

HİTİT SOSYAL BİLİMLER DERGİSİ

Hitit Journal of Social Sciences

e-ISSN: 2757-7949

Cilt | Volume: 17 • Sayı | Number: 2

Ağustos | August 2024

Petrol Fiyatları ve Temiz Enerji Endeksleri Arasındaki İlişkinin NARDL ve DCC Yöntemleri ile İncelenmesi

Investigating the Relationship Between Oil Prices and Clean Energy Indexes
Using NARDL and DCC Methods

Özge DEMİRKALE

Corresponding Author | Sorumlu Yazar

Dr. Öğr. Üyesi | Asst. Prof.

İstanbul Aydın Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye
İstanbul Aydın University, Faculty of Economics and Administration Sciences, Department of Business
Administration, İstanbul, Türkiye

ozgedemirkale@aydin.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-4227-3934>

Makale Bilgisi | Article Information

Makale Türü | Article Type: Araştırma Makalesi | Research Article

Geliş Tarihi | Received: 14.02.2024

Kabul Tarihi | Accepted: 25.06.2024

Yayın Tarihi | Published: 31.08.2024

Atıf | Cite As

Demirkale, Ö. (2024). Petrol Fiyatları ve Temiz Enerji Endeksleri Arasındaki İlişkinin NARDL ve DCC Yöntemleri ile İncelenmesi. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 271-282. <https://doi.org/10.17218/hititsbd.1437138>

Değerlendirme: Bu makalenin ön incelemesi iki iç hakem (editörler - yayın kurulu üyeleri) içerik incelemesi ise iki dış hakem tarafından çift taraflı kör hakemlik modeliyle incelendi. Benzerlik taraması yapılarak (Turnitin) intihal içermediği teyit edildi.

Etik Beyan: Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

Etik Bildirim: husbededitor@hitit.edu.tr
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/hititsbd>

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Finansman: Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.

Telif Hakkı & Lisans: Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Review: Single anonymized - Two Internal (Editorial board members) and Double anonymized - Two External Double-blind Peer Review
It was confirmed that it did not contain plagiarism by similarity scanning (Turnitin).

Ethical Statement: It is declared that scientific and ethical principles have been followed while conducting and writing this study and that all the sources used have been properly cited.

Complaints: husbededitor@hitit.edu.tr
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/hititsbd>

Conflicts of Interest: The author(s) has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author(s) acknowledge that they received no external funding to support this research.

Copyright & License: Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0.

Investigating the Relationship Between Oil Prices and Clean Energy Indexes Using NARDL and DCC Methods

Abstract

The relationship between oil prices and clean energy indices is of great importance for investors and financial market participants when considered as a financial investment tool. As the world grapples with environmental challenges and seeks sustainable solutions, understanding the impact of oil prices on the clean energy sector plays a critical role in strategic decision-making processes. Fluctuations in oil prices can directly impact the financial performance of the clean energy sector by affecting the returns and costs of clean energy investments. Investors need insights into the potential asymmetric effects of oil prices on sustainability and clean energy indices; this can shape their portfolio allocations and risk management strategies. As global sustainability concerns and shifts towards clean energy continue to evolve, the complex relationship between traditional energy markets and the expanding clean energy sector remains a subject of study in the literature. The decreasing reliance on conventional energy sources and the accelerated transition to renewable energy sources create significant implications for financial markets. In this transformative process, it is crucial for investors to analyze the short- and long-term impacts of changes in oil prices on the clean energy sector. Understanding the complex relationship between traditional energy markets and the expanding clean energy sector can help investors anticipate future trends and develop sustainable investment strategies. Moreover, understanding the asymmetric effects of oil prices on clean energy investments plays a vital role in achieving global sustainability goals and addressing environmental challenges. In this context, an in-depth analysis of these dynamics will provide valuable insights not only for academic research but also for policymakers and investors. In this article, we examine the complex relationship between oil prices, sustainability, and clean energy indices using a comprehensive dataset spanning from 2014 to 2023. The focus of the analysis is on the West Texas Intermediate (WTI) crude oil futures prices, the Dow Jones Sustainability World Index (DJSWI), and the S&P Global Clean Energy Index (SPGCE). These variables represent critical aspects of the financial system by reflecting the dynamics between traditional energy sources, sustainability initiatives, and the emerging clean energy sector. In this context, the study employs the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) method to explore the asymmetric effects of West Texas Intermediate (WTI) prices on the S&P Global Clean Energy Index (SPGCE) and the Dow Jones Sustainability World Index (DJSWI). The NARDL method is advantageous due to its applicability to variables with different levels of stationarity and its effectiveness in handling small sample sizes. The study also incorporates the Dynamic Conditional Correlation (DCC) model to assess the time-varying relationships between the variables. In this context, the study differs from existing literature by examining the asymmetric effects of oil prices on sustainability and clean energy indices using both the NARDL and DCC methods. According to the results from the NARDL model, it was found that positive shocks in WTI prices have a more significant effect on the S&P Global Clean Energy Index (SPGCE) compared to negative shocks. According to the Dynamic Multiplier test, positive and negative shocks to the WTI variable have a weak negative effect on SPGCE from the third to the fifth period, gradually approaching equilibrium thereafter. The results obtained from the DCC model indicate a positive and strong relationship between WTI prices and the S&P Global Clean Energy Index (SPGCE). The positive relationships between WTI prices and clean energy indices, especially during periods of positive shocks in oil prices, suggest potential opportunities for returns. However, awareness of the highlighted dynamic relationships is crucial, and investors should employ diversification strategies to mitigate risks associated with fluctuations in oil prices. Considering the results obtained from the DCC model, investors should actively monitor market dynamics and adjust their investment strategies accordingly. During significant event periods identified in the study, such as the "COVID Era," correlations between assets can change rapidly. Being mindful of these changes can assist investors in making timely and informed decisions. Moreover, given the positive relationship between sustainability indices and oil prices, portfolio managers may consider increasing allocations to sustainable investments. Integrating companies with strong sustainability practices can enhance portfolio resilience and align with global environmental-conscious initiatives.

Keywords: Oil Prices, Clean Energy Indexes, Sustainability, NARDL, DCC

Petrol Fiyatları ve Temiz Enerji Endeksleri Arasındaki İlişkinin NARDL ve DCC Yöntemleri ile İncelenmesi

Öz

Finansal yatırım aracı olarak da dikkate alındığında petrol fiyatları ile temiz enerji endeksleri arasındaki ilişki, yatırımcılar ve finansal piyasa katılımcıları için büyük önem taşımaktadır. Dünya çevresel zorluklarla başa çıkarken ve sürdürülebilir çözümler ararken, petrol fiyatlarının temiz enerji sektörü üzerindeki etkilerini anlamak stratejik karar verme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar,

temiz enerji yatırımlarının getirisini ve maliyetini etkileyerek bu sektörün finansal performansını doğrudan etkileyebilir. Yatırımcılar, petrol fiyatlarının sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri üzerindeki potansiyel asimetrik etkilerine dair içgörülere ihtiyaç duyarlar; bu da portföy tahsislerini ve risk yönetimi stratejilerini şekillendirebilir. Küresel sürdürülebilirlik endişeleri ve temiz enerjiye doğru kayışlar arasında finansal piyasalar evrimleşmeye devam ettikçe, geleneksel enerji piyasaları ile genişleyen temiz enerji sektörü arasındaki karmaşık ilişki literatürde incelenmeye devam etmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarına bağımlılığın azalması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin hızlanması, finansal piyasalar üzerinde önemli yansımalar yaratmaktadır. Bu dönüşüm sürecinde, yatırımcılar için petrol fiyatlarındaki değişimlerin temiz enerji sektörü üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerini analiz etmek önem arz etmektedir. Geleneksel enerji piyasaları ile genişleyen temiz enerji sektörü arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamak, yatırımcıların gelecekteki trendleri öngörmelerine ve sürdürülebilir yatırım stratejileri geliştirmelerine yardımcı olabilir. Bununla birlikte petrol fiyatlarının temiz enerji yatırımları üzerindeki asimetrik etkilerini anlamak, küresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada ve çevresel zorluklarla başa çıkmada hayati bir role sahiptir. Bu bağlamda bu dinamiklerin derinlemesine analiz edilmesi, akademik araştırmaların yanı sıra politika yapımcılar ve yatırımcılar için de değerli içgörüler sunacaktır. Bu makalede, 2014'ten 2023'e kadar uzanan kapsamlı bir veri setini kullanarak petrol fiyatları, sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri arasındaki karmaşık ilişki incelenmektedir. Analizin odak noktaları, Batı Teksas Ham Petrol (WTI) vadeli işlem fiyatları, Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) ve S&P Global Temiz Enerji Endeksi (SPGCE) olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler, geleneksel enerji kaynakları, sürdürülebilirlik girişimleri ve yükselen temiz enerji sektörü arasındaki dinamikleri yansıtarak finansal sistemin kritik yönlerini temsil etmektedir. Bu bağlamda, çalışmada Batı Teksas Ham Petrol (WTI) fiyatlarının S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (SPGCE) ve Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) üzerindeki asimetrik etkilerini keşfetmek için NARDL yöntemi kullanılmıştır. NARDL yöntemi, farklı durağan seviyelere sahip değişkenlere uygulanabilir olması ve küçük örneklem boyutlarıyla başa çıkma konusundaki etkinliği nedeniyle avantajlıdır. Çalışmada ayrıca değişkenler arasındaki zamanla değişen ilişkileri değerlendirmek için Dinamik Koşullu Korelasyon (Dynamic Conditional Correlation -DCC) modelini içermektedir. Bu bağlamda çalışma petrol fiyatlarının sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri üzerindeki asimetrik etkileri NARDL ve Dinamik Koşullu Korelasyon yöntemleri incelemesi açısından literatürde yer alan çalışmalardan farklıdır. NARDL modelinden elde edilen sonuçlara göre WTI fiyatlarındaki pozitif şokların SPGCE endeksi üzerinde negatif şoklara göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Dinamik Çarpanlar testine göre WTI değişkenine verilen pozitif ve negatif şoklar, SPGCE üzerinde üçüncü dönemden beşinci döneme kadar zayıf formda negatif etki yaratırken beşinci dönemden itibaren denge değerine doğru yaklaşmaktadır. DCC modelinde elde edilen sonuçlar ise WTI fiyatları ile SPGCE endeksi arasında pozitif ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. WTI fiyatları ile temiz enerji endeksleri arasındaki pozitif ilişkiler, özellikle petrol fiyatlarına yönelik pozitif şok dönemlerinde potansiyel getiri fırsatlarını işaret etmektedir. Ancak, çalışmada vurgulanan dinamik ilişkilerin farkında olunmalı ve yatırımcılar, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalarla ilişkili riskleri azaltmak için çeşitlendirme stratejilerini kullanmalıdır. DCC modelinden elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, yatırımcılar piyasa dinamiklerini aktif bir şekilde izlemeli ve yatırım stratejilerini buna göre ayarlamalıdır. Çalışmada belirlenen "COVID Dönemi" gibi önemli olay dönemlerinde, varlıklar arasındaki korelasyonlar hızla değişebilir. Bu değişikliklere dikkat etmek, yatırımcılara zamanında ve bilinçli kararlar alma konusunda yardımcı olabilir. Bununla birlikte sürdürülebilirlik endeksleri ile petrol fiyatları arasındaki pozitif ilişki göz önüne alındığında, portföy yöneticileri sürdürülebilir yatırımlara ayrılan payları artırmayı düşünebilirler. Güçlü sürdürülebilir uygulamalara sahip şirketleri entegre etmek, portföylerin dayanıklılığını artırabilir ve küresel çapta çevresel bilinçli girişimlere uyum sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Petrol Fiyatları, Temiz Enerji Endeksleri, Sürdürülebilirlik, NARDL, DCC

Giriş

Petrol fiyatları ile temiz enerji endeksleri arasındaki ekonometrik ilişkiyi incelemenin önemi, yatırımcılar ve finansal piyasa katılımcıları için büyük bir önem taşımaktadır. Dünya çevresel zorluklarla başa çıkarken ve sürdürülebilir çözümler ararken, petrol fiyatlarının temiz enerji sektörü üzerindeki etkilerini anlamamanın stratejik karar verme açısından önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Yatırımcılar, petrol fiyatlarının sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri üzerindeki potansiyel asimetrik etkilerine dair içgörülere ihtiyaç duyarlar; bu da portföy tahsislerini ve risk yönetimi stratejilerini yönlendirebilir. Küresel sürdürülebilirlik endişeleri ve temiz enerjiye doğru kayışlar arasında finansal piyasalar evrimleşmeye devam ettikçe, geleneksel enerji piyasaları ile genişleyen temiz enerji sektörü arasındaki karmaşık ilişki literatürde incelenmeye devam etmektedir.

WTI'nın petrol fiyatları için temsil edici bir ölçü olarak seçilmesi, enerji piyasasındaki önemi ve çeşitli ekonomik sektörlere olan etkisi nedeniyle dikkat çekicidir. S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi, 100'lük hedef bileşen sayısı ile hem gelişmiş hem de gelişmekte olan pazarlardaki küresel temiz enerjiyle ilgili işlerdeki şirketlerin performansını ölçmek için tasarlanmıştır. (<https://www.spglobal.com> E.T. 10.03.2024) Öte yandan, S&P Global Temiz Enerji Endeksi küresel temiz enerji ile ilgili projelerde aktif olarak yer alan şirketlerin performansını ölçmektedir. Bu endeks, temiz ve daha sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş konusundaki küresel odaklanmanın artması nedeniyle özellikle önemlidir. Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI), sürdürülebilirlik konusunda küresel lider olarak kabul edilen şirketlerin performansını ölçmeye yönelik önemli bir kıyaslama aracıdır. Bu endeksler, portföylerini çevre dostu ve sürdürülebilir uygulamalarla uyumlu hale getirmeyi amaçlayan yatırımcılar için önemli bileşenlerdir.

Bu makalede, 2014'ten 2023'e kadar uzanan kapsamlı bir veri setini kullanarak petrol fiyatları, sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri arasındaki karmaşık ilişki incelenmektedir. Analizin odak noktaları, West Texas Intermediate (WTI) ham petrol vadeli işlem fiyatları, Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) ve S&P Global Temiz Enerji Endeksi (SPGCE) olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler, geleneksel enerji kaynakları, sürdürülebilirlik girişimleri ve yükselen temiz enerji sektörü arasındaki dinamikleri yansıtarak finansal sistemin kritik yönlerini temsil etmektedir. Bu bağlamda, çalışmada WTI ham petrol fiyatlarının S&P Global Temiz Enerji Endeksi ve DJSWI Endeksi üzerindeki asimetric etkilerini keşfetmek için NARDL yöntemi kullanılmıştır. NARDL yöntemi, farklı durağan seviyelere sahip değişkenlere uygulanabilir olması ve küçük örneklem boyutlarıyla başa çıkma konusundaki etkinliği nedeniyle avantajlıdır. Çalışma ayrıca değişkenler arasındaki zamanla değişen ilişkileri değerlendirmek için Dynamic Conditional Correlation (DCC) modelini içermektedir. Bu bağlamda çalışma petrol fiyatlarının sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri üzerindeki asimetric etkileri NARDL ve Dinamik Koşullu Korelasyon yöntemleri incelemesi açısından literatürde yer alan çalışmalardan farklıdır. Çalışmanın birinci bölümünde literatürde yer alan araştırmaları içermektedir. Veri seti ve yöntem bölümünün tanıtıldığı ikinci bölümden sonra analizden elde edilen bulgular ve sonuç bölümüne yer verilmiştir.

1. Literatür Taraması

Literatürde petrol, kömür gibi kirli enerji fiyatlarının temiz enerji ve teknoloji hisse senetlerine etkisini inceleyen birçok çalışmak bulunmaktadır (Managi ve Okimoto 2013; Bondia ve diğerleri, 2016; Ahmad 2017; Reboredo ve Ugolini 2018; Xia ve diğerleri, 2019; Zhao 2020; Dutta ve diğerleri, 2020; Ghabri ve diğerleri, 2021; Mohammed ve Mellit 2023). Managi ve Okimoto (2013), kirli enerji ile temiz enerji ve teknoloji hisseleri arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bondia ve diğerleri (2016), alternatif enerji şirketlerinin pay senedi fiyatlarının kısa vadede teknoloji pay senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranlarından etkilendiğini tespit etmişlerdir. Reboredo ve Ugolini (2018), ABD ve AB'deki petrol, gaz kömür ve elektrik fiyatlarının temiz enerji hisse senedi getirilerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında petrol ve elektrik fiyatlarının temiz enerji hisse senedi getirileri üzerindeki etkisinin önemli olduğunu gösterirken diğer enerji fiyatlarının etkisinin daha zayıf olduğunu tespit etmişlerdir. Zhao (2020), yaptığı çalışmada petrol arz şokları ve toplam talep şoklarının temiz enerji şirketlerinin getirileri üzerinde olumlu bir olduğunu, bununla birlikte politika belirsizliği şokları ve petrol özelinde talep şoklarının negatif bir etkiye sahip olduğunu saptamıştır. Dutta ve diğerleri (2020), yeşil varlıkların petrol piyasası oynaklığına petrol fiyatı

dalgalanmalarından daha fazla duyarlı olduğunu tespit etmiştir. Ghabri ve diğerleri (2021), COVID-19 pandemisi sırasında ham petrol fiyatlarının keskin düşüşünden sonra temiz enerji hisse senedi getirilerinde önemli bir artış olduğunu ancak, OPEC+ anlaşmasının ardından yenilenebilir enerji hisse senedi getirilerini pozitif etkilediğini tespit etmişlerdir. Mohammed ve Mellit (2023), ham petrol fiyatları ile teknoloji şirketleri endeksinin temiz enerji üzerinde etkili bir simetrik etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Literatür taramasında temiz enerji hisseleri ile emtia fiyatları ve makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkiyi inceleyen birtakım çalışmalara rastlanmıştır (Henriques ve Sadorsky 2008; Kocaarslan ve Soytaş 2019; Dutta ve diğerleri, 2020; He ve diğerleri, 2021; Veli ve diğerleri, 2022). Veli ve diğerleri (2022), yaptıkları çalışmada uzun dönem tahmin sonuçlarına göre yapısal kırılma tarihinden önce teknoloji hisse senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranlarının temiz enerji hisse senedi fiyatlarını olumlu etkilediğini gösterirken, bu tarihten sonra karbon fiyatlarının ve faiz oranlarının etkilerinin tersine döndüğünü saptamışlardır. Dutta ve diğerleri (2020), emtia oynaklıklarının temiz enerji hisse senedi fiyatları ile zıt yönde hareket ettiğini tespit etmişlerdir. He ve diğerleri (2021), çalışmalarının uzun dönem sonuçları, finansal stresin ABD ve Avrupa'daki temiz enerji hisse senedi endeksleri üzerinde önemli ölçüde negatif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Çalışmada ayrıca altın fiyatlarının da temiz enerji hisseleri üzerinde negatif etkilerinin bulunduğu görülmüştür. Petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların ise ABD ve Avrupa'nın temiz enerji hisselerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

Literatürde sürdürülebilirlik endeksleri, temiz enerji endeksleri ile petrol ve diğer enerji fiyatları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır (Reboredo 2015; Naeem ve diğerleri, 2020; Asl ve diğerleri, 2021; Dawar ve diğerleri, 2021; Fahmy 2022; Doğan ve diğerleri, 2023). Naeem ve diğerleri, 2020) petrol şokları ile temiz enerji endeksi arasındaki net çift yönlü bağlantının ABD kaya petrolünün devrimi sırasında daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Asl ve diğerleri (2021), S&P Küresel Temiz Enerji, S&P Küresel Petrol endeksleri ile yenilenebilir olmayan enerji ürünleri arasındaki ilişkiyi 2010-2020 dönemi için araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları SPGCE ve SPGO hisse senetlerinin birbirleri için en yüksek ortalama optimal ağırlığa ve hedge etkinliğine sahip olduğunu göstermektedir. Dawar ve diğerleri (2021), ham petrol fiyatları ile Wilderhill Enerji Endeksi, MAC Global Güneş Enerjisi Endeksi ve S&P Küresel Temiz Enerji Endeksleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. WTI petrol getirilerinin temiz enerji hisse senedi getirileri üzerindeki gecikmeli etkisi genellikle önemli olup, bu da temiz enerji hisse senedi getirilerinin farklı piyasa koşullarında ham petrol getirilerine dair yeni bilgiye farklı tepkiler verdiğini göstermektedir. Doğan ve diğerleri (2023), BIST sürdürülebilirlik endeksi, BIST 100 endeksi, S&P Küresel Temiz Enerji endeksi (S&P GCEI) ve S&P GSCI karbon değişkenleri arasındaki ilişkiyi TVP-VAR yöntemini kullanarak araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları S&P GSCI karbon emisyon değişkeninden kaynaklanan volatilitenin analize dahil edilen endekslere yayıldığını tespit etmişlerdir.

2. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada petrol fiyatlarının sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri üzerindeki asimetric etkisini incelemek için 2014-2023 yıllarına ait veri seti kullanılmıştır (Tablo 1). Çalışmada petrol fiyatlarını temsilen ABD WTI fiyatları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan GCE ve DJSWI değişkenleri www.spglobal.com, WTI ise www.investing.com internet adreslerinden elde edilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişken	Açıklama
WTI	West Texas Intermediate
DJSWI	Dow Jones Sustainability World Index
SPGCE	S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi

Çalışmada kullanılan değişkenlerden oluşan doğrusal regresyon modeli;

$$\ln SPGCE = \beta_1 + \beta_2 DJSWI + \beta_3 WTI \quad (1)$$

Non-linear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) yaklaşımı 2014 yılında Shin ve diğerleri tarafından bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki asimetrik etkilerini test etmek amacıyla öne sürülmüştür. Bu yöntemin diğer eş bütünleşme testlerine göre bir başka avantajı ise küçük örneklerde de etkili sonuçlar vermesidir. NARDL yöntemi Pesaran ve Shin (2001) tarafından öne sürülen Auto-Regressive Distributed Lag (ARDL) modelinin geliştirilmiş formu niteliğindedir.

Engle (2002) tarafından geliştirilen Dinamik Korelasyon Modeli (DCC), birçok avantaja sahiptir. Genellikle zaman içinde değişen ilişkileri yakalayamayan koşulsuz korelasyon yöntemlerine kıyasla, Dinamik Koşullu Korelasyon yöntemi, zaman içinde değişen ilişkileri daha etkin bir şekilde yakalayıp daha gerçekçi sonuçlar elde etmemizi sağlar. Aynı zamanda, değişkenler arasındaki ilişkiler sık sık değişebilir ve ani olaylar birbirlerini etkileyebilir. Bu nedenle, Dinamik Koşullu Korelasyon, değişkenin etkisini daha doğru bir şekilde değerlendirmemize yardımcı olarak daha kesin analizler yapmamıza olanak tanır. Kovaryans matrisi aşağıdaki gibi yazılmıştır:

$$H_{ij,t} = R_{ij} \sqrt{H_{ii,t} H_{jj,t}} \quad (2)$$

(Engle, 2002)'ye göre, R_t şu şekilde alınır:

$$R_t = \text{diag}(q_{11,t}^{-2} \dots q_{NN,t}^{-2}) Q_t \text{diag}(q_{11,t}^{-2} \dots q_{NN,t}^{-2}) \quad (2.1)$$

$$Q_t = (1 - \alpha - \beta) \underline{Q} + \alpha u_{t-1} u_{t-1}' + \beta Q_{t-1} \quad (2.2)$$

$$\rho_{12,t} = \frac{(1-\alpha-\beta)q_{12} + \alpha u_{1,t-1} u_{2,t-1}' + \beta q_{12,t-1}}{\sqrt{(1-\alpha-\beta)q_{11} + \alpha u_{1,t-1}^2 + \beta q_{11,t-1} (1-\alpha-\beta)q_{22} + \alpha u_{2,t-1}^2 + \beta q_{22,t-1}}} \quad (2.3)$$

Eğer Q_t pozitif olarak tanımlanmışsa, bu R_t 'nin pozitif bir işaret taşıdığı anlamına gelir ve \underline{Q} , u_t 'nin $N \times N$ koşulsuz varyans matrisini gösterir. Bu bağlamda, ρ değerleri açıklık katsayılarını temsil eder ve α ve β katsayıları varyans modelinin parametrelerini temsil eder; Burada $\alpha \geq 0$ ve $\alpha + \beta < 1$ koşulları sağlanır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. NARDL Sonuçları

Araştırmada, değişkenlerin birim köke sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla ADF ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. NARDL modelinin uygulanabilmesi için ARDL yönteminde olduğu gibi birim kök testlerinin yapılması gerekir. Burada amaç analize dahil edilen değişkenlerin hiçbirinin $I(2)$ de durağan olmadığını saptanmasıdır. Çünkü Pesaran ve diğerleri (2001) çalışmasında, ARDL (Autoregressive Distributed Lag) modelinin

sınır testi yaklaşımını kullanarak uzun dönem ilişkisinin varlığını test etmek için kritik değerler sunmuştur. Bu kritik değerler, serilerin I(0) ve I(1) seviyelerinde durağan olma durumuna göre belirlenmiştir. Bu bağlamda hem ADF hem de PP test sonuçlarına göre doğal logaritmaları alınan değişkenlerinin hiçbirinin I(2)'de olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. ADF ve PP Sonuçları

Değişkenler	ADF		PP	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
	Sabit ve Trendli	Sabit ve Trendli	Sabit ve Trendli	Sabit ve Trendli
	p-değeri	p-değeri	p-değeri	p-değeri
LWTI	0.1	0.00	0.3	0.00
LJSWI	0.4	0.00	0.4	0.00
LSPGCE	0.2	0.00	0.5	0.00

Tablo 3'te sunulan ARDL ve NARDL testi sonuçlarına göre, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu saptanmıştır. Tablodaki F-istatistiği sonucu %5 ve %10 düzeylerinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, değişkenler arasında bir eşbütünlük ilişkisinin olduğunu ifade eden alternatif hipotez (H_1) kabul edilmiştir.

Tablo 3. ARDL ve NARDL testi sonuçları

Bağımlı Değişken (LSPGCE)	F-testi	Anlamlılık Düzeyi				Sonuç
		%10		%5		
		I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	
ARDL Modeli	7.91	2.63	3.3	3.1	3.87	Eşbütünlük ilişkisi var
NARDL Modeli	5.86	2.37	3.2	2.79	3.67	Eşbütünlük ilişkisi var

Modeldeki tanısal test sonuçlarına göre, otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarının bulunmadığı gözlemlenmektedir. ARDL modelinden elde edilen uzun dönemli katsayılar dinamik olarak istikrarlıdır. ARDL (1, 2, 2) testi sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir. ARDL testi sonuçlarına göre, WTI fiyatları ve DJSWI endeksi ile SPGCE arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. ARDL Uzun Dönem Test Sonuçları

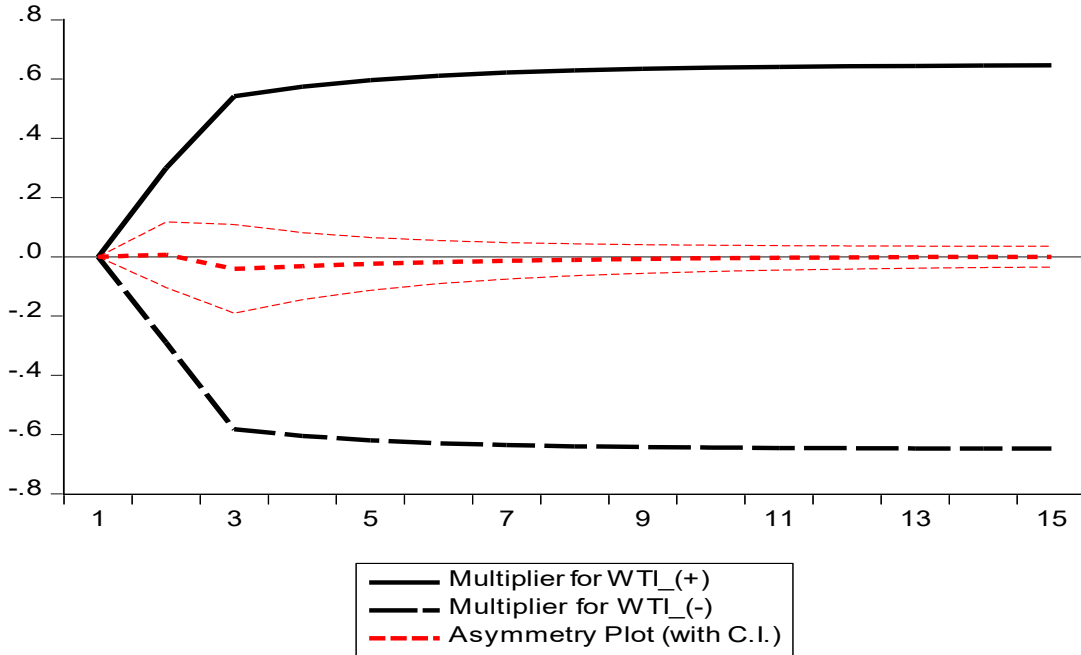
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistik	p değeri.
WTI	0.663127	22.94066	0.0000
DJSWI	0.257931	5.728631	0.0000
C	1.513917	5.017450	0.0000
ECT_{t-1}	-0.304290	-5.701659	0.0000
R^2			0,98
Düzeltilmiş R^2			0,98
B-GLM Testi p-değeri.			0,34
Heteroskedasticity Test: B-P-G p-değeri			0,65
Jarque-Bera			0.90
Cusum Test			Durağan
Cusum SQ Test			Durağan

WTI fiyatlarının SPGCE endeksi üzerinde asimetrik etkisinin incelenmesi için NARDL modeli kurulmuştur. NARDL testinden elde edilen sonuçlar ARDL testi ile benzerlik göstermektedir. Buna göre $LWTI^+$ ve $LWTI^-$ katsayıları istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir.

Tablo 5. NARDL Uzun Dönem Test Sonuçları (**Bağımlı değişken: LSPGCE**)

Bağımsız Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	p-değeri
LWTI_POS	0.660856	12.68347	0.0000
LWTI_NEG	0.655977	14.51635	0.0000
LDJSWI	0.228078	1.689240	0.0941
Sabit Terim	4.752891	4.926196	0.0000
ECT _{t-1}	-0.301767	-5.515035	0.0000
Tanımsal Test İstatistikleri			
R ²		0,81	
Düzeltilmiş-R ²		0,80	
B-G LM Testi p-değeri		0,30	
ARCH p değeri		0,74	
CUSUM Testi		Durağan	
CUSUM-SQ Testi		Durağan	

Şekil 1; WTI fiyatları üzerinde SPGCE endeksinin simetrik etkisinin araştırılması için dinamik çarpan etkisi (Dynamic Multipliers effect) testi sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlara göre 5. dönemden sonra negatif şoklar simetri pozisyona geçmiştir ve pozitif şokların etkisinin kısıtlı kalarak sifıra yakın bir yerde seyrettiği görülmektedir. Bu bağlamda bağımsız değişkene verilen pozitif ve negatif şoklar, SPGCE üzerinde üçüncü dönemden beşinci döneme kadar zayıf formda negatif etki yaratırken beşinci dönemden itibaren denge değerine doğru yaklaşmaktadır.

Şekil 1. Dinamik Çarpan Test Sonuçları

3.2. Dinamik Korelasyon Modeli (DCC)

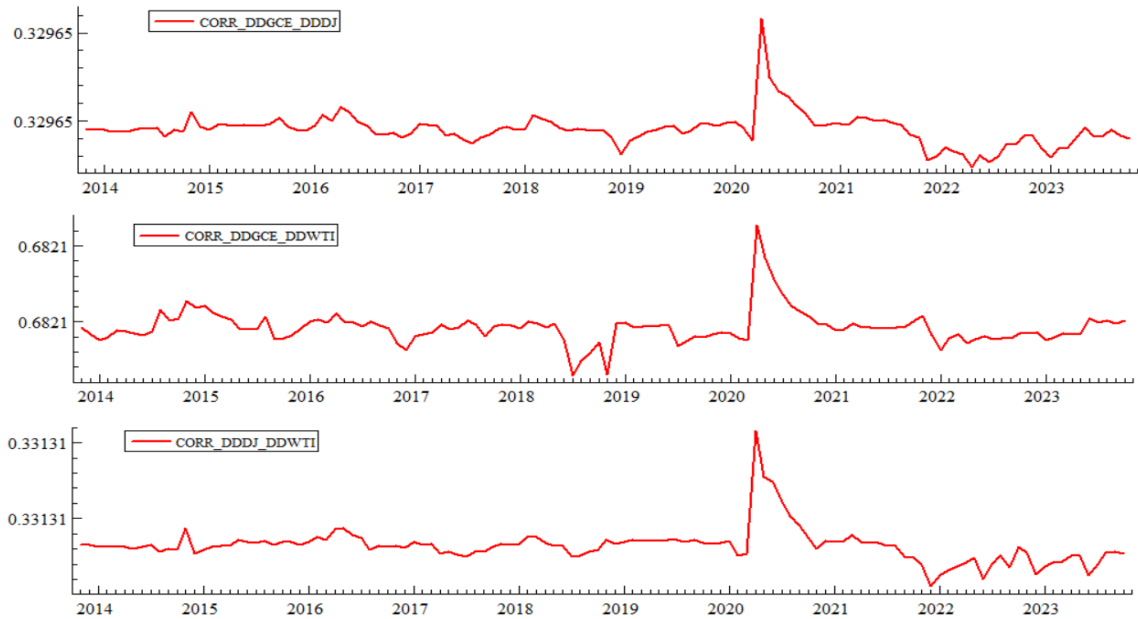
DCC modelinde öncelikle serilerin ilk farkları alınmalı ve seriler I(0) düzeyinde durağan hale getirilmelidir. Bu, değişkenlerdeki değişimler arasındaki dinamik koşullu korelasyonu tahmin ettiğimiz anlamına gelmektedir. Tablo 6, DCC modeli sonuçlarını göstermektedir.

Table 6. Koşullu Dinamik Korelasyon Katsayıları (DCC)

Değişkenler	Katsayılar
α	0.0000002
β	0.695**
ρ_{21}	0.329
ρ_{31}	0.682
ρ_{32}	0.331

DDSGCE, DDDJ ve DDWTI üç zaman serisinin koşullu varyans ve korelasyonunu tahmin etmek için DCC modeli kullanılmıştır. Bu model, GARCH(1,1) tipi bir sürece dayalı olarak zaman içinde korelasyon matrisinin değişmesine izin veren çok değişkenli bir GARCH modeli türüdür. Modelin hata terimleri için çok değişkenli normal dağılım varsayılmaktadır. Bu varsayım; hata terimlerinin sıfır ortalamaya sahip olduğunu ve zamanla değişen bir kovaryans matrisine sahip normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir.

Tablo 6'ya göre, $((\alpha=0.0000002)+(\beta=0.69)<1)$ ve $\alpha \geq 0, \beta \geq 0$. Elde edilen katsayı tahminleri, alfa parametresinin sıfırdan önemli ölçüde farklı olmadığını, ancak beta parametresinin önemli ölçüde pozitif olduğunu göstermektedir. Sonuçlar üç serinin arasındaki koşullu korelasyonların pozitif ve orta düzeyde olduğunu göstermektedir; 0.33 ile 0.68 arasında değişmektedir. Şekil 2, modelin Zamanla Değişen Dinamik Koşullu Korelasyonunu göstermektedir:

Şekil 2. Değişkenler arasındaki Dinamik Koşullu Korelasyon (Model 2)

Şekil 2'nin birinci bölümü, DDGCE ve DDDJ arasındaki koşullu korelasyonu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, korelasyon değeri pozitifdir ve 0.3 ile 0.4 arasında bir değer almıştır. En yüksek korelasyon değeri, genellikle COVID-19 salgını ile örtüşen "covid dönemi" olarak bilinen bir zaman dilimini içeren 2020 ve 2021 yılları arasında gözlemlenmiştir. Ancak, Covid döneminden sonra korelasyon değerinin azaldığı ve 2022'nin ilk üç ayında minimum seviyesine yaklaştığı görülmektedir. Bu dönemden sonra hafif bir artış eğilimi göstermiştir. Ancak genel olarak, değişkenler arasında pozitif-orta düzeyde bir ilişki bulunmaktadır.

Şekil 2'nin ikinci kısmı, DDGCE ve DDWTI arasındaki koşullu korelasyonu göstermektedir. Sonuçlara göre, korelasyon değeri pozitif ve 0.6 ile 0.7 arasında bir değer almıştır. En yüksek korelasyon değeri Mart 2020'de gözlemlenmiştir. Ancak, minimum değeri 2018'in 10. ayında gerçekleştiği görülmektedir. Genel olarak, değişkenler arasında pozitif-güçlü bir ilişki bulunmaktadır.

Şekil 2'nin üçüncü bölümü, DDDJ ve DDWTI arasındaki koşullu korelasyonu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, korelasyon değeri pozitif ve yaklaşık olarak 0.331'dir. En yüksek korelasyon değeri Mart 2020'de gözlemlenmiştir, ancak minimum değer 2021'in 11. ayında gerçekleşmiştir. Genel olarak, değişkenler arasında pozitif-orta düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir.

Sonuç

Dünya çevresel zorluklarla başa çıkarken ve sürdürülebilir çözümler ararken, petrol fiyatlarının temiz enerji sektörü üzerindeki etkilerini anlamak stratejik karar verme açısından önemlidir. Çalışmada, 2014-2023 yılları arasında petrol fiyatlarının sürdürülebilirlik ve temiz enerji endeksleri üzerindeki asimetrik etkilerini incelemek için NARDL ve Dynamic Conditional Correlation yöntemleri kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan değişkenler; West Texas Intermediate (WTI) ham petrol vadeli işlemleri fiyatları, Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) ve S&P Global Temiz Enerji Endeksi (SPGCE) içermektedir. Sonuçlar, WTI fiyatları ile endeksler arasında uzun dönemli ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir.

NARDL modelinden elde edilen sonuçlara göre WTI fiyatlarındaki pozitif şokların SPGCE endeksi üzerinde negatif şoklara göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Dynamic Multipliers testine göre WTI değişkenine verilen pozitif ve negatif şoklar, SPGCE üzerinde üçüncü dönemden beşinci döneme kadar zayıf formda negatif etki yaratırken beşinci dönemden itibaren denge değerine doğru yaklaşmaktadır. DCC modelinde elde edilen sonuçlara ise WTI fiyatları ile SPGCE endeksi arasında pozitif ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

WTI fiyatları ile temiz enerji endeksleri arasındaki pozitif ilişkiler, özellikle petrol fiyatlarına yönelik pozitif şok dönemlerinde potansiyel getiri fırsatlarını işaret etmektedir. Ancak, çalışmada vurgulanan dinamik ilişkilerin farkında olunmalı ve yatırımcılar, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalarla ilişkili riskleri azaltmak için çeşitlendirme stratejilerini kullanmalıdır. DCC modelinden elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, yatırımcılar piyasa dinamiklerini aktif bir şekilde izlemeli ve yatırım stratejilerini buna göre ayarlamalıdır. Çalışmada belirlenen "Covid dönemi" gibi önemli olay dönemlerinde, varlıklar arasındaki korelasyonlar hızla değişebilir. Bu değişikliklere dikkat etmek, yatırımcılara zamanında ve bilinçli kararlar alma konusunda yardımcı olabilir. Bununla birlikte sürdürülebilirlik endeksleri ile petrol fiyatları arasındaki pozitif ilişki göz önüne alındığında, portföy yöneticileri sürdürülebilir yatırımlara ayrılan payları artırmayı düşünebilirler. Güçlü sürdürülebilir uygulamalara sahip şirketleri entegre etmek, portföylerin dayanıklılığını artırabilir ve küresel çapta çevresel bilinçli girişimlere uyum sağlayabilir.

Çalışma değerli sonuçlar sunsa da, kısıtlar olmadan araştırmayı sürdürmek mümkün değildir. Bununla birlikte bu kısıtların ilerideki araştırmalar için fırsatlar yaratacağı düşünülmektedir. Örneğin bu çalışmanın iki bağımsız değişken ile yürütülmesi bir kısıttır. Çalışmada dikkate alınmayan dış faktörler, değişkenler arasındaki ilişkileri etkileyebilir. Ayrıca analiz, tarihsel verilere dayanmakta olup, piyasa koşulları farklı ekonomik ortamlarda bulguların geçerliliğini etkileyebilir.

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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.140>
- Asl, M.G., Canarella, G., & Miller, S.M. (2021). Dynamic Asymmetric Optimal Portfolio Allocation Between Energy Stocks and Energy Commodities: Evidence From Clean Energy and Oil and Gas Companies. *Resour. Policy*, 71, 101982. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101982>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.031>
- Ceylan, F., Tüzün, O., Ekinci, R., & Kahyaoğlu, H. (2016). Tüketici Kredileri ile Paranın Dolanım Hızı Arasındaki Asimetrik İlişki: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(7), 2342-2357. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/itobiad/issue/24659/281326>
- 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*. Elsevier, 163, 288-299. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.162>
- Doğan, M., Raikhan, S., Zhanar, N., & Gulbagda, B. (2023). Analysis of Dynamic Connectedness Relationships among Clean Energy, Carbon Emission Allowance, and BIST Indexes. *Sustainability*, 15, 6025. <https://doi.org/10.3390/su15076025>
- Dutta, A., Bouri, E., Das, D., & Roubaud, D. (2020). Assessment and Optimization of Clean Energy Equity Risks and Commodity Price Volatility Indexes: Implications For Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118669. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118669>
- Dutta, A., Jana, R., & Das, D. (2020). Do Green Investments React to Oil Price Shocks? Implications for Sustainable Development. *Journal Of Cleaner Production*, 266, 121956 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121956>
- Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business&Economic Statistics*, 20, 339-350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>
- 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, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105738>
- Ghabri, Y., Ayadi, A., & Guesmi, K. (2021). Fossil Energy and Clean Energy Stock Markets under COVID-19 Pandemic. *Applied Economics*, 53, 4962-4974. <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1912284>
- 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. <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>
- Kocaarslan, B., & Soytaş, U. (2019). Asymmetric Pass-through between Oil Prices and the Stock Prices of Clean Energy Firms: New Evidence from A Nonlinear Analysis. *Energy Reports*, 5, 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.01.002>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.japwor.2013.03.003>

- Mohammed, K. S., & Mellit, A. (2023). The Relationship between Oil Prices and The Indices of Renewable Energy and Technology Companies Based on QQR and GCQ Techniques. *Renewable Energy*, 209, 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.03.123>
- Naeem, M.A., Peng, Z., Suleman, M.T., Nepal, R., & Shahzad, S.J.H. (2020). Time and Frequency Connectedness Among Oil Shocks, Electricity and Clean Energy Markets. *Energy Econ.*, 91, 104914. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104914>
- Reboredo, J. C. (2015). Is There Dependence and Systemic Risk between Oil and Renewable Energy Stock Prices? *Energy Economics*, 48, 32-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.009>
- Reboredo, Juan, C., & Ugolini, A. (2018). The Impact of Energy Prices on Clean Energy Stock Prices. A Multivariate Quantile Dependence Approach. *Energy Economics*, 76, 136-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2018.10.012>
- Veli, Y., Onder, O., & Abdulkadir, A. (2022). The Dependence of Clean Energy Stock Prices on the Oil and Carbon Prices: A Nonlinear Perspective. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 56. <https://doi.org/10.24818/18423264/56.2.22.08.152>
- 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, 10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118338>
- Zhao, X. (2020). Do The Stock Returns of Clean Energy Corporations Respond to Oil Price Shocks and Policy Uncertainty?. *Economic Structures*, 9, 53. <https://doi.org/10.1186/s40008-020-00229-x>