



Abant Sosyal Bilimler Dergisi

Journal of Abant Social Sciences

2023, 23(1): 215-230, doi: 10.11616/asbi.1212753



Enerji Korkusunun Temiz Enerji ETF Volatilitesi Üzerine Etkisi: TVP-VAR Uygulaması*

Effect of Energy Fear on Clean Energy ETF Volatility: TVP-VAR Application

Arife ÖZDEMİR HÖL¹, Nazlıgül GÜLCAN², Namıka BOYACIOĞLU³

Geliş Tarihi (Received): 30.11.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 19.01.2023

Yayın Tarihi (Published): 30.03.2023

Öz: Son dönemlerde hem küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişikliğiyle mücadele eylem planları kapsamında hem de ekonomilerine katkıda bulunmak amacıyla tüm dünyada temiz enerjiye olan ilgi artmıştır. Temiz enerji sektöründe yer alan yatırımcılara yol gösterici olması açısından bu çalışmada enerji korkusunun temiz enerji yatırım fonları (ETF) volatilitesine etkisi araştırılmaktadır. Araştırmada enerji korkusunu temsilen CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX) ile CBOE Enerji Sektörü ETF Volatilite Endeksi (VXXLE), temiz enerji ETF'lerini temsilen de iShares Global Clean Energy ETF (ICLN), First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy ETF (QCLN), Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW) dikkate alınmıştır. Araştırma kapsamı 02.01.2015-11.02.2022 dönemi volatilitelerinden oluşmaktadır. Antonakakis vd. (2019a) tarafından geliştirilen TVP-VAR yönteminin kullanıldığı çalışma sonucunda PBW temiz enerji ETF ve VXXLE'nin volatiliteleri yaydığı, ICLN, QCLN temiz enerji ETF'i ve OVX'in ise volatiliteleri aldığı, temiz enerji ETF'lerini tek etkileyen korku endeksinin VXXLE olduğu, OVX'in ise temiz enerji ETF'lerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca korku endekslerinin varyansında meydana gelen değişmelerin büyük çoğunluğunun kendileri tarafından açıklandığı ve korku endekslerinin birbirlerini etkileme güçlerinin daha fazla olduğu, temiz enerji ETF'lerinin varyansında meydana gelen değişmelerin büyük çoğunluğunun diğer temiz enerji ETF'leri tarafından açıklandığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Temiz Enerji, ETF, Volatilite, TVP-VAR Model

&

Abstract: In recent times, interest in clean energy has increased all over the world, both within the scope of action plans to combat climate change caused by global warming and in order to contribute to their economies. In this paper, the effect of energy fear on clean energy Exchange Traded Fund (ETF) volatility is investigated in order to guide investors in the clean energy sector. In the research, the CBOE Crude Oil Volatility Index (OVX) and the CBOE Energy Sector ETF Volatility Index (VXXLE) represent energy fear and the iShares Global Clean Energy ETF (ICLN), First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy ETF (QCLN), Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW) represents clean energy ETFs. The scope of the research consists of volatility series for the period 02.01.2015-11.02.2022. As a result of the study, in which the TVP-VAR method developed by Antonakakis et al. (2019a) was used, VXXLE and PBW clean energy ETFs are net volatility transmitter; the ICLN, QCLN clean energy ETFs and OVX are net volatility receiver, the only fear index affecting clean energy ETFs is the VXXLE; OVX did not affect clean energy ETFs. In addition, it has been determined that the majority of the changes in the variance of the fear indices are explained by themselves and the fear indices have more power to affect each other, and the vast majority of the changes in the variance of clean energy ETFs are explained by other clean energy ETFs.

Keywords: Clean Energy, ETF, Volatility, TVP-VAR Model

Atıf/Cite as: Özdemir Höl, A., Gülcan, N., Boyacıoğlu, N. (2023). Enerji Korkusunun Temiz Enerji ETF Volatilitesi Üzerine Etkisi: TVP-VAR Uygulaması. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 215-230. doi: 10.11616/asbi.1212753

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/asbi/policy>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2000 – Bolu

* 25. Finans Sempozyumu'nda sunulan bildirinin gözden geçirilmiş ve düzenlenmiş halidir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Arife Özdemir Höl, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, [aозdemir@mehmetakif.edu.tr](mailto:aozdemir@mehmetakif.edu.tr).

² Doç. Dr., Nazlıgül Gülcan, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, nazligulgulcan@mehmetakif.edu.tr. (Sorumlu Yazar)

³ Dr. Öğr. Üyesi, Namıka Boyacıoğlu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, nboyacioglu@mehmetakif.edu.tr.

1. Giriş

Ülkelerin üretim ve tüketim faaliyetleriyle birlikte aynı zamanda uluslararası piyasalarda rekabet unsuru olarak rol oynayan enerji, ekonomik büyümenin önemli göstergelerinden biridir. 1970'lerde yaşanan küresel ölçekteki petrol krizi sonrasında artan fiyatların ekonomilerde olumsuz etkiye yol açması, enerjinin ekonomik büyümedeki etkisini açıkça ortaya koymuş; bu süreçten sonra başta dışa bağımlılığı yüksek ekonomiler olmak üzere tüm dünyada enerjinin sürdürülebilirliğine ilişkin politikalar uygulamaya geçirilmiştir. Özellikle de endüstrileşme ve nüfusa dayalı olarak oluşan yoğun enerji kullanımı ve fosil enerji kaynaklarının (doğal gaz, kömür, petrol, nükleer vb.) rezerv yetersizliği, dengesiz dağılımı ve sera gazı yayılımı, ülkelerdeki alternatif enerji kaynak arayışlarını artırmıştır (Mucuk ve Uysal, 2009: 105-106). Fosil enerji kaynaklarında yaşanan bu sorunların çözümü için ise son dönemlerde yenilenebilir enerjiye yönelim başlamıştır.

Yenilenebilir enerji diğer bir ifadeyle temiz enerji, tükenme hızından daha çabuk kendini yenileyen, doğrudan güneş enerjisi (termal, fotokimyasal, fotoelektrik), dolaylı olarak güneş enerjisi (rüzgar, hidroelektrik, biyokütle) ya da jeotermal, dalga ve akım vb. gibi doğal hareket ve mekanizmalardan sağlanan enerji türüdür (Uluslararası Enerji Ajansı; Cleveland ve Morris, 2006: 372). Temiz enerjide kaynakların tükenme riskinin olmaması, birçok ülkede var olması, kolay tedarik edilmesi ve fosil enerji kaynaklarına göre çevresel zararlarının sınırlılığı söz konusudur (Çınar ve Öz, 2017: 42). Bu özellikler doğrultusunda temiz enerji kaynaklarının kullanılmasıyla ülkelerde yaşanabilir bir çevre, geniş erişim, yüksek enerji verimliliği ve teknolojik yatırım sağlanmaktadır (Bhattacharya vd., 2016: 733). Ayrıca bu kaynaklar yerel olduğu için ülkelerin enerjide dışa bağımlılığını azaltması da sürdürülebilir kalkınma açısından önem arz etmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 8).

Temiz enerji, ülkelerin enerji arz güvenliği riskini azaltması ve çevre dostu enerji tüketimi sağlamasıyla birlikte aynı zamanda yeni bir yatırım alanı oluşturmaktadır. Hükümetlerin teşvik programlarıyla birçok girişimci bu alana yatırımlarını yönlendirerek ülkelerinin kalkınmasına destek olmaktadır. Temiz enerji kullanımının sürdürülebilirliği sağlandıkça fosil enerji kaynaklarında yaşanan fiyat belirsizliklerine karşı kırılganlık azalacak ve dışa bağımlılığın azalmasından dolayı yurtdışından sağlanacak enerji kaynakları için de pazarlık gücü artacaktır (Demirgil ve Birol, 2020: 70). Son dönemlerde hem küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişikliğiyle mücadele eylem planları kapsamında hem de ekonomilerine katkıda bulunmak amacıyla tüm dünyada temiz enerjiye olan ilgi artmış ve bir önceki yıla göre %27 artarak 2021 yılında 755 milyar \$ gerçekleşen temiz enerji yatırımları, 2022 yılında ise 1.4 trilyon \$'a ulaşacağı beklenmektedir (BloombergNEF; Uluslararası Enerji Ajansı Dünya Enerji Yatırımları 2022 Raporu, 2021). Bu yatırımların giderek artması, ülkelerde ekonomik büyüme oranlarını artıracığı dolayısıyla finansal aracılık hizmetlerinin artacağı, finansal kuruluşların kredi dağıtımlarındaki payının genişleyeceği ve pay piyasalarındaki işlem hacimlerinin artacağı da kaçınılmaz bir gerçektir (Levine, 1997). Böylece temiz enerji sektörü, gelişmiş bir finansal sistemin varlığına da katkı sağlamaktadır.

Temiz enerji sektörü de her sektörde olduğu gibi finansal piyasalardaki entegrasyon hareketlerinden etkilenerek risk ve belirsizliklere açık hale gelmiştir. Dolayısıyla bu sektöre yatırımda bulunmak isteyenler, sektörde maruz kalılabilecek riskleri ölçmeye yönelik arayışlarda bulunmaktadır. Risk ve belirsizliğin ölçüsü olarak ifade edilen volatilityle finansal piyasalardaki belirli bir varlığın fiyatındaki oynaklık belirtilmekte; bu varlıklarla ilgili fiyat belirsizliği karşısındaki zımni volatilitenin keşfi ve tahminlemesiyle volatilitenin endeksleri hesaplanmaktadır (Bolgün ve Akçay, 2009: 149-150; Telçeken vd., 2019: 205). Bu endeksler aynı zamanda korku endeksi olarak da belirtilmektedir. Enerji sektöründeki volatilitenin tahminlemesine ilişkin olarak Chicago Opsiyon Borsası (CBOE) tarafından iki önemli korku endeksi oluşturulmuştur. Bunlar: Ham Petrol ETF Volatilitenin Endeksi (OVX) ve Enerji Sektörü ETF Volatilitenin Endeksi (VXXLE)'dir. OVX, ABD petrol fonu fiyatlarının; VXXLE ise enerji sektörü yatırım fonlarının 30 günlük tahmini zımni volatilitelerini belirtmektedir. Bu endeksler, Volatilitenin Endeksi (VIX) algoritması uygulanarak ETF opsiyon orta tekliflerinin iki zaman ağırlıklı toplamı enterpolasyon yapılarak hesaplanmaktadır (CBOE).

Bu çalışmada enerji korkusunun temiz enerji yatırım fonları volatilitesine etkisi Antonakakis vd. (2019a) tarafından geliştirilen TVP-VAR yöntemiyle araştırılmaktadır. Araştırmada enerji korkusunu temsilen

CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX) ile CBOE Enerji Sektörü ETF Volatilite Endeksi (VXXLE), temiz enerji ETF'lerini temsilen de iShares Global Clean Energy ETF (ICLN), First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy ETF (QCLN), Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW) kullanılmıştır. Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Temiz enerji ve volatilitenin açıklandığı bu giriş bölümünün ardından ikinci bölümde literatürde temiz enerji şirketlerini temsilen ele alınan çeşitli endekslerin finansal piyasalardaki durumunun araştırıldığı ve farklı finansal varlıklarla arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmaların özet bilgilerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan veri ve yöntemle birlikte analiz bulguları belirtilmiş, son bölümde ise sonuçlara ilişkin genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. Literatür

Literatürdeki temiz enerji ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle temiz enerji şirketlerinin pay senetlerinin başta ham petrol fiyatları olmak üzere makroekonomik değişkenler ve teknoloji şirketleri pay senetleriyle arasındaki ilişkiler farklı yöntemler kullanılarak ele alınmıştır. Enerji ETF'lerinin incelendiği çalışmalarda Enerji Sektörü ETF ve Ham Petrol ETF volatilite endeksleri ile enerji sektörü pay senetleri getirileri arasındaki ilişkiler de incelenmiştir. Ancak gerçekleşen volatilite endeksleri ile temiz enerji zımnı volatilite arasındaki dinamik bağlantılılık durumunu araştıran çalışmalar sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarının özet bilgileri aşağıda belirtilmiştir.

Henriques ve Sadorsky (2008), çalışmalarında 03.01.2001-30.05.2007 dönemi verilerini kullanarak alternatif enerji pay senedi fiyatları, teknoloji pay senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Wilder Hill Temiz Enerji Endeksi (ECO), ArcaTech 100 Endeksi (PSE), ABD West Texas Intermediate ham petrol vadeli fiyatları ve faiz oranları arasındaki ilişkiyi dört değişkenli Vektör Otoregresyon (VAR) modeliyle analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda, teknoloji şirketlerinin pay senedi ve petrol fiyatlarının alternatif enerji şirketlerinin pay senedi fiyatları üzerinde etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca teknoloji pay senedi fiyatlarındaki bir şokun alternatif enerji pay senedi fiyatları üzerinde petrol fiyatlarındaki bir şoka nazaran daha büyük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Kumar vd. (2012), çalışmalarında 22.04.2005-26.11.2008 dönemi için temiz enerji pay senetleri fiyatları ile petrol piyasası ve karbon piyasası arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Temiz enerji pay senetlerini temsilen Wilder Hill New Energy Global Endeksi (NEX), ECO ve S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (SPGCE), teknoloji pay senetlerini temsilen PSE ve Avrupa emisyon ticaretinde işlem gören karbon tahsilat fiyatları, petrol fiyatları ve kısa vadeli faiz oranı endeksleri arasındaki ilişki VAR modeliyle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, her üç endeksteeki değişimin petrol fiyatlarındaki geçmiş hareketler, ileri teknoloji şirketlerinin pay senedi fiyatları ve faiz oranları ile açıklandığı; ancak karbon fiyatları ile şirketlerin pay senedi fiyatları arasında önemli bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Managi ve Okimoto (2013), çalışmalarında 03.01.2001-24.02.2010 dönemi için petrol fiyatlarındaki değişikliklerin temiz enerji ve teknoloji pay senedi fiyatları üzerinde etkiye sahip olup olmadığını araştırmışlardır. Markov Rejim Switch Vektör Otoregresif (MS-VAR) model kullanılan çalışmada, temiz enerji şirketlerinin Pay Senedi Endeksi (CE), Teknoloji Pay Senedi Endeksi (TECH), petrol fiyatları ve kısa vadeli faiz oranları dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonucunda ise 2007 yılının sonlarında petrol fiyatındaki artışlardan dolayı yapısal bir değişikliğin ortaya çıktığı, petrol fiyatları ile temiz enerji ve teknoloji pay senedi fiyatları arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Reboredo (2015), çalışmasında petrol fiyatları ile yenilenebilir enerji pay senedi getirileri arasındaki bağımlılık ve sistematik risk düzeyini incelemiştir. Çalışmada ECO, SPGCE, Yenilenebilir Enerji Endeksi (ERIX), Küresel Rüzgar Enerji Endeksi (WIND), Küresel Güneş Enerjisi Endeksi (SOLAR), TECH ve Brent petrol fiyatlarının 30.12.2005-12.12.2013 dönemi arasındaki verileri analiz edilmiştir. Copula analizleri sonucunda petrol getirileri ile küresel ve sektörel yenilenebilir enerji endeksleri arasında zamanla değişen önemli bir ortalama ve simetrik kuyruk bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bondia vd. (2016), alternatif enerji şirketleri ve teknoloji şirketlerinin pay senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Alternatif enerji şirketlerinin pay senetlerini temsilen ECO, teknoloji şirketlerinin pay senetlerini temsilen New York Menkul Kıymetler Borsası ArcaTech 100 Endeksi ve petrol fiyatlarını temsilen West Texas Intermediate (WTI) ve Brent petrolün haftalık kapanış fiyatlarının ortalaması ile faiz oranını temsilen de on yıllık hazine sabit vade oranı dikkate alınmıştır. 03.01.2003-05.06.2015 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada, rejim değişikliklerini içsel olarak bütünleştiren Threshold eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise alternatif enerji şirketlerinin pay senedi fiyatlarının kısa vadede teknoloji pay senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranlarından etkilendiği; ancak uzun vadede alternatif enerji pay senedi fiyatlarına doğru bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ahmad (2017), çalışmasında ham petrol fiyatları ile yenilenebilir enerji ve teknoloji şirketlerinin pay senedi fiyatlarının getiri ve volatiliteleri arasındaki çift yönlü yayılmayı incelemiştir. Çalışmada ECO, teknoloji ve ham petrol endekslerinin 02.05.2005-03.04.2015 arası günlük verileri MGARCH (GARCH-BEKK, CCC, DCC, VARMA-GARCH) modelleri ile Diebold ve Yılmaz (2012) dinamik bağlantılılık modeliyle analiz edilmiştir. Çalışmada teknoloji pay senetlerinin yenilenebilir enerji pay senetleri ve ham petrol fiyatlarının getiri ve oynaklık yayılmalarında hayati bir rol oynadığı görülmüştür. Ayrıca temiz enerji endeksinin teknoloji endeksinden ziyade ham petrol vadeli işlemleri ile birlikte karlı bir riskten korunma fırsatı sağlayabileceği gözlemlenmiştir.

Dutta (2017), çalışmasında alternatif enerji pay senedi getirilerinin varyansının OVX'in bilgi içeriği kullanılarak açıklanıp açıklanamayacağını araştırmıştır. Çalışmada 10.05.2007-30.06.2016 dönemi arasında yer alan alternatif enerji şirketlerinin pay senedi getirilerini temsilen ECO, petrol fiyatlarını temsilen de WTI'nin günlük verileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ise temiz enerji borsa getirilerinin OVX şoklarına oldukça duyarlı olduğu, OVX'in pay senedi getirilerinin tarihsel oynaklıklarında bulunanların ötesinde ek bilgiler sağladığı, OVX'in bilgi içeriğinin temiz enerji pay senedi piyasası için oynaklık tahminlerini iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Ahmad vd. (2018), çalışmalarında temiz enerji pay senetleri risklerinden korunmak amacıyla optimum korunma oranlarını tespit etmeye çalışmışlardır. Ham petrol, ABD tahvilleri, altın, Avrupa karbon fiyatları, VIX, OVX ve ECO'nun 03.03.2008-31.10.2017 dönemi günlük verilerini DCC-GARCH, ADCC-GARCH ve GO-GARCH modelleriyle analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda VIX'in temiz enerji şirketlerinin pay senetleri için en iyi korunma varlığı olduğu ve bu durumu ham petrol ve OVX'in takip ettiği belirlenmiştir.

Dutta (2018), CBOE tarafından sağlanan zımni volatiliteler endeksleri ile küresel petrol ve ABD enerji sektörü pay senedi piyasaları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada VIX, VXXLE ve OVX'in 16.03.2011-30.06.2017 dönemi haftalık verileri kullanılarak volatiliteler serileri arasındaki ilişki ARDL eşbütünleşme ve Toda-Yamamoto nedensellik testiyle araştırılmıştır. Analiz sonucunda ise petrol ile zımni volatiliteler endeksleri arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu ve petrol ile ABD enerji sektörü pay senedi volatiliteleri arasında iki yönlü nedensellik olduğu ortaya koyulmuştur.

Lopez (2018), OVX ve VXXLE üzerinde planlanmış haber duyurularının etkisini araştırmıştır. Araştırma kapsamında 16.03.2011-16.03.2017 dönemi günlük verileriyle zımni volatiliteler hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda enerjiyle ilgili oynaklık endekslerinin birkaç ABD makroekonomik haber bülteni ve OPEC toplantısını takiben düşme eğiliminde olduğu, makroekonomik haber ve petrole ilgili olayların enerji piyasası belirsizliği üzerinde önemli ölçüde farklı etkiler yaratmadığı belirlenmiştir.

Ferrer vd. (2018), Barunik ve Krehlik (2018) tarafından geliştirilen metodolojiyi kullanarak ABD temiz enerji şirketlerinin pay senedi fiyatları, ham petrol fiyatları ve bazı finansal değişkenler arasında zaman ve frekans açısından ilişki olup olmadığını 02.01.2003-29.09.2017 dönemi için araştırmışlardır. Çalışmada ABD yenilenebilir enerji pay senetleri, yüksek teknoloji pay senetleri, konvansiyonel enerji pay senetleri, ham petrol vadeli işlem sözleşmeleri, ABD'nin on yıllık tahvil gelirleri ile ABD pay senedinin günlük kapanış fiyatlarının dikkate alındığı çalışma sonucunda, getiri ve volatiliteler ilişkilerinin çok kısa vadede (5 gün) olduğu; ancak uzun vadede çok fazla bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak temiz

enerji ve teknoloji pay senedi fiyatları arasında özellikle kısa vadede önemli bir ikili bağlantı bulunması, bu iki pay senedi türünün yatırımcılar tarafından benzer varlıklar olarak algılandığını göstermiştir.

Kocaarslan ve Soytaş (2019a), çalışmalarında temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin pay senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki dinamik koşullu korelasyonu DCC ve ADCC-GARCH modelleriyle araştırmışlar. Araştırmada ECO, PSE ve genel olarak piyasa dalgalanmalarını temsilen WTI vadeli petrol fiyatları ele alınmıştır. 01.05.2004-18.01.2018 dönemi günlük verilerinin analiz edildiği çalışma sonucunda, finansal piyasalarda temiz enerji yatırımlarının önemli bir rol üstlendiği ve DCC'leri yönlendirmede ABD Doları'nın etkin bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kocaarslan ve Soytaş (2019b), çalışmalarında petrol fiyatları ve faiz oranlarının temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin pay senedi fiyatlarıyla asimetric bağlantısını araştırmışlardır. ECO, PSE, WTI'nin 05.01.2004-18.01.2018 dönemi günlük gözlem değerleri ve faiz oranlarını temsilen de üç aylık ABD Hazine bonusu getirileri ele alınmıştır. Çalışmada doğrusal olmayan ARDL modeliyle analiz edilmiş, analiz sonucunda ise petrol fiyatları, faiz oranları ve teknoloji pay senedi fiyatlarındaki olumlu ve olumsuz değişimlerin temiz enerji pay senedi fiyatları üzerindeki etkilerinin kısa ve uzun vadede önemli ölçüde değiştiği ortaya koyulmuştur. Ayrıca uzun vadede artan petrol fiyatlarının temiz enerji sektörü pay senedi fiyatlarını olumsuz yönde etkilediği ve bu etkinin asimetric olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Xia vd. (2019), fosil enerji fiyat değişikliklerinin yenilenebilir enerji pay senedi getirileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada Avrupa ERIX, Avrupa enerji vadeli fiyatları, Brent petrol vadeli fiyatları, Birleşik Krallık doğal gaz vadeli fiyatları, Phelix Elektrik Endeksi, kömür vadeli fiyatları ve EUA karbon vadeli işlem fiyatlarının 01.04.2008-10.07.2019 dönemi günlük verileri kullanılmıştır. ARMA-GARCH ve Diebold ve Yılmaz (2014) dinamik bağlantılılık modellerinin kullanıldığı çalışmada, fosil enerji ile yenilenebilir enerji arasında önemli ölçüde karşılıklı bağımlılık olduğu, elektrik piyasasının getiri bağlantılılık ağındaki yenilenebilir enerji getirilerindeki değişikliklere en fazla katkı yaptığı, petrol ve kömürün ise VAR bağlantılılık ağındaki yenilenebilir enerji getirilerindeki değişikliklere en çok katkı yapan unsurlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dutta vd. (2020), çalışmalarında VXXLE'nin temiz enerji ETF'leri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. PBW, PBD ve ICLN temiz enerji ETF'lerinin 16.03.2011-31.12.2018 dönemi günlük verileri Markov Rejim Switch modeliyle tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda enerji sektörü şirketleri için ima edilen oynaklık seviyeleri yüksek olduğunda temiz enerji varlık getirilerinde bir düşüşün muhtemel olduğu, ayrıca asimetric bir etkinin bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca sonuçlar yüksek oynaklık rejimleri sırasında VXXLE ile temiz enerji ETF'leri arasındaki ilişkinin düşük oynaklık rejimlerinden daha güçlü olduğunu göstermiştir. VXXLE seviyelerindeki değişikliklerin temiz enerji ETF'lerinin gerçekleşen oynaklığını önemli ölçüde etkilediğini belirlemişlerdir.

Fuentes ve Herrera (2020), on altı temiz enerji pay senetlerinin volatilité endeksleri ile S&P 500, STOXX 50, OVX, GVZ zımni volatilité endeksleri arasındaki dinamik bağlantıyı incelemişlerdir. Tüm verilerin 03.06.2008-03.06.2019 dönemi günlük gözlem değerleri arasındaki nedensellik ilişkisini ölçmek amacıyla Diebold ve Yılmaz'ın bağlantılılık metodolojisi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda ise volatilité endekslerinden temiz enerji volatilitelerine doğru tek yönlü bir ilişki olduğu, ayrıca aynı enerji üretimi alt sektöründeki şirketler arasında benzer volatilité yayılım davranışlarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Saeed vd. (2021), çalışmalarında temiz/yeşil enerji ve kirli enerji yatırımları arasındaki dinamik bağlantılılık durumunu ve belirleyicilerini araştırmışlardır. Çalışmada temiz enerjiyi temsilen ECO, yeşil enerjiyi temsilen Solaktif Yeşil Tahvil Endeksi, kirli enerjiyi temsilen iShares ABD Petrol ve Gaz Arama ve Üretim ETF'inin (IEO) 03.01.2012-29.11.2019 dönemi günlük verileri kullanılmıştır. Kantil VAR modeliyle yapılan analiz sonuçlarına göre alt ve üst kantillerdeki temiz enerji stokları, yeşil tahviller, ham petrol ve enerji ETF'i arasındaki getiri dönüş yayımları, orta kantildekilerden daha güçlüdür, bu da dönüş bağlantılılığının dönüş şokunun boyutuna bağlı olduğunu, bu sonuç da temiz/yeşil ve kirli enerji piyasalarındaki aşırı hareketlerle ilişkili getiri dönüş yayımlarını ortaya çıkarmak için koşullu ortalamaya dayalı tahmin edicilerin kullanılmasının uygun olmadığını belirtmiştir.

Gençyürek ve Ekinci (2021), temiz enerji sektörü, teknoloji sektörü ve ham petrol arasındaki yayılım ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada ECO, ArcaTech ve WTI endekslerinin 2004-2019 dönemi verilerine Hong (2001) yöntemi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda ortalama bağlamda ECO'dan WTI'ye doğru, varyans bağlamında ise WTI'den ECO'ya doğru Granger nedenselliğinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fahmy (2022), Paris Anlaşması sonrasında yatırımcıların iklim riskleri konusundaki farkındalıklarının artmasından hareketle bu artışın temiz enerji fiyatları ile petrol ve teknoloji pay senetleri fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmada temiz enerji varlıklarını temsilen ECO'nun, teknoloji pay senetleri fiyatlarını temsilen PSE'nin ve petrol fiyatlarını temsilen de WTI'nin Ocak 2009-Aralık 2019 dönemi günlük kapanış fiyatları analiz edilmiştir. Paris Anlaşması öncesi ve sonrası olarak iki ayrı model şeklinde rejim değiştirme modelleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda petrol fiyatının Paris Anlaşması öncesi temiz enerji varlıkları üzerinde daha güçlü bir asimetric etkiye sahip olduğu; ancak anlaşma sonrasında da tam tersi durumun olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca teknoloji pay senetleri fiyatlarının güçlü doğrusal olmayan asimetric kalıcılığa sahip temiz enerji varlıkları için en iyi rejim sürücüleri olduğu belirlenmiştir.

Çelik vd. (2022), bazı temiz enerji ETF'lerinin gerçekleşen volatiliteleri ile enerji zımnı volatiliteler arasındaki dinamik bağlantılılık durumlarını ve korunma fırsatlarını incelemiştir. Temiz enerji ETF'lerinden ICLN, QCLN, PBW, PBD, SMOG, FAN, TAN ve PZD, volatilitelerinden VXXLE ve OVX'in 06.10.2011-22.01.2021 dönemi günlük verilerinin analiz edildiği çalışmada, gerçekleşen volatiliteler Garman ve Klass (1980) yöntemiyle hesaplanmıştır. Çalışmada Zamanla Değişen Parametre Vektör Otoregresyon (TVP-VAR) ve Asimetric Dinamik Koşullu Korelasyon (ADDC) GARCH modelleri kullanılmıştır. TVP-VAR analizi sonucunda türbülans dönemlerinde dinamik bağlantılılığın arttığı ve PBW, QCLN, SMOG ve TAN ETF'lerinin net volatiliteler vericileri olduğu, özellikle 2016 yılında Paris Anlaşması sonrasında yaşanan gelişmelerle OVX'in net bir volatiliteler alıcısı olduğu; ADDC-GARCH analizi sonucunda ise temiz enerji ETF'leri ile zımnı volatiliteler ETF'leri arasındaki koşullu korelasyonun asimetric, ayrıca VXXLE'nin korunma açısından OVX'e göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde, temiz enerji sektörünün ele alındığı çalışmalarda genellikle temiz enerji şirketlerinin pay senetleri ile farklı finansal varlıkların ilişkilerinin araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışma enerji korku endeksleri ile temiz enerji volatiliteler endeksleri arasındaki yayılımı inceleyen çalışmaların sınırlı olmasından dolayı hazırlanmıştır.

3. Uygulama

3.1. Yöntem

Bu çalışmada korku endeksleri ile temiz enerji ETF'leri arasındaki dinamik ilişkiler Antonakakis vd. (2019a) tarafından geliştirilen TVP-VAR modeli ile incelenecektir. TVP-VAR modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$x_t = \Phi_t x_{t-1} + \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim N(0, S_t) \quad (1)$$

$$vec(\Phi_t) = vec(\Phi_{t-1}) + \xi_t \quad \xi_t \sim N(0, E_t) \quad (2)$$

Yukarıda verilen denklem (1) ve (2)'de x_t , ϵ_t , ξ_t $N \times 1$ vektörler ve S_t , Φ_t , E_t $N \times N$ boyutlu matrislerdir. TVP-VAR modelinin Wold temsilinde $x_t = \sum_{i=1}^p \Phi_{it} x_{t-i} + \epsilon_t = \sum_{j=1}^{\infty} A_{jt} \epsilon_{t-j} + \epsilon_t$ 'dir. Diebold ve Yılmaz (2012) tarafından geliştirilmiş etki-tepki fonksiyonları (GIRF) Ψ_{ijt}^g kullanılarak ortaya konan bağlantılılık indeksinin temelini Vektör Hareketli Ortalama (VMA) modelinin zamanla değişen katsayıları oluşturmaktadır (Antonakakis vd., 2019a: 7). Koop vd. (1996), Pesaran ve Shin (1998) tarafından geliştirilen geliştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırması GFEVD $\phi_{ijt}^g(J)$ dinamik bağlantılılık çerçevesinin temelini oluşturmaktadır. GFEVD, j 'den i 'ye ikili yönlü bağılılığı temsil eder ve bu da j değişkeninin tahmin hatası varyans payı açısından i değişkeni üzerindeki etkisidir ve aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Antonakakis vd., 2019b: 6):

$$\phi_{ijt}^g(J) = \frac{S_{ii,t}^{-1} \sum_{l=1}^{j-1} (t_l' A_t S_t l_j)^2}{\sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^{j-1} (t_l' A_t S_t A_t' t_l)} \quad (3)$$

$$\tilde{\phi}_{i,t}^g J = \frac{\phi_{ij,t}^g(J)}{\sum_{j=1}^N \phi_{ij,t}^g(J)} \quad (4)$$

Denklem (3)'te yer alan J tahmin ufkunu, t_i i konumunda bir aksi durumda sıfır olan bir seçim vektörüdür, $\sum_{j=1}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J) = 1$ ve $\sum_{i,j=1}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J) = N$ 'dir. GFEVD kullanarak toplam bağlantılılık endeksi (TCI) şu şekilde yazılabilir:

$$C_t^g(J) = \frac{\sum_{i,j=1,i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)} \quad (5)$$

Bu bağlantılılık yaklaşımı, bir değişkende meydana gelen şokun kullanılan diğer değişkenlere yayılımını göstermektedir. İlk olarak, i değişkeninin şokunun diğer tüm j değişkenlerine iletiildiği, diğerlerine toplam yönlü bağlılık adı verilen duruma bakılır:

$$C_{i \rightarrow jt}^g(J) = \sum_{j=1,i \neq j}^N \tilde{\phi}_{jit}^g(J) \quad (6)$$

i'nin j değişkenlerinden aldığı ve diğerlerinden toplam yönlü bağlantılılık adı verilen yönlü bağlantılılık değişkeni aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$C_{i \leftarrow jt}^g(J) = \sum_{j=1,i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ijt}^g(J) \quad (7)$$

Analiz edilen ağ üzerinde değişken i etkisi olarak yorumlanabilen net toplam yönlü bağlılığı hesaplayabilmek için diğerlerine toplam yönlü bağlantılılığı diğerlerinden toplam yönlü bağlantılılıktan çıkarılır:

$$C_{it}^g = C_{i \rightarrow jt}^g(J) - C_{i \leftarrow jt}^g(J) \quad (8)$$

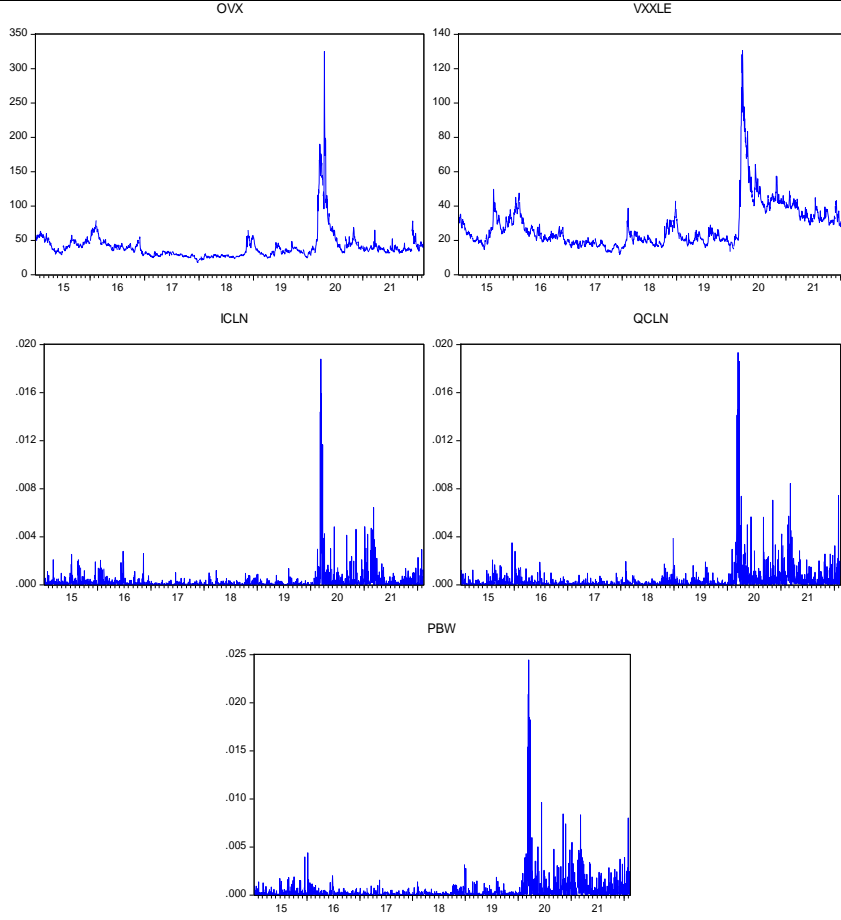
i değişkeninin net toplam yönlü bağlılığı pozitif ise bu i değişkeninin ağı ondan etkilenmekten daha fazla etkilediği anlamına gelir. Buna karşılık net toplam yönlü bağlantılılık negatifse bu i değişkeninin ağ tarafından yönlendirildiği anlamına gelmektedir. Net toplam yönlü bağlantılılık toplu bir ölçü olduğundan ve bazen önemli temel dinamikleri maskeleydiğinden net çift yönlü bağlantılılık (NPDC) hesaplanmaktadır. Bu hesaplama değişken i ve değişken j arasındaki ikili aktarım süreci hakkında bilgi sağlar:

$$NPDC_{ij}(H) = \tilde{\phi}_{jit}(H) - \tilde{\phi}_{ijt}(H) \quad (9)$$

Eğer $NPDC_{ij}(J) > 0$ ($NPDC_{ij}(J) < 0$) i değişkeni j değişkenini kullanmaktadır. Denklemde yer alan NPDC, i değişkeninin j değişkenini daha fazla mı yoksa daha az mı etkilediğini tanımlamaktadır (Antonakakis vd., 2019a: 7-9; Antonakakis vd., 2019b: 6-7).

3.2. Veri ve Bulgular

Çalışmada enerji korkusunun temiz enerji volatilitesi üzerindeki etkisi Antonakakis vd. (2019a) tarafından geliştirilen TVP-VAR yöntemiyle araştırılmıştır. Araştırmada enerji korkusunu temsil etmesi için CBOE Enerji Sektörü ETF Volatilite Endeksi (VXXLE) ile CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi (OVX), temiz enerji ETF'lerini temsilen de First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy ETF (QCLN), Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW), iShares Global Clean Energy ETF (ICLN) değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada 02.01.2015-11.02.2022 dönemi arasındaki veriler analiz edilmiş olup, bu veriler "finance.yahoo.com" adresinden alınmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait getiri serileri $\ln(P_t/P_{t-1})$ formülü aracılığıyla hesaplanmış, ayrıca getiri serilerinin kareleri alınarak da volatiliteler serileri oluşturulmuştur. Aşağıda verilen Şekil 1'de hesaplanan volatiliteler serilerine ilişkin zaman serisi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 1: Değişkenlere Ait Volatilite Serisi Grafikleri

Şekil 1'deki değişkenlerin volatilite serisi grafiklerine göre grafiklerin hemen hemen birbirine benzediği, Mart 2020'de bir volatilite artışı meydana geldiği ancak bu ani yükselişten sonra volatilitenin azaldığı gözlemlenmiştir; ayrıca volatilite seviyesinin hala yüksek olduğu ve eski seviyelerine dönmediği belirlenmiştir. Mart 2020'deki yükselişin yaşanmasında 1 Aralık 2019 tarihinde Çin'in Hubei bölgesi başkenti Wuhan'da ortaya çıkan ve kısa bir sürede tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisinin etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca petrol ihracatçısı ülkeler (OPEC+) arasında yaşanan anlaşmazlıklar, Çin-ABD arasındaki ticaret savaşları ve son dönemlerde ise Rusya-Ukrayna arasında yaşanan savaş vb. gibi olaylar da volatilitenin yüksek olmasının nedenleri arasındadır. Değişkenlerin volatilite serilerine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlerin Volatilite Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	OVX	VXXLE	ICLN	QCLN	PBW
Ortalama	40.844	28.011	0	0	0
Varyans	462.722	169.566	0	0	0
Çarpıklık	5.223	2.715	11.616	9.953	10.203
Basıklık	39.787	12.434	178.111	133.993	142.153
Jarque-Bera	126343.457	13746.659	2408991.131	1370161.720	1539921.962
ERS	-3.739***	-3.554***	-9.214***	-8.091***	-8.337***
Q(10)	7649.872*** [0.000]	8747.746*** [0.000]	974.126*** [0.000]	826.516*** [0.000]	863.811*** [0.000]
Q ² (10)	4884.940*** [0.000]	7822.046*** [0.000]	696.202*** [0.000]	622.064*** [0.000]	771.417*** [0.000]

Not: Tabloda yer alan ***, %1 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

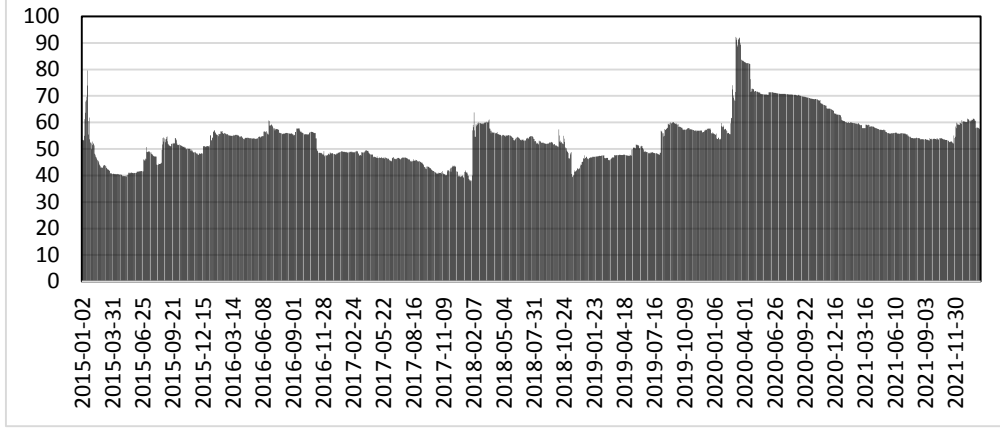
Tablo 1'deki değişkenlerin volatilite serilerine ait tanımlayıcı istatistik bilgilerine göre değişkenlerin çarpıklık değerlerinin pozitif ve sağa çarpık olduğu görülmektedir. Serilerin normale göre daha sivri bir

dağılıma sahip olduğu ve normal dağılımdan uzaklaştığı basıklık değerlerinden anlaşılmaktadır. Ayrıca değişkenlerin normal dağılım sergilemediği Jarque-Bera test istatistiğinden de anlaşılmaktadır. Değişkenlerin durağanlıkları incelenirken Elliot, Rothenberg ve Stock (1996) tarafından geliştirilen ERS birim kök testinden faydalanılmış ve serilerin birim kök içermedikleri yani durağan yapıda oldukları tespit edilmiştir. Ljung Box Q ve Q² test istatistikleri de değişkenlerin volatilitelerinin geçmiş değerleriyle ilişkili olduğunu, değişkenlerin otokorelasyon sergilediğini göstermektedir. Değişkenler arasındaki dinamik ilişkileri analiz edebilmek için Antonakakis vd. (2019a) tarafından geliştirilen TVP-VAR modeli kullanılmış ve analiz 4 gecikme uzunluğuna göre yapılmıştır. Yapılan TVP-VAR(4) modeli sonucunda elde edilen ortalama dinamik bağlantılılık bilgileri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Değişkenlere Ait Ortalama Dinamik Bağlantılılık

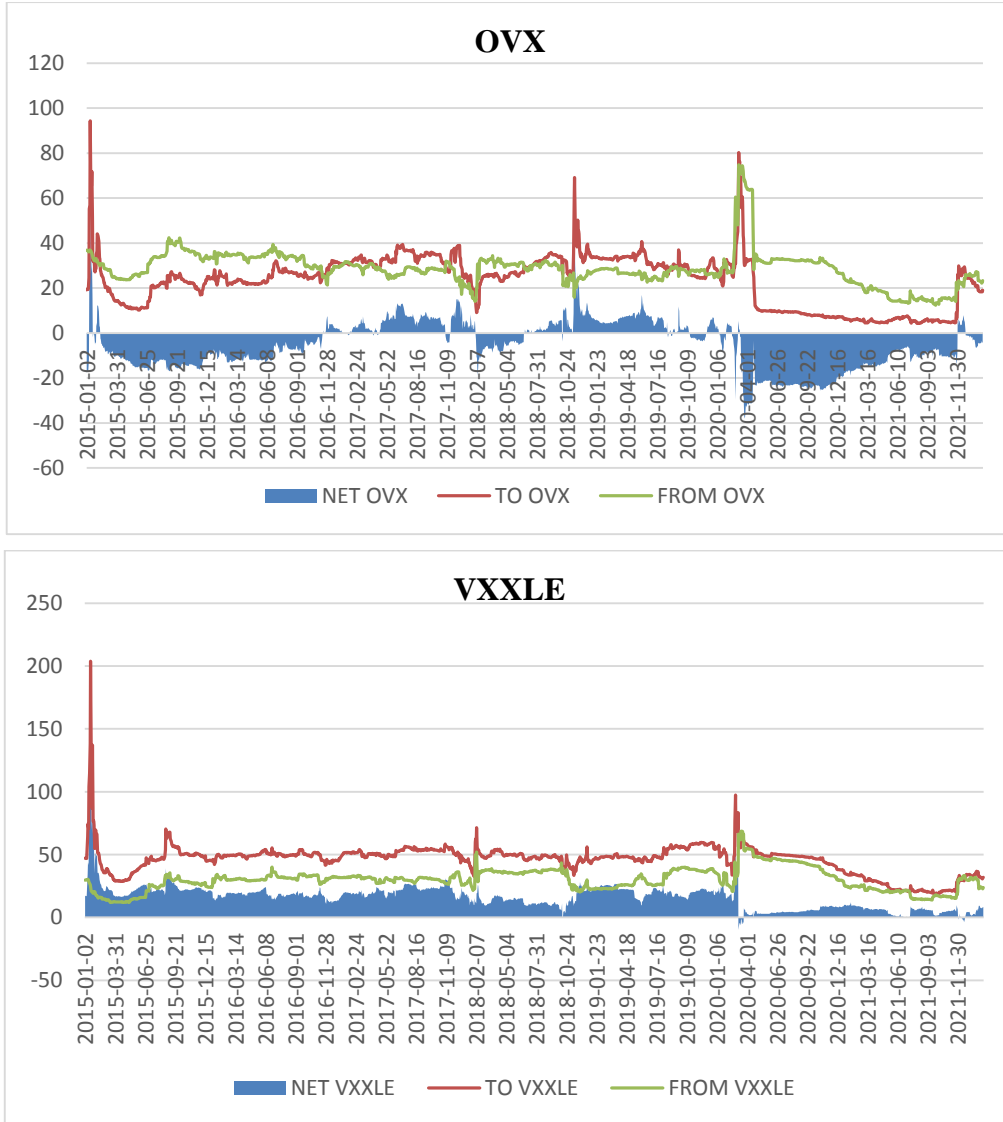
	OVX	VXXLE	ICLN	QCLN	PBW	Diğerlerinden (From)
OVX	71.35	23.15	1.77	1.76	1.96	28.65
VXXLE	14.96	70.00	3.90	5.64	5.50	30.00
ICLN	3.60	6.35	53.52	16.52	20.02	46.48
QCLN	2.28	8.46	14.50	45.36	29.40	54.64
PBW	2.52	7.89	17.11	28.68	43.79	56.21
Diğerlerine (Others)	23.35	45.86	37.27	52.61	56.88	215.97
Kendi Etkisi Dahil	94.71	115.86	90.79	97.97	100.67	cTCI/TCI
NET	-5.29	15.86	-9.21	-2.03	0.67	53.99/
NPT	3.00	4.00	0.00	1.00	2.00	43.19

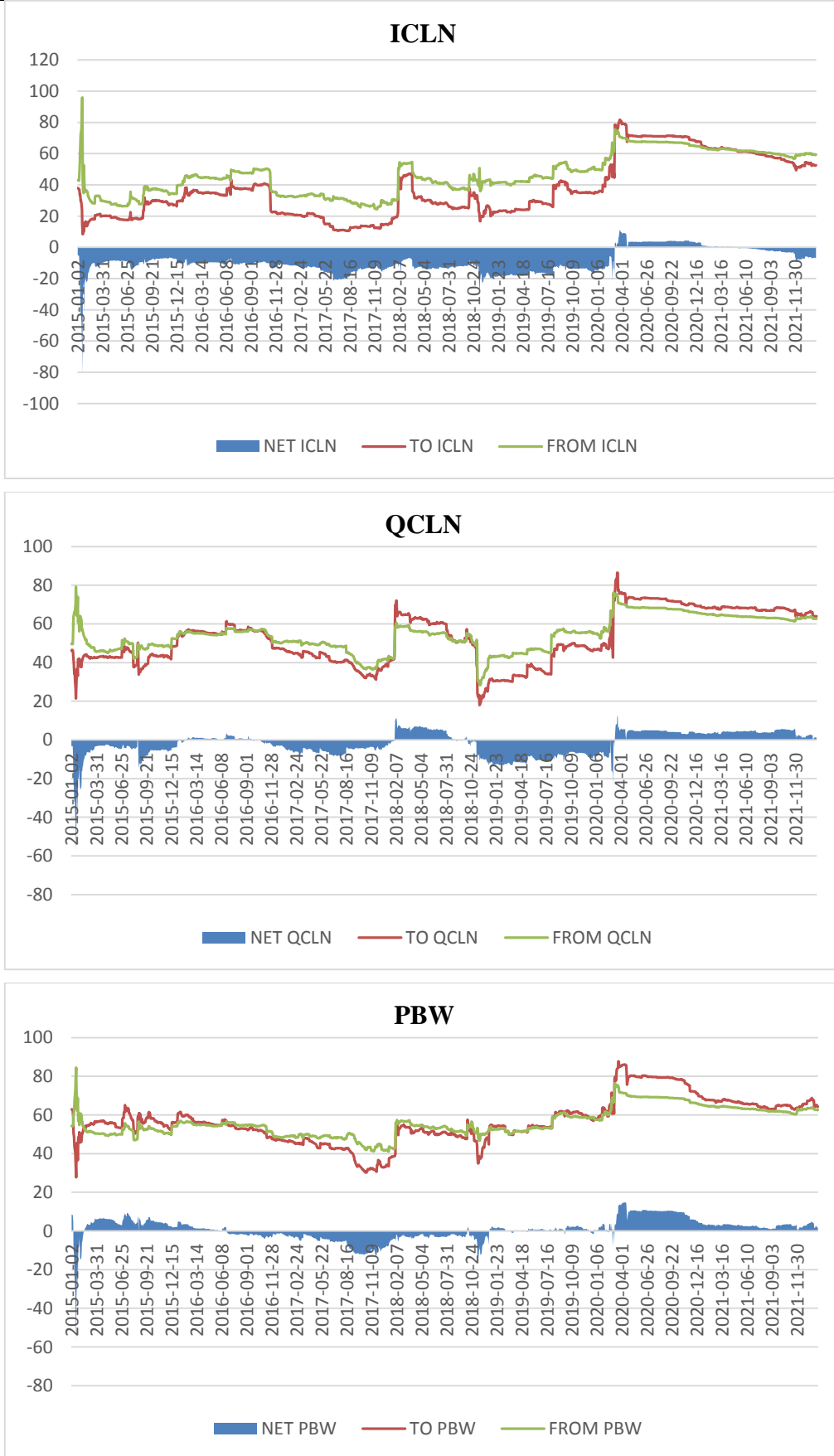
Tablo 2’deki ortalama dinamik bağlantılılık bilgilerine göre OVX’in varyansında ortaya çıkan değişmelerin %71.35’lik kısmı kendisinden kaynaklanırken, %28.65’lik bölümü diğer değişkenlerden; OVX’de meydana gelen değişmelerin %23.15’lik bölümü VXXLE’den kaynaklanırken, %1.77’lik bölümü ICLN, %1.76’lık bölümü QCLN, %1.96’lık bölümü PBW’den; VXXLE’nin varyansında meydana gelen değişmelerin büyük bir bölümü kendisinden kaynaklanırken, %14.96’lık bölümü OVX’den kaynaklandığı belirlenmiştir. ICLN’in varyansında meydana gelen değişmelerin %53.52’lik bölümü kendisinden kaynaklanırken, diğerlerinden etkilenme oranı %46.48’dir. ICLN’i en çok etkileyen %20.022’yle PBW iken, ikinci sırada %16.52’yle QCLN gelmektedir. ICLN’in korku endekslerinden etkilenme oranı ise OVX’ten %3.60, VXXLE’den %6.35’tir. QCLN’in varyansında meydana gelen değişmelerin %45.36’lık bölümü kendisinden, %29.40’lık bölümü PBW’den, %14.50’lik bölümü ICLN’den kaynaklanırken, %2.28’lik bölümü OVX, %8.46’lık bölümü VXXLE’den kaynaklanmaktadır. PBW’in varyansında meydana gelen değişmelerin %43.79’luk bölümü kendisinden kaynaklanırken, PBW’in %28.68’le QCLN, %17.11’le ICLN, %7.89’la VXXLE, %2.52’yle OVX etkilemektedir. Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde ise korku endekslerinin birbirlerinden etkilendikleri görülürken, varyanslarında ortaya çıkan değişmelerin büyük bir bölümünün kendilerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde temiz enerji ETF’lerinin varyansında meydana gelen değişmelerin de kendilerinden kaynaklandığı görülmekle birlikte temiz enerji ETF’lerinin birbirlerinin varyansında meydana gelen değişmeleri açıklama gücünün daha yüksek olduğu görülmüştür. Korku endekslerinin temiz enerji ETF’lerinin varyansında meydana gelen değişmeleri açıklama gücünün diğer temiz enerji ETF’lerine nazaran düşük olduğu gözlemlenmekle birlikte temiz enerji ETF’lerini en çok etkileyen korku endeksinin VXXLE olduğu belirlenmektedir. %15.86’yla VXXLE’nin, %0.67’yle PBW’nin volatiliteleri yaydığı, %9.21’le ICLN, %5.29’la OVX, %2.3’le QCLN’in volatiliteleri aldığı görülmektedir. %15.86’yla volatiliteleri en çok yayan VXXLE olurken, volatiliteleri en çok alan %9.21’le ICLN olmuştur. Değişkenler arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkisi grafiği Şekil 2’de belirtilmiştir.



Şekil 2: Değişkenlere Ait Dinamik Toplam Bağlantılılık Grafiği

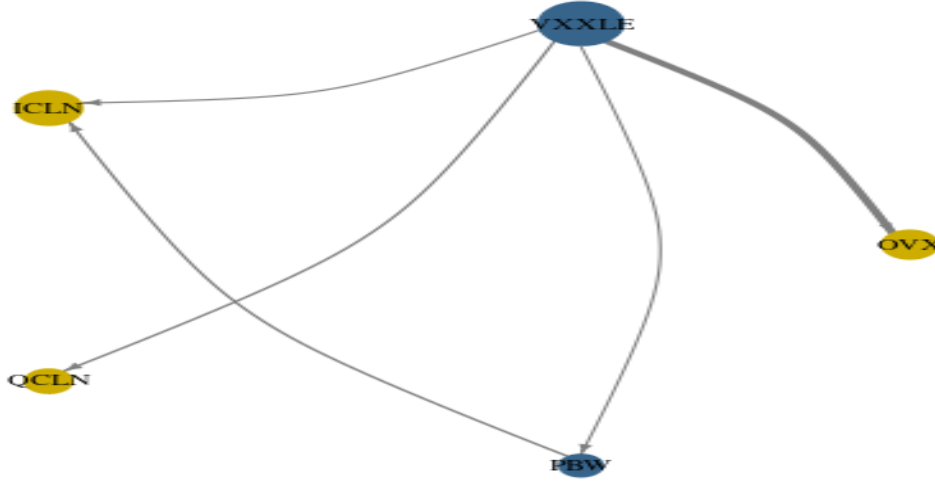
Şekil 2'de verilen dinamik toplam bağlantılılık grafiği incelendiğinde değişkenler arasındaki dinamik bağlantının bazı dönemlerde arttığı, bazı dönemlerde ise azaldığı görülmektedir. Grafikte gözlemlenen dinamik bağlantının 2020 yılında yaşanan COVID-19 pandemisiyle birlikte arttığı, daha sonra düşüş eğilimine girdiği ancak yaşanan Ukrayna-Rusya savaşıyla birlikte biraz daha yükseldiği gözlenmektedir. Volatilite yayılımlarının daha açık görülebilmesi için Şekil 3'te net toplam yönsel bağlantılılık grafiği verilmiştir.





Şekil 3: Değişkenlere Ait Net Toplam Yönelik Bağlantılılık Grafiği

Şekil 3'teki değişkenlere ait net toplam yönsel bağlantılılık grafiklerine göre VXXLE'nin net volatilitiyi yaydığı, ICLN'in ise net volatilitiyi aldığı görülmektedir. Diğerleri ise belirli dönemlerde volatilitiyi yayan, belirli dönemlerde ise volatilitiyi alan konumundadır. Değişkenler arasındaki volatilitiyi yayılımının yönü ve gücünün net bir şekilde görülmesi için değişkenlere ait volatilitiyi yayılım grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: Değişkenlere Ait Volatilitiyi Yayılım Grafiği

Şekil 4'teki volatilitiyi yayılım grafiğine göre volatilitiyi en çok yayan VXXLE'nin, PBW'nin de az da olsa volatilitiyi yayan konumunda olduğu görülmektedir. ICLN, QCLN, OVX'in ise volatilitiyi alan olduğu görülmektedir. VXXLE'nin OVX'ini etkileme gücünün diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. VXXLE'nin temiz enerji ETF'lerini etkileyen tek korku endeksi olduğu görülmüştür. OVX'in ise temiz enerji ETF'lerini etkilemediği gözlemlenmiştir. PBW'nin de VXXLE ile birlikte ICLN'i etkilediği belirlenmiştir.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Fosil enerji kaynaklarının tükenme tehlikesinin olması, adil bir dağılıma sahip olmaması ve sera gazı salınımına sebebiyet vermesiyle son dönemlerde dünya enerji tüketiminde fosil enerji yerine alternatif olarak temiz enerji tercih edilmektedir. Temiz enerjinin yenilenebilir, yerel ve çevre dostu olması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önem arz etmekte; ayrıca hem dışa bağımlılığı hem de cari açığı azaltarak ülkelerin kalkınmasına yardımcı olmaktadır. Böylece ülkelerde temiz enerji kullanımının artırılmasına yönelik politikalarla temiz enerji sektörüne yapılan yatırımlar hız kazanmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji işletmeleri çevreye duyarlı olan ve tasarruflarını yenilenebilir enerji şirketlerinin pay senetlerinde değerlendirmek isteyen yatırımcılar için de oldukça tercih edilen bir alan konumundadır. Bu sektördeki yatırımcılar ise karlarını maksimize etmek amacıyla belirsizlik ve risk koşullarında yatırımlarını sürdürmektedir. Yatırımcılara alacakları kararlarda yol haritası sunabilmek için çalışmada enerji sektörü volatilitiyi endeksleri ile temiz enerji yatırım fonları arasındaki dinamik ilişkiler araştırılmıştır. Çalışmada CBOE Enerji Sektörü ETF Volatilitiyi Endeksi (VXXLE) ile CBOE Ham Petrol Volatilitiyi Endeksi (OVX) enerji korkusunu temsilen; First Trust NASDAQ Clean Edge Green Energy ETF (QCLN), Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW) ve iShares Global Clean Energy ETF (ICLN)'de temiz enerji ETF'lerini temsilen seçilmiştir. Araştırma 02.01.2015-11.02.2022 dönemine ait volatilitiyi serileri kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma Antonakakis vd. (2019a) tarafından geliştirilen TVP-VAR modeli kullanılarak yapılmıştır. Kurulan TVP-VAR(4) modeli sonucunda bir temiz enerji ETF'inin varyansında meydana gelen değişimlerin büyük çoğunluğunun kendisi tarafından açıklandığı ve kalan bölümünün ise diğer temiz enerji ETF'leri tarafından ve korku endeksleri tarafından açıklandığı belirlenmiştir. Ayrıca bir temiz enerji ETF'inde meydana gelen değişimi korku endekslerine nazaran diğer temiz enerji ETF'lerinin açıklama gücü daha yüksektir. Temiz enerji ETF'lerini en çok etkileyen korku endeksinin VXXLE olduğu

belirlenmiştir. Ayrıca VXXLE ve PBW temiz enerji ETF'inin volatilitiyi yayan değişkenler olduğu; ICLN, QCLN temiz enerji ETF'leri ve OVX'in ise volatilitiyi alan değişkenler olduğu görülmektedir. %15.86'yla volatilitiyi en çok yayan VXXLE olurken, volatilitiyi en çok alan %9.21'le ICLN temiz enerji ETF'i olmuştur. Değişkenler arasındaki dinamik bağıntılılık ilişkisinin yer aldığı grafiğe göre değişkenler arasındaki dinamik bağlantının bazı dönemlerde arttığı, bazı dönemlerde ise azaldığı gözlemlenmiştir. Net toplam yönsel bağıntılılık grafiklerine göre VXXLE'nin net volatilitiyi yayan, ICLN temiz enerji ETF'inin net volatilitiyi alan olduğu, diğer değişkenlerin ise belirli dönemlerde volatilitiyi yayan, belirli dönemlerde ise volatilitiyi alan konumunda oldukları gözlemlenmiştir. Volatilitiyi yayılım grafiğinde ise volatilitiyi en çok yayan değişkenin VXXLE olduğu, PBW temiz enerji ETF'inin de az da olsa volatilitiyi yayan konumunda olduğu; ICLN, QCLN temiz enerji ETF'leri ve OVX'in volatilitiyi alan değişkenler olduğu görülmüştür. VXXLE'nin OVX'i etkileme gücünün diğer değişkenlere göre daha fazla olduğu; temiz enerji ETF'lerini etkileyebilen tek korku endeksinin VXXLE olduğu tespit edilmiştir. OVX'in ise temiz enerji ETF'lerini etkilemediği, PBW temiz enerji ETF'inin de ICLN temiz enerji ETF'ini VXXLE ile birlikte etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar literatürde Ahmad (2017), Ahmad vd. (2018), Dutta vd. (2020), Fuentes ve Herrera (2020) ve Çelik vd. (2022) tarafından yapılan çalışmalarla benzer sonuçlara sahiptir. Çalışmadan elde edilen bulguların politika yapıcılar, portföy yöneticileri, yatırımcılar ve riskten korunmak isteyenlere yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Portföylerinde çeşitli varlıklara yer vermek isteyen portföy yöneticileri ve yatırımcılar, temiz enerji ETF'lerini de portföylerine dahil etmek isterlerse VXXLE'in fiyat hareketlerini takip ederek temiz enerji ETF'lerinin fiyat hareketleri hakkında bilgi sahibi olabilirler. Ancak temiz enerji ETF'lerinin birkaçına birlikte yatırım yapacaklarsa bu ETF'ler arasındaki ilişkilere dikkat etmeleri gerekmektedir. Bunun yanı sıra yatırımcılar ve portföy yöneticileri, temiz enerji ETF'lerini tercih ederek temiz enerji üretimi yapan şirketlere destek olabilir, böylece sektördeki şirketlerin artmasını teşvik edebilir ve bu sayede fosil enerji kullanımını azaltarak iklim değişikliğinin önlenmesine yardımcı olabilirler. Politika yapıcılar da temiz enerji şirketlerini destekleyerek temiz enerji şirketleri ve fonlarının yaygınlaşmasını sağlayabilir, böylece piyasanın derinleşmesine katkıda bulunabilirler.

Finansman/ Grant Support

The author(s) declared that this study has received no financial support.

Yazar(lar) bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar Çatışması/ Conflict of Interest

Yazar(lar) çıkar çatışması bildirmemiştir.

The authors have no conflict of interest to declare.

Yazarların Katkıları/Authors Contributions

Çalışmanın Tasarlanması: Yazar-1 (%40), Yazar-2 (%35), Yazar-3 (%25)

Conceiving the Study: Author-1 (%40), Author-2 (%35), Author-3 (%25)

Veri Toplanması: Yazar-1 (%40), Yazar-2 (%35), Yazar-3 (%25)

Data Collection: Author-1 (%40), Author-2 (%35), Author-3 (%25)

Veri Analizi: Yazar-1 (%40), Yazar-2 (%35), Yazar-3 (%25)

Data Analysis: A Author-1 (%40), Author-2 (%35), Author-3 (%25)

Makale Gönderimi ve Revizyonu: Yazar-1 (%25), Yazar-2 (%40), Yazar-3 (%35)

Submission and Revision: Author-1 (%25), Author-2 (%40), Author-3 (%35)

Açık Erişim Lisansı/ Open Access License

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC).

Kaynaklar

Ahmad, W. (2017). On the Dynamic Dependence and Investment Performance of Crude Oil and Clean Energy Stocks. *Research in International Business and Finance*, 42, s.376-389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.140>

Ahmad, W., Sadorsky, P. ve Sharma, A. (2018). Optimal Hedge Ratios for Clean Energy Equities. *Economic Modelling*, 72, s.278-295. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.02.008>

- Antonakakis, N., Gabauer, D. ve Gupta, R. (2019b). International Monetary Policy Spillovers: Evidence from a Time-varying Parameter Vector Autoregression. *International Review of Financial Analysis*, 65, 101382. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.101382>
- Antonakakis, N., Cunado, J., Filis, G., Gabauer, D. ve De Gracia, F. P. (2019a). Oil and Asset Classes Implied Volatilities: Dynamic Connectedness and Investment Strategies. Available at SSRN 3399996. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3399996>
- Barunik, J. ve Krehlik, T. (2018). Measuring the Frequency Dynamics of Financial and Connectedness and Systemic Risk. *J. Financ. Economet.* 16, s.271–296. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nby001>
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Top 38 Countries. *Applied Energy*, 162, s.733-741. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>
- BloombergNEF, <https://about.bnef.com/> (Erişim Tarihi: 10.07.2022)
- Bolgün, K. E. ve Akçay, M. B. (2009), *Türk Finans Piyasalarında Entegre Risk Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları Risk Yönetimi, Genişletilmiş 3. Baskı*, İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Bondia, R., Ghosh, S. ve Kanjilal, K. (2016). International Crude Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy and Technology Companies: Evidence from Non-linear Cointegration Tests with Unknown Structural Breaks. *Energy*, 101, s.558-565. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.031>
- Cleveland, C. J. ve Morris C. (2006). *Dictionary of Energy*, Italy: Elsevier.
- Çelik, İ., Sak, A. F., Özdemir Höl, A. ve Vergili, G. (2022). The Dynamic Connectedness and Hedging Opportunities of Implied and Realized Volatility: Evidence from Clean Energy ETFs. *North American Journal of Economics and Finance*, 60(101670), s.1-21. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101670>
- Çınar, M. ve Öz, R. (2017). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisine Yenilenebilir Enerji Bağlamında Bir Öneri. *International Journal of Academic Value Studies (Javstudies)*, 3(13), s.40-54.
- Demirgil, B. ve Birol, Y. E. (2020). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), s.68-83. <https://doi.org/10.37880/cumuiibf.671591>
- Diebold, F. X. ve Yilmaz, K. (2012). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28, s.57-66. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>
- Diebold, F. X. ve Yilmaz, K. (2014). On the Network Topology of Variance Decompositions: Measuring the Connectedness of Financial Firms. *Journal of Econometrics*, 182(1), s.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, s.1157-1166. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.050>
- Dutta, A. (2018). Oil and Energy Sector Stock Markets: an Analysis of Implied Volatility Indexes. *Journal of Multinational Financial Management*, 44, s.61-68. <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2017.12.002>
- Dutta, A., Bouri, E., Saeed, T. ve Vo, X. V. (2020). Impact of Energy Sector Volatility on Clean Energy Assets. *Energy*, 212(118657), s.1-11. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118657>
- Elliot, G., Rothenberg T. J. ve Stock, J. H. (1996), Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root, *Econometrica*, 64, s.813-836. <https://doi.org/10.2307/2171846>

- Fahmy, H. (2022). The Rise in Investors' Awareness of Climate Risks after the Paris Agreement and the Clean Energy-oil-technology Prices Nexus. *Energy Economics*, 106(105738), s.1-17. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105738>
- Ferrer, R., Shahzad, S. J. H., Lopez, R. ve Jareno, F. (2018). Time and Frequency Dynamics of Connectedness between Renewable Energy Stocks and Crude Oil Prices. *Energy Economics*, 76, s.1-20. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.09.022>
- Fuentes, F. ve Herrera, R. (2020). Dynamics of Connectedness in Clean Energy Stocks. *Energies*, 13, 3705, s.1-18. <https://doi.org/10.3390/en13143705>
- Garman, M. B. ve Klass, M. J. (1980). On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data. *Journal of Business*, 53, s.67-78. <http://dx.doi.org/10.1086/296072>
- Gençyürek, A. G. ve Ekinci, R. (2021). Temiz Enerji Sektörü, Teknoloji Sektörü ve Ham Petrol Arasındaki Yayılım İlişkisi. *Ekonomi, Politika&Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(1), s.60-81. <https://doi.org/10.30784/epfad.798974>
- Henriques, I. ve Sadorsky, P. (2008). Oil Prices and the Stock Prices of Alternative Energy Companies. *Energy Economics*, 30, s.998-1010.
- Hong, Y. (2001). A Test for Volatility Spillover with Application to Exchange Rates. *Journal of Econometrics*, 103, s.183-224. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00043-4)
- Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji (Analiz). *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 197, s.18-28.
- Kocaarslan, B. ve Soytaş, U. (2019a). 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(104502), s.1-11. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104502>
- Kocaarslan, B. ve Soytaş, U. (2019b). Asymmetric Pass-through between Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy Firms: new evidence from a nonlinear analysis. *Energy Reports*, 5, s.117-125. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.01.002>
- Koop, G., Pesaran, M. H. ve Potter, S. M. (1996). Impulse Response Analysis in Nonlinear Multivariate Models. *Journal of Econometrics*, 74, s.119-47. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01753-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01753-4)
- Kumar, S., Managi, S. ve Matsuda, A. (2012). Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: a Vector Autoregressive Analysis. *Energy Economics*, 34, s.215-226. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.002>
- Levine, R. (1997). Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda. *Journal of Economic Literature*, 35, s.688-726.
- Lopez, R. (2018). The Behaviour of Energy-related Volatility Indices around Scheduled News Announcements: Implications for variance swap investments. *Energy Economics*, 72, s.356-364. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.04.040>
- Managi, S. ve Okimoto, T. (2013). Does the Price of Oil Interact with Clean Energy Prices in the Stock Market? *Japan and the World Economy*, 27, s.1-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.japwor.2013.03.003>
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*, 157, Temmuz-Aralık 2009, s.105-115.
- Pesaran, H. H. ve Shin, Y. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters*, 58, s.17-29. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(97\)00214-0](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0)
- Reboredo, J. C. (2015). Is There Dependence and Systemic Risk between Oil and Renewable Energy Stock Prices? *Energy Economics*, 48, s.32-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.009>

- Saeed, T., Bouri, E. ve Alsulami, H. (2021). Extreme Return Connectedness and its Determinants between Clean/green and Dirty Energy Investments. *Energy Economics*, 96(105017), s.1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105017>
- Telçeken, N., Kıyılar, M. ve Kadioğlu, E. (2019). Volatilite Endeksleri: Gelişimi, Türleri, Uygulamaları ve TRVIX Önerisi, *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 4(2), s.204-228.
- Uluslararası Enerji Ajansı Dünya Enerji Yatırımları 2022 Raporu, <https://www.iea.org/> (Erişim Tarihi: 10.07.2022)
- Xia, T., Ji, Q., Zhang, D. ve Han, J. (2019). Asymmetric and Extreme Influence of Energy Price Changes on Renewable Energy Stock Performance. *Journal of Cleaner Production*, 241, s.1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118338>
- Yahoo Finance, <https://finance.yahoo.com/> (Erişim Tarihi: 12.02.2022)