artmasına neden olmuştur. Bu ilgi artışı temiz enerji kullanan ve üreten şirketlerin sayısının artmasına, temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinin borsalarda işlem görmesine, temiz enerjiye dayalı yeni finansal araçların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Çevreye karşı duyarlı olanlar için bu yeni finansal ürünler hem tasarruflarını değerlendirmenin hem de temiz enerji şirketlerini desteklemenin bir yoludur. Temiz enerji piyasalarında tasarruflarını değerlendirmek isteyenler için temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinin diğer finansal varlıklar ve piyasalar ile olan ilişkisinin araştırılması oldukça önemlidir. Bu yüzden çalışmada S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile Brent petrol, ons altın, Bitcoin, S&P 500 Endeksi arasındaki ilişkiler Maki (2012) Çoklu Yapısal Kırımlı Eşbütünleşme testi ve Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik testi ile araştırılmıştır. Yapılan eşbütünleşme testi sonucunda değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri belirlenmiştir. Nedensellik testi sonucunda ise S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile S&P 500 Endeksi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Brent petrol ve ons altın fiyatlarından S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'ne doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu, Bitcoin ile S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlardan hareketle Brent petrol, ons altın ve S&P 500 Endeksi'nin S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi için güvenli liman özelliklerine sahip olmadığı, Bitcoin'in ise S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi için riskten korunma amacıyla kullanılabilceği söylenebilmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçların tasarruflarını temiz enerji şirketlerine ait pay senetlerine yatırım yaparak değerlendirmek isteyenlere, riskten korunma stratejileri oluşturmak isteyenlere, portföy yöneticilerine yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, aozdemir@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9902-9174

## 1. Giriş

Son dönemlerde nüfus yoğunluğunun artması ve gelişen sanayileşme ile birlikte sera gazı salınımındaki artışlar küresel ısınmaya yol açarak iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. Çevre bilincinin artmasıyla birlikte sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin önlenmesi için yüksek düzeyde karbon salınımı gerçekleştiren geleneksel fosil yakıtların yerine kullanılacak alternatif kaynakların üretimi ve kullanımının sağlanması önemli hale gelmiştir. Karbon salınımına ek olarak fosil yakıtların arzının sınırlı olması, petrol fiyatında yaşanan dalgalanmalar, teknolojik ilerlemeler de düşük karbon salınımına sahip temiz enerji kaynaklarının üretiminin desteklenmesini ve bu kaynaklara yatırımın artmasını gerektirmektedir (Wang vd., 2023:1289). Ayrıca 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması da karbon emisyonunun azaltılması yeşil enerjiye geçiş gibi konularda anlaşmanın taraflarına yol gösterici olmaktadır. BM İklim Değişikliği Konferansı'nda (COP21) imzalanan Paris Anlaşması'nın hedefi küresel ortalama sıcaklıktaki artışı sanayi öncesi seviyelere göre 2 °C artış seviyesi ile sınırlı tutmak hatta mümkünse 1,5°C ile sınırlamaktır (United Nations). Bu hedefi tutturabilmek için temiz enerji kullanımına geçişi sağlayabilmek ve temiz enerji üretiminin artırılması gerekmektedir. Temiz enerji yatırımlarının artırılması da kamu ve özel sektörün birlikte hareket etmesiyle mümkün olabilecektir. Bu anlamda temiz enerji şirketlerinin kurulması, ihtiyaç duydukları sermayenin sağlanması için bu şirketlerin borsalarda işlem görmesi, sermaye sağlayabilecekleri yeşil finansman araçlarının kullanılması oldukça önemlidir (Erdoğan vd., 2022:1). Bu doğrultuda pek çok temiz enerji şirketi borsalarda işlem görmeye başlamakta, bu şirketlerin pay senetlerini borsada takip edebilmek için temiz enerji endeksleri oluşturulmaktadır.

Borsalarda işlem görmeye başlayan temiz enerji şirketlerinin pay senetleri, temiz enerji endeksleri, temiz enerji yatırım fonları hem temiz enerji yatırımları için kaynak sağlamanın bir yolu hem de finansal piyasa katılımcıları için tasarruflarını değerlendirebilecekleri yeni finansal araçlardır. Çevreye duyarlı olan, yaptığı yatırımlarla hem çevreyi desteklemek isteyen hem de finansal çeşitlendirme yaparak tasarruflarını korumak isteyen finansal piyasa katılımcıları arasında oldukça popüler hale gelen temiz enerji endekslerinin performans değerlendirmesinin yapılması, diğer finansal varlıklarla ilişkilerinin belirlenmesi riskten korunma stratejilerinin belirlenebilmesi ve portföy çeşitlendirmenin yapılabilmesi için oldukça önemlidir.

Temiz enerji sektörünün gelişimi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olan geleneksel fosil enerji sektörünün piyasa dalgalanmaları özellikle yatırım ve sermaye piyasalarında temiz enerji getirileri ile ilgilidir. Örnek vermek gerekirse fosil enerji fiyatlarının düşük olduğu durumlarda temiz enerji geliştirmenin maliyetinin yüksek olması yatırımcıların temiz enerji yatırımlarını azaltabilir ve sonuç olarak da temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinin düşmesine yol açabilir. Ters durumda fosil yakıt enerjisinin fiyatı daha yüksek olduğunda, temiz enerjiyi daha fazla keşfetmeye yönelik teşvikler daha güçlü olacak ve bu da temiz enerji şirketlerinin pay senedi fiyatlarının artmasına neden olacaktır (Xia vd., 2019:1-2, Liu ve Hamori, 2020: 1).

Temiz enerji sektörüyle ilgili olabilecek bir diğer varlık da hem bir üretim aracı hem de bir yatırım aracı olarak kullanılabilen altındır. Altın fiyatlarının temiz enerji pay senedi üzerindeki etkisinin araştırılmasının ardındaki sebep, altının sığınak ve korunma özellikleri tarafından belirlenmektedir. Sermaye piyasası kargaşası durumunda, yatırımcılar temiz enerji pay senedi portföylerine altını dahil ederek temiz enerji pay senetlerinin düşüş riskinden korunabilirler. Örneğin 2008 yılında yaşanan küresel ekonomik sırasında %50 değer kaybına maruz kalan temiz enerji borsa endeksine yatırım yapanlar altın fiyatlarının yükseliş eğiliminde olması nedeniyle altın piyasalarına yatırım yaparak kayıplarını kısmen telafi edebilirdi. Bu nedenle, altın fiyatları ile temiz enerji pay senedi getirileri arasında bir ilişki olabileceği düşünülmektedir (He vd., 2021:2).

Son dönemde oldukça popüler olan bir diğer finansal varlık ise kripto para piyasalarıdır. İlk ve en popüler kripto para birimi olan Bitcoin işlemlerinin hacmi arttıkça Bitcoin ağı daha rekabetçi hale gelmektedir. Blokları doğrulayan ve Bitcoin madencilerini tazmin eden kripto algoritması daha karmaşık hale gelerek güç ve enerjinin oynaklığını tahmin etmeyi daha da zorlaştırmaktadır. British Broadcasting Channel'a (BBC) göre Cambridge akademisyenleri Bitcoin'in her yıl yaklaşık 121.36 terawatt-saat (TWh) elektrik tükettiğini tahmin etmektedir. Bu da 46 milyon nüfuslu Arjantin'in tüketiminden fazladır. Bu rapor kripto para birimlerinin geleceğinde finans ve enerji piyasalarının kritik rolünü göstermektedir (Attarzadeh ve Balcılar, 2022a:65185-65186).

Bu çalışmada temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinin diğer finansal varlıklar ile ilişkisini ortaya koyabilmek ve bu sayede temiz enerji piyasasında tasarruflarını değerlendirmek isteyen taraflara, riskten korunma stratejileri oluşturmak isteyenlere yardımcı olabilmek amaçlanmaktadır. Bu amaçla temiz enerji piyasasını temsilen hem gelişmiş hem de gelişmekte olan piyasalardan küresel temiz enerji ile ilgili işletmelerdeki şirketlerin performansını ölçmek

için tasarlanmış olan S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile en bilinen ve en popüler olan kripto para piyasasına yön veren Bitcoin, güvenli liman özelliğine sahip altın, fosil enerji piyasasını temsilen Brent petrol ve geleneksel pay piyasalarını temsilen de S&P 500 Endeksi seçilmiş ve bu değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiler araştırılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda çalışmaların petrol ve temiz enerji arasındaki ilişkilere odaklandığı görülmekle birlikte son dönemlerde temiz enerji yatırımlarının artmasına bağlı olarak temiz enerji ile altın, petrol, kripto paralar arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalarında artmaya başladığı görülmüştür. Bu anlamda yapılan çalışma temiz enerji, petrol, Bitcoin ve geleneksel pay senetleri ilişkisinin birlikte araştırıldığı sınırlı çalışmalardan biri olmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yapılan literatür taramasına yer verildikten sonra çalışmanın metodolojisi sunulacak ve yapılan analiz sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilerek sonuç ve değerlendirme bölümünde literatür kapsamında ulaşılan bulgular değerlendirilecektir.

## **2. Literatür Taraması**

Çalışmanın bu bölümünde temiz enerji piyasası ile en çok ilişkili olduğu düşünülen finansal varlıklar arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalar kısaca özetlenecektir. Yapılan literatür taraması sonucunda bu çalışmaların genellikle temiz enerji ve petrol arasındaki ilişkileri araştırmaya odaklandığı sınırlı da olsa Bitcoin ve altın gibi diğer finansal varlıklarla ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların da bulunduğu gözlemlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar şu şekildedir:

Henriques ve Sadorsky (2008), çalışmalarında alternatif enerji pay senedi fiyatları, teknoloji pay senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranları arasındaki ilişkiyi 03.01.2001-30.05.2007 dönemi için Vektör Otoregresyon (VAR) modeliyle araştırmışlardır. Araştırma sonucunda teknoloji pay senedi fiyatları ve petrol fiyatlarının alternatif enerji pay senedi fiyatlarının Granger nedeni olduğunu, teknoloji pay senedi fiyatlarına yönelik bir şokun, alternatif enerji pay senedi fiyatları üzerinde, petrol fiyatlarına yönelik bir şoktan daha büyük bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Kumar vd. (2012), 22.04.2005-26.11.2008 dönemine ait temiz enerji pay senedi fiyatları, teknoloji pay senedi fiyatları, petrol fiyatları, karbon fiyatları ve faiz oranı arasındaki ilişkiyi Vektör Otoregresyon (VAR) modelini kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda petrol fiyatları ile teknoloji pay senedi fiyatlarının temiz enerji firmalarının pay senedi fiyatlarını ayrı ayrı etkilediğini, karbon fiyatları ile firmaların pay senedi fiyatları arasında anlamlı bir ilişki olmadığını gözlemlemişlerdir.

Sadorsky (2012), petrol fiyatları ile temiz enerji şirketleri ve teknoloji şirketleri pay senedi fiyatları arasındaki volatilité yayılım ilişkisini BEKK, diagonal, CCC, DCC GARCH modellerini kullanarak 01.01.2001-31.12.2010 dönemi verileriyle araştırmıştır. Çalışma sonucunda temiz enerji şirketleri pay senedi fiyatlarının petrol fiyatlarından çok teknoloji pay senedi fiyatlarıyla daha yüksek korelasyon gösterdiğini bulmuştur.

Managi ve Okimoto (2013), petrol fiyatları, faiz oranı, temiz enerji pay senedi fiyatları ve teknoloji pay senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi Markov-switching Vektör Otoregresif (MSVAR) modeliyle 0.01.2001-24.02.2010 dönemi için araştırmışlardır. Araştırma sonucunda petrol fiyatlarında önemli artışların yaşandığı 2007 yılından sonra bir yapısal değişim yaşandığını ve bunun sonucunda petrol fiyatları ile temiz enerji fiyatları arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Reboredo (2015), petrol ve temiz enerji piyasaları arasındaki sistemik risk ve bağımlılığı 30.12.2005-12.12.2013 dönemi için araştırmıştır. Araştırma sonucunda petrol getirileri ile çeşitli küresel ve sektörel temiz enerji endeksleri arasında zamanla değişen anlamlı ortalama ve simetrik kuyruk bağımlılığı bulunduğunu belirlemiştir.

Bondia vd. (2016), petrol fiyatları, faiz oranları, alternatif enerji şirketleri ve teknoloji pay senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi 03.01.2003-05.06.2015 dönemi için Gregory ve Hansen (1996) ve Hatemi-J (2008) eşik eşbütünleşme testlerini uygulayarak analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda değişkenler arasında eşbütünleşmenin bulunduğunu belirlemiştir. Nedensellik açısından, alternatif enerji şirketlerinin pay senedi fiyatlarının kısa vadede teknoloji pay senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranlarından etkilendiğini, uzun vadede alternatif enerji pay senedi fiyatlarına doğru bir nedensellik bulunmadığını belirlemiştir.

Ahmad (2017), çalışmasında ham petrol fiyatları ile temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin pay senedi fiyatları arasındaki volatilité yayılım ilişkisini BEKK, CCC, DCC, VARMA GARCH modelleri ve Diebold ve Yılmaz (2012) modellerini kullanarak 02.05.2005-30.04.2015 dönemi için incelemiştir. İnceleme sonucunda temiz enerji pay senetleri ve ham petrol fiyatlarının getiri ve oynaklık yayılımlarında teknoloji pay senetlerinin önemli bir rolü olduğunu, teknoloji ve temiz enerji endekslerinin ham petrol fiyatlarına getiri ve volatilité yayıcı konumunda olduklarını, temiz enerji pay senetlerinin teknoloji endeksinden ziyade ham petrol vadeli işlemleriyle birlikte kârlı bir riskten korunma fırsatı sağlayabileceğini ortaya koymuştur.

Dutta (2017), alternatif enerji pay senedi getirilerindeki varyansın ham petrol oynaklık endeksi ile açıklanıp açıklanamayacağını 10.05.2007-30.06.2016 dönemi için gerçekleşen volatilité (RV) modeliyle araştırmıştır. Araştırma sonucunda ham petrol volatilité endeksinin yenilenebilir veya temiz enerji pay senedi getirileri üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu tespit etmiştir.

Reboredo vd. (2017), petrol ve temiz enerji pay senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi Wavelet analizi, zaman frekans alanında doğrusal ve doğrusal olmayan Granger nedensellik testini kullanarak 01.01.2006-16.03.2015 dönemine ait verileri kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda genel ve sektörel temiz enerji endeksleri için kısa vadede petrol ve temiz enerji getirileri arasındaki bağımlılığın zayıf olduğunu; ancak uzun vadede özellikle 2008–2012 döneminde kademeli olarak güçlendiğini tespit etmişlerdir. Nedensellik testleri sonucunda ise daha yüksek frekanslarda doğrusal nedenselliğe karşı ve daha düşük frekanslarda tek yönlü ve çift yönlü doğrusal nedensellik lehine kanıtlara ulaşmışlardır. Buna karşılık, farklı zaman ufuklarında temiz enerji endekslerinden petrol fiyatlarına doğrusal olmayan nedenselliğe dair tutarlı kanıtlar ve petrolden temiz enerji fiyatlarına doğru karışık nedensellik kanıtlarına ulaşmışlardır.

Ferrer vd. (2018), Baruník ve Křehlík (2018) tarafından geliştirilen metodolojiyi kullanarak ABD temiz enerji şirketlerinin pay senedi fiyatları, ham petrol fiyatları ve bir dizi temel finansal değişken arasındaki bağlantının zaman ve frekans dinamiklerini 02.01.2003-29.09.2017 dönemi için araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ham petrol fiyatlarının kısa vadede veya uzun vadede temiz enerji şirketlerinin borsa performansının ana itici gücü olmadığını, alternatif enerji endüstrisinin geleneksel enerji piyasasından ayrıldığını belirlemişlerdir.

Lee ve Baek (2018), ham petrol fiyatlarının temiz enerji şirketlerinin pay senedi fiyatları üzerinde olumlu bir etkisinin olup olmadığını doğrusal olmayan otoregresif dağıtılmış gecikme (NARDL) yaklaşımını kullanarak Ocak 2002-Aralık 2016 dönemi için araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda petrol fiyatlarındaki değişikliklerin temiz enerji pay senedi fiyatları üzerinde asimetrik bir şekilde önemli, pozitif kısa vadeli bir etkisinin bulunduğunu; ancak bu kısa vadeli etkinin uzun vadede kalıcı olmadığını belirlemişlerdir.

Elie vd. (2019), temiz enerji pay senedi endekslerindeki aşırı düşüş hareketlerine karşı güvenli liman varlıkları olarak altın ve ham petrolün potansiyel rollerini 21.11.2003-30.03.2018 dönemi verilerini kopula yaklaşımıyla analiz ederek incelemişlerdir. İnceleme sonucunda hem ham

petrolün hem de altının temiz enerji endeksleri için zayıf güvenli liman varlıklarından başka bir şey olmadığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte, aşırı piyasa hareketlerinde ham petrolün altına üstün olduğu WilderHill Temiz Enerji Endeksi için doğrulanırken, Küresel Temiz Enerji Endeksi için de altının petrole üstünlüğünü doğrulamışlardır.

Pham (2019), temiz enerji borsasının alt sektörleri ile petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi 13.10.2010-21.08.2018 dönemi verilerini Diebold ve Yılmaz (2014) dinamik bağlantılılık modelini kullanarak araştırmıştır. Araştırma sonucunda petrol fiyatı ile temiz enerji borsası arasındaki ilişkinin, temiz enerji borsası alt sektörleri arasında büyük ölçüde değiştiğini tespit etmiştir. Biyoyakıt ve enerji yönetimi stokları petrol fiyatıyla en fazla bağlantıya sahipken rüzgâr, jeotermal, yakıt hücresi stokları ise petrol fiyatıyla en az bağlantıya sahip olan alt temiz enerji grubudur.

Uddin vd. (2019), 21.11.2003-29.12.2017 dönemine ait verileri cross-quantilogram (CQ) yaklaşımı ile analiz ederek temiz enerji pay senedi getirilerinin toplam pay senedi getirileri, petrol ve altın fiyatlarındaki değişimler ve döviz kurları üzerindeki niceliksel bağımlılığını incelemişlerdir. İnceleme sonucunda temiz enerji pay senedi getirilerinin petrol fiyatlarındaki ve toplam pay senedi endeksindeki değişikliklere asimetric pozitif bir bağımlılığı olduğunu ve uzun gecikmelerde bu bağımlılığın arttığını belirlemişlerdir. Döviz kurları ve altın getirilerinin temiz enerji pay senedi getirileri üzerinde aşırı piyasa koşullarında olumlu etkisinin bulunduğunu gözlemlemişlerdir.

Xia vd. (2019), çalışmalarında fosil enerji fiyat değişikliklerinin temiz enerji pay senedi getirileri üzerindeki etkisini Diebold ve Yılmaz (2014) dinamik bağlantılılık modeli vasıtasıyla 01.04.2008-10.07.2019 dönemi için araştırmışlardır. Araştırma sonucunda fosil enerji-temiz enerji ağ sisteminin nispeten yüksek düzeyde karşılıklı bağımlılığa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Elektrik piyasasının, geri dönüş bağlantılılık ağındaki temiz enerji getirilerindeki değişikliklere en büyük katkıyı yapan taraf gibi davrandığını, VaR bağlantılılık ağındaki temiz enerji getirilerindeki değişikliklere en çok petrol ve kömürün katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Foglia ve Angelini (2020), petrol fiyatı ve temiz enerji firmaları arasındaki volatilité bağlantısını 03.01.2011-25.06.2020 dönemi için Diebold ve Yılmaz (2012,2014) genelleştirilmiş VAR modeliyle araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Covid-19 salgını döneminde değişkenler arasındaki dinamik bağlantılılığın önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca ham

petrol Covid-19 öncesi dönemde volatilité vericisi konumundayken salgının sonrasında volatilité alıcısı konumuna geçtiğini belirlemiştir.

Fuentes ve Herrera (2020), 16 temiz enerji pay senedinin gerçekleşen volatilité endeksleri ile iki önemli borsanın (S&P 500 ve STOXX50) ve iki emtia piyasasının (ham petrol ve altın) ima edilen oynaklık endeksleri arasındaki dinamik bağlantılılığı 03.06.2008-03.06.2019 dönemi için Diebold ve Yılmaz (2014) yaklaşımıyla araştırmışlardır. Araştırma sonucunda zımnî oynaklık endekslerinden temiz enerji pay senetlerine tek yönlü bir bağlantı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Nasreen vd. (2020), petrol fiyatları ile temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin pay senedi getirileri arasındaki dinamik bağlantıyı incelemek için 29.12.2000-26.06.2017 dönemi verilerini DCC-GARCH, DECO-GARCH, Diebold ve Yılmaz (2012) zaman alanı, Baruník ve Křehlík (2018) frekans alanı, Wavelet modellerini kullanarak analiz etmişlerdir. Wavelet modeli zaman ve frekans ölçeklerinde petrol fiyatları ile temiz enerji pay senedi getirileri arasında ve petrol fiyatları ile teknoloji şirketlerinin pay senedi getirileri arasında zayıf derecede bir ilişki olduğunu göstermiştir. Sonuçlar volatilitenin teknoloji şirketlerinden petrol ve temiz enerji piyasalarına tüm frekanslarda ve tüm dönem boyunca iletildiğini göstermiştir.

Dawar vd. (2021), ham petrol ve temiz enerji pay senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi nicel tabanlı bir regresyon yaklaşımı kullanarak 31.03.2005-21.06.2019 dönemi için araştırmıştır. Araştırma sonucunda temiz enerji pay senedi getirilerinin ham petrol getirilerine bağımlılığının azaldığına dair bulgulara ulaşmışlardır. WTI petrol getirilerinin temiz enerji pay senedi getirileri üzerindeki gecikmeli etkisi genellikle anlamlı çıkmış, bu temiz enerji pay getirilerinin farklı piyasa koşullarında petrol getirilerine ilişkin yeni bilgilere farklı tepki verdiğini göstermiştir. Çeşitli piyasa koşullarında petrol getirilerinin temiz enerji pay senedi getirileri üzerindeki asimetric etkilerini de kontrol etmişler ve düşüş dönemlerinde negatif petrol getirilerinin güçlü bir etkisi ve yükseliş dönemlerinde önemsiz bir etkisi bulunduğunu belirlemiştir.

Geng vd. (2021), petrol fiyatı değişikliklerinin Avrupa temiz enerji şirketlerinin pay senedi getirileri üzerindeki dinamik etkilerini 01.09.2009-07.06.2019 dönemi verilerini DCC-GARCH, Diebold ve Yılmaz (2014) yayılma endeksini kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ham petrol fiyatları ve temiz enerji pay senetlerindeki değişimlerin aynı yöne doğru hareket etmesine rağmen, petrol getirilerinin ham petrol-temiz enerji bağlantı sisteminde net bilgi alıcısı olarak hareket ettiğini belirlemiştir. Ham petrol getirileri ve temiz enerji şirketlerinin getirileri için bilgi bağımlılığının, zaman



değişimine bakılmaksızın nispeten yüksek bir seviyede kaldığını, petrol ve temiz enerji şirketlerinin getirileri için bilgi bağlantısında bariz bir asimetri bulunduğunu belirlemişlerdir.

He vd. (2021), 21.11.2003-30.01.2020 dönemine ait verileri QARDL yaklaşımıyla analiz ederek petrol fiyatları, altın fiyatları, ABD ve Avrupa ekonomilerindeki finansal stres değişimlerine karşı temiz enerji pay senedi getirilerini incelemektedir. Uzun vadeli sonuçlar, finansal stresin ABD ve Avrupa'nın temiz enerji hisse senedi endeksleri üzerinde daha düşük dilimlerde (yani düşük piyasa koşullarında) önemli ölçüde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Avrupa'nın temiz enerji stokları üzerinde daha yüksek ve son derece yüksek dilimlerde (piyasa yükselişe geçtiğinde) ve ABD'nin neredeyse tüm dilimlerde (yani düşüş, normal ve yükseliş piyasası koşullarında) altın fiyatları için olumsuz etkiler bulmuşlardır. Ancak, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar ABD ve Avrupa'nın temiz enerji pay senedi getirilerini yüksek ve son derece yüksek oranlarda olumlu etkilemektedir. Ayrıca, ABD'nin petrol fiyatları ile temiz enerji pay senetleri arasındaki pozitif ilişki tüm dilimlerde bulunmuştur.

Nacem ve Karim (2021), Bitcoin ve yeşil finansal varlıklar arasındaki kuyruk bağımlılığını incelemek için 01.05.2013-19.07.2021 dönemine ait verileri ADCC-GARCH ve zamanla değişen optimal bağ (time-varying optimal copula-TVOC) yaklaşımıyla incelemişlerdir. İnceleme sonucunda Bitcoin ve yeşil finansal varlıklar arasındaki aşırı bağımlılığı karakterize eden çoklu kuyruk bağımlılık rejimleri bulunduğunu ve bağımlılık yapısının asimetrik ve zamanla değiştiğini gözlemlemişlerdir. Son olarak, yeşil finansal varlıkların Bitcoin için korunma etkinliği tüm yeşil varlıkların özellikle temiz enerjinin Bitcoin için etkili korumalar olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Angelini vd. (2022), 15.09.2011-25.05.2019 dönemine ait verileri kullanarak temiz enerji piyasaları ile petrol ve Bitcoin arasındaki bağımlılığı VaR çerçevesi için VAR modelini kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuçlar değişkenlerin risk yayılımı açısından oldukça entegre olduklarını, petrolden temiz enerjiye yayılmanın etkilerinin Paris Anlaşması'ndan önce bulunduğunu anlaşmadan sonra ise bulunmadığını göstermektedir.

Attarzadeh ve Balcılar (2022a), temiz enerji, Bitcoin, borsa ve ham petrol arasındaki dinamik ilişkiyi zamanla değişen parametrelili vektör otoregresyon (TVP-VAR) modelini kullanarak 11.11.2013-30.09.2021 dönemi için araştırmışlardır. Araştırma sonucunda temiz enerji ve geleneksel borsaların getiri açısından Bitcoin ve petrole şoklar ilettiğini; volatilité açısından ise Bitcoin ve petrolden şoklar aldığını belirlemişlerdir. Ayrıca Bitcoin ve diğer

finansal piyasaların kriz olmayan dönemlerde zayıf bir şekilde bağlantılı olduğunu; 2018'deki büyük kripto para birimi çöküşünde ve 2020'deki Covid-19 salgını gibi kriz dönemlerinde bağlantıların güçlendiğini ortaya koymuşlardır.

Attarzadeh ve Balcılar (2022b), temiz enerji, adi pay senedi, petrol ve teknoloji piyasalarının bağlantılılığını Diebold ve Yılmaz (2012) yayılma endeksi yaklaşımıyla Eylül 2007-Şubat 2020 dönemi için analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda petrol ve temiz enerji piyasalarının çift yönlü volatilitte yayılımına sahip olduğunu, petrol piyasasının net bir volatilitte alıcısı olduğunu, kriz dönemlerinde volatilitte yayılma endeksinin yükseldiğini belirlemişlerdir.

Attarzadeh ve Balcılar (2022c), Bitcoin, WilderHill Temiz Enerji Endeksi, S&P 500 ve West Texas Intermediate (WTI) ham petrol arasındaki getiri ve gerçekleşen volatilitte yayılmalarını 11.1.2013-30.09.2021 dönemi için TVP-VAR yöntemiyle incelemişlerdir. İnceleme sonucunda temiz enerji ve geleneksel pay senetlerinin getiri şoklarını Bitcoin ve petrole ilettiğini, Bitcoin'in petrolden volatilitte şoklarını aldıklarını belirlemişlerdir.

Erdoğan vd. (2022), temiz enerji pay senetleri ile değerli metal fiyatları arasındaki bağlantıyı Candelon ve Tokpavi (2016) tarafından önerilen Granger dağılımda nedensellik testini kullanarak 01.01.2001-12.12.2021 dönemi için araştırmışlardır. Analiz sonucunda dağılımın orta ve sol kuyruğundaki temiz enerji pay senedi getirilerinden değerli metal fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik bağı olduğunu, dağılımın sağ kuyruğundaki değişkenler arasında güçlü geri besleme bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, temiz enerji pay senedi fiyatlarının değerli metal fiyatlarını etkilemede avantajlı olduğunu ve temiz enerji pay senedi yatırımlarının aşağı yönlü riskinden korunmak için değerli metallerin kullanılmayacağını göstermiştir.

Fu vd. (2022), çalışmalarında finansal stres, emtia fiyat oynaklığı (petrol, doğal gaz, altın) ve temiz enerji pay senedi piyasası (S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi) arasındaki ilişkiyi 01.01.2008-30.04.2021 dönemi verilerini Kantil Otoresif Dağıtılmış Gecikme (QARDL) yaklaşımının gelişmiş metodolojisini kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda artan finansal stres endeksi ile petrol ve altın fiyatlarının temiz enerji pay senetlerinin performansını kısa ve uzun vadede önemli ölçüde azalttığını, doğalgazın ise temiz enerji pay senetlerini sadece uzun vadede olumlu etkilediğini, kısa vadede ise önemli bir etkisinin bulunmadığını belirlemişlerdir.

Gustafsson vd. (2022), temiz enerji pay senedi endeksleri ile enerji metallerinin arasındaki ilişkiyi 31.03.2011-23.04.2021 dönemi için DCC-GARCH, Baur ve McDermott (2010), Baur ve Lucey (2010) yöntemlerini kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Kobalt dışındaki tüm enerji metallerinin temiz enerji pay senedi endeksleri ile önemli bir pozitif bağlantıya sahip olduğunu ve bu tür ilişkilerin yüksek oynaklık dönemlerinde geçerli olduğunu gözlemlemişlerdir. İncelenen enerji metallerinin hiçbirinin temiz enerji hisse senedi piyasaları için bir korunma görevi görmediğini, altın ve gümüşün belirli temiz enerji pay senedi endeksleri için koruma görevi gördüğünü ortaya koymuşlardır.

Li ve Meng (2022) yeni kripto para birimleri ile temiz enerji borsaları arasındaki zaman ve frekans bağlantısını değerlendirebilmek için 07.08.2015-26.03.2021 dönemi verilerinin Baruník ve Křehlík (2018) yöntemiyle analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları temiz enerji stoklarının bağlantılılık sisteminde ana yayılma katkısı olduğunu ve kısa vadeli yayılmaların uzun vadeli emsallerine hakim olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, portföy tasarımında yatırımcıların kısa vadeli işlemlerle daha fazla kâr elde edebileceğini ve büyük bir kısmını kripto para birimlerine yatırarak portföyleri optimize edebileceklerini tespit etmişlerdir.

Ren ve Lucey (2022), temiz enerji pay senetlerinin kirli veya temiz kripto para birimleri için güvenli bir liman olup olmadığını araştırdığı çalışmalarında 01.01.2018-17.09.2021 dönemi verilerini DCC-GARCH, Diebold ve Yilmaz (2014) dinamik bağlantılılık modellerini kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda temiz enerji pay senetlerinin her iki tür kripto para için de doğrudan bir korunma olmadığını; ancak aşırı düşüş piyasalarında her ikisi için de en azından zayıf bir güvenli liman olarak hizmet ettiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca, temiz enerjinin, artan belirsizlik sırasında temiz kripto para birimlerine göre kirli kripto para birimleri için güvenli bir sığınak olma olasılığının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Tiwari vd. (2023), Kantil VAR modelini kullanarak Bitcoin fiyatının zamanla değişen yayılma etkileri ile temiz ve yenilenebilir enerji pay senetleri arasındaki bağlantılılığı 01.01.2014-18.10.2022 dönemi için araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Bitcoin'in net bir şok alıcısı olarak hareket ettiğini, aşırı olaylar altında Bitcoin getirileri ile temiz enerji pay senedi getirileri arasında güçlü bir ilişkinin bulunduğunu belirlemişlerdir.

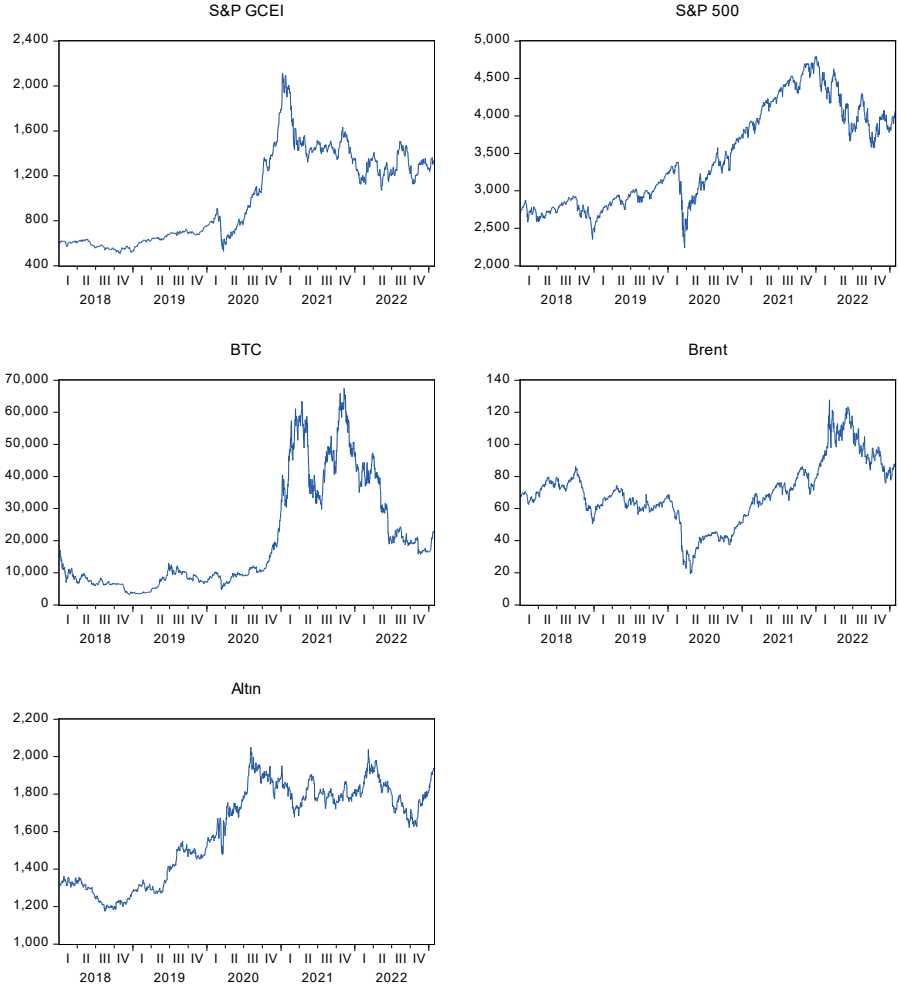
### 3. Veri Seti, Metodoloji ve Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde temiz enerji piyasası ve diğer finansal varlıklar arasındaki ilişkilerin araştırılabilmesi için kullanılan veri setine, araştırma yöntemine ve yapılan analiz sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilecektir.

#### 3.1. Veri Seti

Temiz enerji piyasası ile diğer finansal varlıklar arasındaki ilişkileri araştırabilmek için temiz enerji piyasasını temsilen S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (S&P GCEI) kullanılmıştır. Küresel Temiz Enerji Endeksi gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalardan güneş, rüzgâr, hidro, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan enerji üreten şirketlerin yanı sıra temiz teknoloji üreten ve sağlayan şirketlerin performansını ölçmek için tasarlanmıştır (S&P Dow Jones Indices, 2023). Çeşitli finansal piyasaları temsilen hem emtia olarak kullanılabilen hem de yatırım aracı olarak kullanılabilen ons altın, en çok bilinirliğe sahip kripto para birimi olan Bitcoin, temiz enerji piyasaları ile en çok ilişkiye sahip olduğu düşünülen fosil yakıtları temsilen Brent petrol ve geleneksel pay senedi piyasalarını temsilen de S&P 500 Endeksi kullanılan diğer değişkenlerdir. Çalışmada 02.01.2018-27.01.2023 dönemine ait değişkenlerin kapanış fiyatları kullanılmıştır. Araştırmayı yapabilmek için kullanılan S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'ne ait veriler "spglobal.com" adresinden, diğer değişkenlere ait veriler de "finance.yahoo.com" adresinden elde edilmiştir. Çalışmada değişkenlerin durağanlık seviyelerini belirleyebilmek için Carrion-i Silvestre vd. (2009) Çoklu Yapısal Kırılmalı Birim Kök testi, değişkenler arasında uzun dönemli hareket etme eğiliminin bulunup bulunmadığını belirleyebilmek için Maki (2012) Çoklu Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme testi ve değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirleyebilmek için Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik testleri kullanılmıştır. Bu analizlere başlamadan önce çalışmada kullanılan değişkenlerin düzey değerlerine ait zaman yolu grafikleri aşağıda verilmiştir.

Şekil 1. Değişkenlere Ait Zaman Yolu Grafikleri



Şekil 1’de yer alan grafikler incelendiği zaman S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi, S&P 500 Endeksi ve Brent petrol fiyatlarının 2019 yılının sonlarında ani bir fiyat düşüşü yaşadığı ve 2020 yılının ortalarından itibaren ise fiyatların yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durumun yaşanmasında 2019 yılının Aralık ayında Çin’in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve kısa sürede tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bitcoin grafiğine bakıldığı zaman Bitcoin fiyat yükselişlerinin 2020 yılının son dönemlerinde artış gösterdiği, 2021 yılında bir fiyat düşüşü yaşanmasına rağmen fiyatların tekrar yükseldiği ve 2021 yılının sonundan itibaren düşüş eğilimi gösterdiği görülmektedir. Altın fiyatlarının grafiğine bakıldığında altın fiyatlarının 2018 yılından

itibaren yükseliş eğiliminde olduğu ve ilerleyen dönemlerde de yüksek fiyat seviyesini koruduğu görülmektedir. Covid-19 dönemi ve ardından yaşanan Rusya-Ukrayna savaşının ekonomik belirsizlikleri artırdığı ve altının kriz dönemlerinin güvenli limanı olduğu düşünüldüğünde bu fiyat yükselişinin oldukça olağan olduğu düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin zaman serisi özelliklerini belirleyebilmek için aşağıda yer alan Tablo 1’de değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

*Tablo 1. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

	S&P GCEI	S&P 500	BTC	Brent	Altın
<b>Ortalama</b>	1011.958	3456.627	20317.58	69.982	1610.646
<b>Medyan</b>	904.550	3298.460	11140.60	68.710	1710.200
<b>Maksimum</b>	2113.520	4796.560	67527.90	127.980	2051.500
<b>Minimum</b>	507.370	2237.400	3228.700	19.330	1176.200
<b>Standart Sapma</b>	398.350	666.911	16863.72	19.811	247.198
<b>Çarpıklık</b>	0.405	0.330	1.033	0.240	-0.321
<b>Basıklık</b>	1.958	1.704	2.747	3.227	1.598
<b>Jarque-Bera</b>	134.525 (0.000)***	163.196 (0.000)***	334.356 (0.000)***	21.796 (0.000)***	183.361 (0.000)***
<b>Gözlem Sayısı</b>	1852	1852	1852	1852	1852

Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere bakıldığı zaman ons altın değişkeninin negatif ve sola çarpık, diğer değişkenlerin ise pozitif ve sağa çarpık olduğu görülmektedir. Değişkenlerin basıklık değerlerine bakıldığı zaman bu değişkenlerin sivri bir dağılıma sahip olduğu, bu sonuçlardan hareketle değişkenlerin normale yakın bir dağılım özelliğine sahip olmalarına karşın Jarque Bera test istatistiği sonuçları serilerin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir.

### 3.2. Metodoloji

Çalışmada kullanılan değişkenlere ait Şekil 1’de verilen grafiklerden serilerin yapısal kırılmalar içerdiği belirlenmiştir. Bu yüzden Küresel Temiz Enerji Endeksi ve finansal varlıklar arasındaki uzun dönemli ilişkileri serilerde mevcut olan yapısal kırılmaları da dikkate alarak araştırabilmek için Maki (2012) tarafından geliştirilen bilinmeyen sayıda kırılmaya izin veren Maki eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Bu yöntemi kullanabilmek için analize tabi tutulacak olan bütün serilerin I(1) seviyesinde durağan olması gerekmektedir. Birden fazla kırılmaya izin veren eş bütünleşmeyi test etmek için aşağıdaki regresyon modelleri kullanılmaktadır.

Sabit terimde kırılmaya izin verilen trendsiz model:

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \beta' x_t + u_t \quad (1)$$

Sabit terimde ve eğimde kırılmaya izin verilen trendsiz model:

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta' x_t D_{i,t} + u_t \quad (2)$$

Sabit terimde ve eğimde kırılmaya izin verilen trendli model:

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \gamma t + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta' x_t D_{i,t} + u_t \quad (3)$$

Sabit terimde, eğimde ve trendde kırılmaya izin verilen model:

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^k \mu_i D_{i,t} + \gamma t + \sum_{i=1}^k \gamma_i t D_{i,t} + \beta' x_t + \sum_{i=1}^k \beta' x_t D_{i,t} + u_t \quad (4)$$

Denklemden  $t = 1, 2, \dots, T$  dir.  $y_t$  ve  $x_t = x_{1t}, \dots, x_{mt}$  gözlemlenebilir I(1) değişkenlerini belirtmekte ve  $u_t$  denge hatasını temsil etmektedir.  $y_t$  bir skaler ve  $x_t = x_{1t}, \dots, x_{mt}$  bir  $m \times 1$  vektördür. Bir  $(n \times 1)$  vektör  $z_t$ 'nin  $z_t = (y_t, x_t')' = z_{t-1} + \epsilon_t$  tarafından üretildiğini varsayılmakta, burada  $\epsilon_t$  sıfır ortalamalı, pozitif belirli varyans-kovaryans matrisi  $\Sigma$  ve bazı  $s > 4$  için  $E|\epsilon_t|^s < \infty$ 'dir.  $\mu, \mu_i, \gamma, \gamma_i, \beta' = (\beta_1, \dots, \beta_m), \beta'_i = (\beta_{i1}, \dots, \beta_{im})$  gerçek parametrelerdir.  $D_{i,t}$  terimi  $t > T_{Bi}$  ise 1 aksi takdirde 0 değerini alır; burada  $k$  maksimum kırılma sayısını  $T_{Bi}$  ise kırılma zaman dilimini göstermektedir (Maki, 2012:1-2).

Küresel Temiz Enerji Endeksi ve finansal varlıklar arasındaki ilişkilerin yönünü belirleyebilmek ve kısa dönemli ilişkileri araştırabilmek için de Granger temelli Hacker ve Hatemi-J (2012) tarafından önerilen Bootstrap Nedensellik testi kullanılmaktadır. Bu test Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından önerilen Bootstrap Nedensellik testinin geliştirilmiş halidir. Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Nedensellik testinde en uygun gecikme uzunluğu dışsal olarak belirlenirken bu testte en uygun gecikme uzunluğu içsel olarak belirlenmektedir. Hacker ve Hatemi-J (2012) testi kritik değerleri bootstrap yöntemini kullanarak belirlemekte, bu sayede de hataların dağılımı ve bu hatalardaki ARCH etkilerine karşı daha dirençli bir tahmin elde edilmektedir. Ayrıca bu test serilerin entegrasyon derecelerini de dikkate almakta, yani seriler durağan ya da birim köke sahip seriler olsalar bile analiz geçerliliğini korumaktadır. Bunlara ek olarak Hacker ve Hatemi-J (2012) Nedensellik testi küçük örneklerde de kullanılabilir (Hacker ve Hatemi-J, 2012:145-146).

Hacker ve Hatemi-J (2012), tarafından geliştirilen nedensellik testi  $k$  boyutlu Gecikmesi Dağıtılmış Vektör modeli,  $\text{Var}(k)$ , önermektedir:

$$y_t^* = \hat{B}_0 + \hat{B}_1 y_{t-1} + \dots + \hat{B}_k y_{t-k} + \hat{u}_t^* \quad (5)$$

Denklemdede  $y_t$ ,  $B_0$  ve  $u_t$   $nx1$  boyutlu vektörleri temsil etmekte  $B_i$  ( $i > 1$ ) ise parametre vektörüdür. Hata terimi vektörü  $u_t$  bağımsız özdeşçe dağılmış (IID) yapıdadır.  $k = 0, \dots, K$  da yer alan  $K$  maksimum gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Hacker ve Hatemi-J Bootstrap Nedensellik testinin hipotezi  $H_0$ : "**Granger nedeni değildir**" şeklinde kurulmaktadır. Hesaplanan Wald istatistiği, bootstrap kritik değerinden daha büyükse,  $\alpha$  düzeyindeki sıfır  $H_0$  hipotezi reddedilir (Hacker ve Hatemi-J, 2012:148).

### 3.3. Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (S&P GCEI) ile ons altın, Brent petrol, Bitcoin ve S&P 500 Endeksi arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için yapılan analiz sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilecektir. Çizdirilen grafikler sonucunda değişkenlerin yapısal kırılmalara sahip olduğu gözlemlendiği için değişkenlerin durağanlık seviyelerini belirleyebilmek için Carrion-i Silvestre vd. (2009) Çoklu Yapısal Kırılmalı Birim Kök testi uygulanmıştır. Aşağıda verilen Tablo 2'de serilerin düzey değerlerine ve birinci farklarına uygulanan birim kök testi sonuçları yer almaktadır.



*Tablo 2. Carrion-i Silvestre vd. (2009) Çoklu Yapısal Kurulumlu Birim Kök Testi Sonuçları*

Değişkenler	Düzyey Değerleri					Kırılma Tarihleri
	$P_T$	$MP_T$	$MZ_\alpha$	$MSB$	$MZ_T$	
<b>S&amp;P GCEI</b>	14.0976 [9.4577]	12.4129 [9.4577]	-35.5376 [-45.9559]	0.1186 [0.1044]	-4.2152 [-4.7720]	25.12.2018 28.06.2020 06.01.2021 19.07.2021 23.02.2022
<b>S&amp;P 500</b>	13.4114 [9.2738]	12.1709 [9.2738]	-38.0784 [-47.1030]	0.1129 [0.1030]	-4.2996 [-4.8323]	25.12.2018 03.07.2019 23.03.2020 01.11.2020 04.01.2022
<b>BTC</b>	12.3785 [7.5541]	11.0074 [7.5541]	-28.5280 [-41.3117]	0.1321 [0.1098]	-3.7706 [-4.5372]	12.03.2020 07.10.2020 13.04.2021 08.11.2021 12.06.2022
<b>Brent</b>	20.3273 [9.2381]	19.6113 [9.2381]	-22.5762 [-47.3145]	0.1488 [0.1024]	-3.3596 [-4.8484]	09.07.2018 15.09.2019 31.03.2020 21.08.2021 08.03.2022
<b>Altın</b>	14.4403 [8.7915]	12.9213 [8.7915]	-33.9343 [-46.6382]	0.1190 [0.1027]	-4.0400 [-4.8336]	18.08.2018 20.02.2019 21.03.2020 05.01.2021 08.03.2022
<b><math>\Delta</math>S&amp;P GCEI</b>	1.0016 [8.5442]	0.9307 [8.5442]	-426.5918 [-45.5358]	0.0342 [0.1040]	-14.6032 [-4.7719]	-
<b><math>\Delta</math>S&amp;P 500</b>	1.6400 [9.2665]	1.5830 [9.2665]	-280.1707 [-46.7539]	0.0422 [0.1030]	-11.8338 [-4.8259]	-
<b><math>\Delta</math>BTC</b>	0.9873 [8.6435]	0.9335 [8.6435]	-424.4733 [-45.1026]	0.0343 [0.1048]	-14.5679 [-4.7463]	-
<b><math>\Delta</math>Brent</b>	2.0265 [9.3572]	1.8796 [9.3572]	-245.9516 [-47.9453]	0.0450 [0.1017]	-11.0857 [-4.8851]	-
<b><math>\Delta</math>Altın</b>	1.5107 [8.9178]	1.3582 [8.9178]	-306.3364 [-46.0565]	0.0404 [0.1037]	-12.3760 [-4.7881]	-

Tablo 2’de sunulan Carrion-i Silvestre vd. (2009) Çoklu Yapısal Kırılmalı Birim Kök testi sonuçlarına bakıldığında zaman serilerinin düzey değerlerindeki test istatistiklerinin kritik değerlerden büyük olduğu yani değişkenlerin birim kök içerdiği belirlenmiştir. Değişkenlerin birinci farkları alındığında ise test istatistiklerinin kritik değerlerden küçük olduğu ve değişkenlerin birinci farklarında durağanlaştığı görülmektedir. Değişkenlerin I(1) seviyesinde durağan olduğu belirlendikten sonra değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediğini belirleyebilmek için değişkenlerde ortaya çıkan yapısal kırılmaları da dikkate alan Maki (2012) eşbütünleşme testi uygulanmış ve ulaşılan sonuçlar aşağıda yer alan Tablo 3’te sunulmuştur.

*Tablo 3. Maki (2012) Çoklu Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Testi Sonuçları*

Modeller	Test İstatistiği	Kritik Değerler			Kırılma Tarihleri
		%1	%5	%10	
<b>Model 0</b>	-6.1605**	-6.640	-6.132	-5.892	19.02.2020 21.01.2021 15.10.2021 21.01.2022
<b>Model 1</b>	-5.2945	-7.053	-6.494	-6.220	19.02.2020 21.01.2021 14.07.2021 22.10.2021 28.01.2022
<b>Model 2</b>	-8.9015***	-7.021	-6.520	-6.242	20.03.2020
<b>Model 3</b>	-7.9358***	-7.400	-6.911	-6.649	07.04.2018
***, **, * sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Kritik değerler Maki (2012) çalışmasından elde edilmiştir.					

Tablo 3’te sunulan Maki (2012) eşbütünleşme testi sonuçlarına bakıldığında zaman model 1 hariç olmak üzere model 0-2-3’te test istatistik değerlerinin kritik değerlerden küçük olduğu görülmekte dolayısıyla model 0-2-3 sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu yani değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri söylenebilmektedir. Bu sonuçlardan hareketle uzun dönemli yatırım planları yapılırken S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile Brent petrol, Bitcoin, Altın, S&P 500 Endeksi’ne birlikte yatırım yapılmaması gerektiği söylenebilmektedir. 2018 yılında ABD-Çin ticaret savaşı, Brexit gelişmeleri, Fed’in faiz artırımı kararları dünya ekonomisini oldukça etkilemiştir. 2020 yılında Covid-19 pandemisinin etkileri yaşanırken tedarik zincirlerinin bozulması, üretimin aksamasıyla birlikte ekonomide ciddi sıkıntılar yaşanmıştır. 2021 yılında

aşının bulunmasıyla birlikte piyasalar rahatlamaya başlasa da ortaya çıkan yeni varyantlar piyasaları tedirgin etmeye devam etmiş, küresel tedarik zincirinde yaşanan aksamalar fiyatlar üzerinde baskı oluşturmuş, enerji maliyetlerindeki yükseliş ve pandeminin etkisini azaltmak için uygulanan para politikaları ABD enflasyonunun yükselmesine neden olmuştur. Her ne kadar 2021 yılında piyasalarda bu olaylar yaşansa da piyasalar toparlanmaya başlamıştır. Ancak 2022 yılında yaşanan Rusya ve Ukrayna savaşı piyasalardaki belirsizlik ortamının devam etmesine neden olmuştur.

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı belirlendikten sonra değişkenler arasındaki ilişkilerin yönünü ve kısa dönemli ilişkileri belirleyebilmek için Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4. Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik Testi Sonuçları**

Nedenselliğin Yönü	Wald Test İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri		
		%1	%5	%10
<b><i>S&amp;P GCEI → S&amp;P 500</i></b>	12.637***	9.320	5.964	4.549
<b><i>S&amp;P 500 → S&amp;P GCEI</i></b>	7.652**	9.370	6.065	4.629
<b><i>S&amp;PGCEI → BTC</i></b>	2.528	9.115	6.032	4.619
<b><i>BTC → S&amp;P GCEI</i></b>	4.101	9.691	6.197	4.657
<b><i>S&amp;PGCEI → Brent</i></b>	1.503	9.274	5.939	4.534
<b><i>Brent → S&amp;P GCEI</i></b>	32.686***	9.347	6.078	4.582
<b><i>S&amp;PGCEI → Altın</i></b>	1.207	9.700	6.217	4.673
<b><i>Altın → S&amp;P GCEI</i></b>	35.980***	9.524	6.055	4.645

\* , \*\* , \*\*\* işaretleri sırasıyla %10 , %5 ve %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4'te sunulan Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik testi sonuçlarına bakıldığında zaman S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile S&P 500 Endeksi arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin bulunduğu görülmektedir. Ayrıca Brent petrol ve altın fiyatlarından S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'ne doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Bu sonuç Brent petrol fiyatları ile ons altında meydana gelen fiyat hareketlerinin S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'nde meydana gelen fiyat hareketleri üzerinde etkili olduğu anlamına gelmektedir. S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile Bitcoin fiyatları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Bu sonuç kısa dönemde Bitcoin'in S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi için korunma sağlayabileceği ve bu iki değişkenin portföy içerisinde birlikte yer alabileceği anlamına gelmektedir.

#### **4. Sonuç ve Değerlendirme**

Son dönemlerde yaşanan küresel ısınma ve iklim değişiklikleri çevreyi korumak için temiz enerji kaynaklarının kullanımının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. 2016 yılında uygulanmaya başlanan Paris Anlaşması da devletlerin bu konuyu ciddiye aldıkları ve artık fosil yakıtlarından kaynaklanan karbon salınımını en aza indirmek için yavaş yavaş daha az karbon salınımına neden olan temiz enerji kaynaklarının üretimi ve kullanımı için gerekli önlemleri almaya başladıkları bir sürecin başlangıcı olmuştur. Temiz enerji yatırımlarının yapılabilmesi için gerekli olan finansal desteğin sağlanması kamunun desteğini gerektirmekle birlikte ihtiyaç duyulan sermayenin sağlanabilmesi için sermaye piyasalarında temiz enerjiye yönelik finansal ürünlerin de bulunması sermayeye ulaşım noktasında kolaylık sağlamaktadır. Bu finansal ürünler hem temiz enerji şirketlerinin ihtiyaç duydukları sermayeye ulaşmanın bir yolu hem de çevreyi korumak isteyen, çevresel kirliliğe duyarlı olan tarafların bu şirketleri desteklemesinin bir yoludur. Aynı zamanda bu yeni finansal ürünler tasarruf sahiplerinin tasarruflarını değerlendirebilecekleri, portföy çeşitlendirmesi yapabilecekleri, riskten korunma stratejileri oluşturabilecekleri yeni bir yatırım aracı olarak oldukça dikkat çekmektedir. Bu anlamda finansal piyasalarda işlem gören temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinin fiyat hareketlerinin ne yönde olduğunu, bu pay senetlerinin hangi finansal varlıklar ile ilişkili olduğunu bilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada küresel temiz enerji şirketlerinin performanslarının izlenebilmesi için hesaplanan S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'nin çeşitli finansal varlıklarla olan ilişkisi Maki (2012) Çoklu Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme testi, Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik testi ile araştırılmıştır. Uzun dönemli ilişkilerin araştırıldığı eş bütünleşme testi sonucunda S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'nin Brent petrol, ons altın, Bitcoin ve S&P 500 Endeksi ile birlikte hareket ettiği bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkilerin bulunduğu belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirleyebilmek ve kısa dönemli ilişkileri inceleyebilmek için yapılan nedensellik testi sonucunda ise S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile S&P 500 Endeksi arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç temiz enerji pay senetleri ve geleneksel pay senetlerinin karşılıklı olarak birbirlerini etkiledikleri anlamına gelmektedir. Brent petrol ve ons altın fiyatlarından S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'ne doğru tek

yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu, yani Brent petrol ve ons altın fiyatlarında olan fiyat hareketlerinin S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi'nin fiyatlarını etkilediği söylenebilmektedir. Bu durum fosil yakıtların fiyatlarının yükselmesinin alternatif enerji kaynaklarına yönelimi artırdığı bunun da temiz enerji şirketlerinin pay senedi fiyatlarını artırdığı anlamına gelmektedir. Fosil yakıtların fiyatlarının düştüğü durumlarda da fosil yakıtlara bir yönelim olacak temiz enerji kaynaklarına yönelim azalacaktır. Ons altın fiyatlarında düşüş olduğu durumlarda tasarruf sahiplerinin alternatif piyasalara yöneldiği düşünüldüğünde temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinde fiyat yükselişleri olması muhtemeldir. Tersisi durumda ons altın fiyatları yükseldiği zaman da temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinden sermaye çıkışı olması da olağandır. Bu sonuçlar S&P 500, Brent petrol ve ons altının S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi için güvenli liman özelliklerine sahip olmadığı anlamına gelmektedir. S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ile Bitcoin arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Bu sonuç her iki değişkenin fiyat hareketlerinin birbirinden bağımsız olduğu, Bitcoin'in Küresel Temiz Enerji Endeksi için riskten korunma aracı olarak kullanılabileceği anlamına gelmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar Henriques ve Sadorsky (2008), Kumar vd. (2012), Managi ve Okimoto (2013), Reboredo (2015), Bondia vd. (2016), Dutta (2017), Reboredo (2017), Lee ve Baek (2018), Elie vd. (2019), Pham (2019), Uddin vd. (2019), Xia vd. (2019), Foglia ve Angelini (2020), Fuentes ve Herrera (2020), Nasreen vd. (2020), Dawar vd. (2021), Geng vd. (2021), He vd. (2021), Fu vd. (2022), Li ve Meng (2022) tarafından yapılmış çalışmalardaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçların sermaye piyasalarında yatırım yapanlar, riskten korunma stratejileri oluşturanlar, portföy çeşitlendirmesi yapmak isteyenler için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ahmad, W. (2017). On the dynamic dependence and investment performance of crude oil and clean energy stocks. *Research in International Business and Finance*, 42, 376-389. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.140>
- Angelini, E., Birindelli, G., Chiappini, H., & Foglia, M. (2022). Clean energy indices and brown assets: an analysis of tail risk spillovers through the VAR for VaR model. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 1-28. <https://doi.org/10.1080/20430795.2022.2105788>
- Attarzadeh, A., & Balcilar, M. (2022a). On the dynamic return and volatility connectedness of cryptocurrency, crude oil, clean energy, and stock markets: a time-varying analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(43), 65185-65196. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20115-2>
- Attarzadeh, A., & Balcilar, M. (2022b). On the Dynamic Connectedness of the Stock, Oil, Clean Energy, and Technology Markets. *Energies*, 15(5), 1893, 1-18. <https://doi.org/10.3390/en15051893>
- Attarzadeh, A., & Balcilar, M. (2022c). The Dynamic Linkage Among Bitcoin, Clean Energy and Stock Market: Evidence by TVP-VAR. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-20. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1156577/v1>
- Baruník, J., & 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/jffinec/nby001>
- Baur, D.G. & Lucey B.M.(2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financ Rev*, 45(2), 217-229. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>
- Baur, D.G. & McDermott, T.K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *J Bank Finance*, 34(8), 1886-1898. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.008>
- Bondia, R., Ghosh, S., & Kanjilal, K. (2016). International crude oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies: Evidence from non-linear cointegration tests with unknown structural breaks. *Energy*, 101, 558-565. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.031>
- Candelon, B., & Tokpavi, S. (2016). A nonparametric test for granger causality in distribution with application to financial contagion. *Journal of Business & Economic Statistics*, 34(2), 240-253. <https://doi.org/10.1080/07350015.2015.1026774>
- Carrion-i-Silvestre, J. L., Kim, D., & Perron, P. (2009). GLS-based unit root tests with multiple structural breaks under both the null and the alternative hypotheses. *Econometric theory*, 25(6), 1754-1792.
- Dawar, I., Dutta, A., Bouri, E., & Saeed, T. (2021). 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>
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of forecasting*, 28(1), 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of econometrics*, 182(1), 119-134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>
- 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>
- Elie, B., Naji, J., Dutta, A., & Uddin, G. S. (2019). Gold and crude oil as safe-haven assets for clean energy stock indices: Blended copulas approach. *Energy*, 178, 544-553. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.155>
- Erdoğan, S., Gedikli, A., Çevik, E. İ., Erdoğan, F., & Çevik, E. (2022). Precious metals as safe-haven for clean energy stock investment: Evidence from nonparametric Granger causality in distribution test. *Resources Policy*, 79, 102945, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102945>
- Ferrer, R., Shahzad, S. J. H., López, R., & Jareño, F. (2018). Time and frequency dynamics of connectedness between renewable energy stocks and crude oil prices. *Energy Economics*, 76, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.09.022>
- Foglia, M., & Angelini, E. (2020). Volatility connectedness between clean energy firms and crude oil in the COVID-19 era. *Sustainability*, 12(23), 9863, 1-22. <https://doi.org/10.3390/su12239863>
- Fu, Z., Chen, Z., Sharif, A., & Razi, U. (2022). The role of financial stress, oil, gold and natural gas prices on clean energy stocks: global evidence from extreme quantile approach. *Resources Policy*, 78, 102860. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102860>
- Fuentes, F., & Herrera, R. (2020). Dynamics of connectedness in clean energy stocks. *Energies*, 13(14), 3705, 1-18. <https://doi.org/10.3390/en13143705>
- Geng, J. B., Liu, C., Ji, Q., & Zhang, D. (2021). Do oil price changes really matter for clean energy returns?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111429, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111429>
- Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996). Practitioners corner: tests for cointegration in models with regime and trend shifts. *Oxford*

- bulletin of Economics and Statistics*, 58(3), 555-560. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1996.mp58003008.x>
- Gustafsson, R., Dutta, A., & Bouri, E. (2022). Are energy metals hedges or safe havens for clean energy stock returns?. *Energy*, 244, 122708, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122708>
- Hacker, R.S. and Hatemi-J, A. (2006). Tests for causality between integrated variables using asymptotic and bootstrap distributions: theory and application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-500. <https://doi.org/10.1080/00036840500405763>
- Hacker, S., & Hatemi-J, A. (2012). A bootstrap test for causality with endogenous lag length choice: theory and application in finance. *Journal of Economic Studies*, 39(2), 144-160. <https://doi.org/10.1108/01443581211222635>
- Hatemi-j, A. (2008). Tests for cointegration with two unknown regime shifts with an application to financial market integration. *Empirical economics*, 35(3), 497-505. <https://doi.org/10.1007/s00181-007-0175-9>
- He, X., Mishra, S., Aman, A., Shahbaz, M., Razzaq, A., & 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, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102021>
- Henriques, I., & 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.eneco.2007.11.001>
- Kumar, S., Managi, S., & Matsuda, A. (2012). Stock prices of clean energy firms, oil and carbon markets: A vector autoregressive analysis. *Energy Economics*, 34(1), 215-226. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.002>
- Lee, D., & Baek, J. (2018). Stock prices of renewable energy firms: are there asymmetric responses to oil price changes?. *Economies*, 6(4), 59, 1-8. <https://doi.org/10.3390/economies6040059>
- Li, Z., & Meng, Q. (2022). Time and frequency connectedness and portfolio diversification between cryptocurrencies and renewable energy stock markets during COVID-19. *The North American Journal of Economics and Finance*, 59, 101565, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101565>
- Liu, T., & Hamori, S. (2020). Spillovers to renewable energy stocks in the US and Europe: are they different?. *Energies*, 13(12), 3162, 1-28. <https://doi.org/10.3390/en13123162>
- Maki, D. (2012). Tests for cointegration allowing for an unknown number of breaks. *Economic Modelling*, 29(5), 2011-2015. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.04.022>



- Managi, S., & 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., & Wohar, M. E. (2020). Dynamic connectedness between oil prices and stock returns of clean energy and technology companies. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121015, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121015>
- Naeem, M. A., & Karim, S. (2021). Tail dependence between bitcoin and green financial assets. *Economics Letters*, 208, 110068, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.110068>
- 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. (2015). Is there dependence and systemic risk between oil and renewable energy stock prices?. *Energy Economics*, 48, 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.009>
- Reboredo, J. C., Rivera-Castro, M. A., & 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>
- Ren, B., & Lucey, B. (2022). A clean, green haven?-Examining the relationship between clean energy, clean and dirty cryptocurrencies. *Energy Economics*, 109, 105951, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105951>
- 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.eneco.2011.03.006>
- S&P Dow Jones Indices. (2023). S&P Global Clean Energy Index. <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/esg/sp-global-clean-energy-index/#overview> (Erişim Tarihi 28.02.2023)
- Tiwari, A. K., Abakah, E. J. A., Rehman, M. Z., & Lee, C. C. (2023). Quantile dependence of Bitcoin with clean and renewable energy stocks: new global evidence. *Applied Economics*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2167921>
- Uddin, G. S., Rahman, M. L., Hedström, A., & Ahmed, A. (2019). Cross-quantilogram-based correlation and dependence between renewable energy stock and other asset classes. *Energy Economics*, 80, 743-759. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.02.014>
- United Nations. The Paris Agreement. <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> (Erişim tarihi 07.03.2023).

- Wang, L., Zhang, L., Peng, L., & Luo, K. (2023). Measuring the response of clean energy stock price volatility to extreme shocks. *Renewable Energy*, 206, 1289-1300. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.066>
- Xia, T., Ji, Q., Zhang, D., & Han, J. (2019). Asymmetric and extreme influence of energy price changes on renewable energy stock performance. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118338, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118338>