



Temiz Enerji, Sürdürülebilir ve BIST Endeksleri Arasındaki İlişkilerin Analizi: TVP-VAR Yaklaşımı

Dr. Öğr. Üyesi Asuman ERBEN YAVUZ

Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye.

asumanerbenyavuz@gmail.com <http://orcid.org/0000-0002-1934-5055>

Özet

Sürdürülebilirlik ve temiz enerji, günümüzde küresel ekonomi ve çevre politikalarının en önemli gündem maddelerindedir. Finansal piyasalarda, bu alanlarda endeksler arasındaki dinamik bağlantıların analizi, yatırımcılara, politika yapıcılara ve akademisyenlere önemli bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (GCE), Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSWI) ve BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (BIST) arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkisini tespit etmek ve birbirleri üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koymaktır. Çalışmada günlük frekandaki kapanış veri setleri, tüm değişkenler için 05.11.2014-18.08.2023 dönemlerinin verilerinden yararlanılmıştır. Değişkenler arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkisini tespit etmek amacıyla zamanla değişen parametre vektör otoregresif (time-varying parameter vector autoregressive- TVP-VAR) modeli kullanılmıştır. Analizler sonucunda S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (GCE), Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi BIST Sürdürülebilirlik endeksine volatilité yaydığı tespit edilmiştir. Ayrıca S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ise Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksine volatilité yaymaktadır.

Anahtar Kelimeler: S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi, Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi, BIST Sürdürülebilirlik endeksi, TVP-VAR

Makale Gönderme Tarihi: 01.09.2023

Makale Kabul Tarihi: 21.09.2023

Önerilen Atf:

Erben Yavuz, A. (2023). Temiz Enerji, Sürdürülebilir ve BIST Endeksleri Arasındaki İlişkilerin Analizi: TVP-VAR Yaklaşımı, *İşletme Akademisi Dergisi*, 4 (3): 339-354.

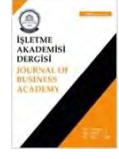


Journal of Business Academy

2023, 4 (3): 339-354

DOI:10.26677/TR1010.2023.1299

Dergi web sayfası: www.isakder.org



Analysis of the Relationships Among Clean Energy, Sustainability, and BIST Indices: TVP-VAR Approach

Dr. Asuman ERBEN YAVUZ

Başkent University, Social Sciences Vocationa School, Ankara, Türkiye.

asumanerbenyavuz@gmail.com <http://orcid.org/0000-0002-1934-5055>

Abstract

Sustainability and clean energy are at the forefront of today's global economic and environmental policies. In the financial markets, analyzing the dynamic connections between indices in these areas provides crucial insights for investors, policymakers, and academics. The aim of this study is to determine the dynamic interconnectedness between the S&P Global Clean Energy Index (GCE), Dow Jones Sustainability Index (DJSWI), and BIST Sustainability Index (BIST) and to reveal their potential effects on each other. In the study, daily closing data sets were utilized for all variables from the period 05.11.2014-18.08.2023. To identify the dynamic linkage between the variables, the time-varying parameter vector autoregressive (TVP-VAR) model was employed. The analyses found that the S&P Global Clean Energy Index (GCE) transmits volatility to the BIST Sustainability Index. Moreover, the S&P Global Clean Energy Index also transmits volatility to the Dow Jones Sustainability Index.

Keywords: S&P Global Clean Energy Index, Dow Jones Sustainability Index, BIST Sustainability Index, TVP-VAR

Received: 01.09.2023

Accepted: 21.09.2023

Suggested Citation:

Erben Yavuz, A. (2023). Analysis of the Relationships Among Clean Energy, Sustainability, and BIST Indices: TVP-VAR Approach, *Journal of Business Academy*, 4 (3): 339-354.

1.GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği tüm dünya için büyük bir tehlikedir (Stocker vd.,2013). Özellikle fosil yakıtların sebep olduğu karbondioksit emisyonlarının giderek artması, iklim değişikliğinin yoğunlaşmasına katkıda bulunmaktadır ve tüm dünyanın iklim değişikliğini hafifletmek için etkili ve acil önlemler almasını gerektirir. (Edenhofer, 2015). İklim değişikliğinin çözümüne yönelik atılan ilk adım 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması'dır. Anlaşma 2020 sonrası iklim değişikliğine küresel tepki verilmesine ilişkin alınan kararlardan oluşmaktadır. Finansal piyasalar açısından bakıldığında iklim değişikliği ek bir risk kaynağı olarak değerlendirilebilir (Venturini, 2022). Dünyada Pacific Gas and Electric şirketinin meşhur iklim değişikliği iflası gibi iklim değişikliğinin neden olduğu birçok ekonomik kriz bulunmaktadır (Macwilliams vd., 2019).

Sermaye piyasaları ve özel sektörün küresel ekonomiyi sosyal açıdan daha adil ve iklim dostu bir ekonomiye dönüştürmek için daha büyük bir rol oynamaya başlamasıyla Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) finansmanı oluşturulmuştur. Yeşil finansmanın geliştirilmesi finans sektörünün iklim değişikliğine ilk tepkisidir (Jin vd., 2021; Wang vd., 2022). Yeşil finansal araçlar, yeşil tahviller, yeşil fonlar, karbon finansmanı ve yeşil krediler gibi iklim değişikliğini hafifletmek amaçlı birçok finansal ürün geliştirilmiştir. Bu finansal ürünler hızla büyümüş ve geleneksel sermaye piyasası ürünlerine göre daha hızlı piyasaya adapte olmuşlardır (Born vd., 2021).

Yaygın hale gelen ESG araçlarından biri Yeşil Sürdürülebilir ve Sosyal Tahvillerdir. Bunlar, sermaye piyasasında sermayeyi artırmak amacıyla ihraç edilen geleneksel tahviller gibi borçlanma araçlarıdır. Ancak toplanan sermaye, olumlu çevresel veya sosyal etkisi olan varlıkları ve projeleri finanse etmek için kullanılmaktadır. İlk Yeşil Tahvil, küresel yeşil hareketin yükselmeye başladığı 2008 yılında Dünya Bankası tarafından ihraç edilmiştir. O zamandan bu yana, daha güçlü çevre mevzuatının etkisiyle yeşil, sosyal ve sürdürülebilirlik bağları hızla genişlemiştir (Zanon, 2022). Yeşil tahviller bu finansal ürünler arasında en büyük piyasa değerine sahiptirler. Yüksek ihraç hacimleri pek çok yatırımcının ilgisini çekmektedir.

Temiz enerji sektörü temel olarak rüzgâr, hidroelektrik, güneş ve biyoyakıtlar gibi düşük karbonlu ve daha sürdürülebilir enerji sistemlerini içermektedir (Ghabri vd., 2021). Şirketlerin karbon emisyonlarını azaltmak için çevre açısından daha etkili yollar bulma arayışında olması nedeniyle sektörde büyüme fırsatları devam etmektedir (Raghutla vd., 2021). Uluslararası Enerji Ajansı 2023 yılı raporuna göre küresel temiz enerji yatırımı 2022 yılında, temiz enerjiyi yükseltmek ve endüstrileri karbondan arındırmak için 1,5 trilyon USD değerinde sürdürülebilir borç finansmanı sağlanmıştır. Temiz enerji sektörüyle ilgili şirket hisse senetlerinin, yatırımcılar için geleneksel hisse senetlerine göre muhtemelen daha yüksek getiri sağlayabilmesi ve bir dereceye kadar sürdürülebilirliğin sağlanmasına yardımcı olma potansiyeli taşıyan olumlu çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri, temiz enerji sektörünün piyasa katılımcılarından büyük ilgi görmesini sağlamaktadır (Lu vd., 2023). Luo (2022)'ye göre ESG'ye önem veren firmaları elinde bulunduran yatırımcılar yüksek likiditeye sahip olacak ve bunun da piyasadaki gerileme dönemlerinde faydalı sonuçları olabilecektir. Bu nedenle sosyal sorumluluk sahibi hisse senetleri yatırımcılar arasında popülerdir.

İklim değişikliğinin küresel sürdürülebilir kalkınma açısından ciddi bir sorun teşkil ettiği iyi bilinmektedir. İklim değişikliğinin öneminin ekonominin her düzeyinde giderek daha fazla kabul görmesi, yeşil finansın hızlı gelişimini desteklemektedir (Berrou vd., 2019). Yeşil finans karbon emisyonunu azaltırken, ekonomik fayda sağlayan projelerin finansmanı olarak da hizmet edebilir (Ozili, 2021). Bu nedenle mali otoriteler ve akademisyenler son yıllarda iklim değişikliğinin ve düşük karbona geçişin etkilerini kapsamlı bir şekilde araştırmaya başlamışlardır.

Özellikle yeşil finans piyasaları arasındaki bağlantının analizi risk yayılımını anlamak için hayati öneme sahiptir. Yatırımcıların aynı anda birden fazla piyasayı etkileyebilecek potansiyel riskleri daha iyi değerlendirmesine ve yatırım portföylerini çeşitlendirmek ve riske maruz kalmayı azaltmak için sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu potansiyel fırsatları belirlemesine yardımcı olacaktır. Böylelikle yatırımcıların yeşil finansmana eğilimi diğer geleneksel finansal piyasa yatırımcılarına da örnek olabilecek ve onları da çevre dostu yatırımlara yönelme eğilimine sokacaktır (Luo vd., 2022). Ayrıca yeşil finans piyasaları arasındaki bağlantının daha iyi anlaşılması politika yapımcıların söz konusu piyasaların büyümesini teşvik etmek ve sürdürülebilir finansmanı desteklemek için daha etkin politikalar geliştirmesine yardımcı olacaktır (Tiwari vd., 2022, Lorente vd., 2022).

Bu çalışmada Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik endeksi (XUSRD), S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (S&P GCEI), Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) arasında dinamik bağlantılılık ilişkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, Borsa İstanbul'da payları işlem gören kurumsal şirketlerin arasından sürdürülebilirlik performansı yüksek olanların sıralandığı bir endekstir. Bu sayede, sürdürülebilirlik alanında başarılı olan şirketlerin bir araya getirilmesi ve karşılaştırılması gerçekleştirilir. S&P Küresel Temiz Enerji Seçim Endeksi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan pazarlardaki küresel temiz enerji üretimi, teknolojisi ve ekipmanı ile ilgili işlere sahip en büyük ve en likit 30 şirketin performansını ölçer. Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi ise, uzun vadeli çevresel, sosyal ve yönetim kriterlerine göre S&P Küresel Geniş Piyasa Endeksi'ndeki en büyük 2.500 şirketin ilk %10'unu temsil eder. Endeks, halka açık piyasa kapitalizasyonu esasına göre ağırlıklandırılır. DJSI World'de listelenen şirketler her yıl yeniden değerlendirilmektedir. Tutarlı bir ilerleme gösteremeyen şirketler endeksten çıkarılmaktadır.

Çalışmada 05.11.2014-18.08.2023 dönemlerine ait günlük verilerden yararlanılarak TP-VAR yöntemiyle analiz yapılmıştır. Bu çalışma ile ilgili literatüre üç farklı açıdan katkı sağlanacağı düşünülmektedir. İlki XUSRD işlem hacmi ve likiditesi son yıllarda önemli ölçüde artmaktadır. Yatırımcıların ve paydaşlarının oynaklık ve risk durumlarının doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve tahmin edilmesi açısından önemlidir. Bu anlamda çalışma bulguları yatırımcıların portföylerini iyi çeşitlendirerek, daha düşük riskle daha yüksek getiri elde etmelerine yardımcı olacaktır. İkincisi, yeşil finans piyasaları arasındaki getiri ve oynaklık bağlantılılık endeksleri farklı kalıplara sahiptir ve piyasa verimliliğini değerlendirmek için çok önemlidir; bu da yatırımcılara ve politika yapımcılara bol miktarda ve çok düzeyli ekonomik ve yönetsel çıkarımlar sağlayabileceklerini gösterir. Üçüncüsü ise analiz döneminin COVID-19

dönemini de kapsamından dolayı endekslerin olağanüstü piyasa şartlarında verdiği tepkiyi göstermesi anlamında önem arz etmektedir.

2. LİTERATÜR

Küresel iklim değişikliğinin yakın gelecekte taşıdığı riskleri bertaraf edebilmek için tüm Dünya’da her bir bireye görev düşmektedir. Bu anlamda akademisyenler de son yıllarda iklim değişikliğinin ve düşük karbona geçişin etkilerini kapsamlı bir şekilde araştırarak konuya dikkat çekmektedirler. Böylelikle hem hissedarlara hem de politika yapıcılara önemli çıkarımlar sunmaktadırlar.

Ekonominin her düzeyinde iklim değişikliğinin öneminin giderek daha fazla kabul görmesi, yeşil finansın hızlı gelişimini desteklemektedir (Berrou vd, 2019). Literatür araştırmasında yeşil finans piyasaları arasındaki bağlantıyı analiz eden birtakım çalışmalara rastlanmıştır (Tiwari, 2022; Chatziantonionu vd., 2022; Pang vd). Çalışmaların ortak bulguları, yeşil finans piyasaları arasında bağlantının doğrusal olmadığı, aşırı olaylara karşı daha duyarlı olduğu ve riskten koruyabilme faydalarının olduğudur. Örneğin Tiwari vd. (2022) yatırımcıların özellikle COVID-19 salgını sırasında yeşil tahvilleri ve temiz enerji varlıklarını bir portföyde tutmaktan potansiyel riskten korunma faydaları elde edebileceklerini kanıtlamıştır. Ayrıca yazarlara göre temiz enerji ile ilgili işletmeler, yeşil tahvil ihraç ederek daha kolay fon bulabilmekte ve temiz enerji ile ilgili büyük ölçekli projeler geliştirebilmektedirler. Dolayısıyla yeşil tahviller, temiz enerji projelerinin geliştirilmesi lehine temiz enerji piyasası üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir Chatziantoniou vd. (2022) yeşil tahviller, yeşil hisse senetleri ve temiz enerji piyasaları arasındaki toplam bağlantılılık endekslerinin zaman içinde heterojen olduğuna ve kantil vektör otoregresif modelinin sonuçlarına göre ekstrem olaylara bağlı olduğunu tespit etmiştir. Pang vd. (2022) ise yeşil tahviller ile temiz enerji piyasaları arasındaki doğrusal olmayan bağlantıyı ortaya koymaktadır. Hammoudeh vd. (2020) yaptığı çalışmada yeşil tahviller ile temiz enerji hisse senetleri arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testini uygulayarak analiz etmiştir. Bulguları temiz enerjiden yeşil hisselerle doğru oldukça sınırlı tek yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Ferrer vd. (2021) bu bağlantının çok düşük olduğunu söylemektedir. Farklı bir bulgu olarak Nguyen vd. (2021)’e göre ise aralarındaki korelasyon oldukça yüksektir.

Literatürde aynı zamanda bu bağlantıyı farklı frekans ve nicelikleri dikkate alarak inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Pham (2021), normal piyasa koşullarındaki bağımlılıkların aşırı piyasa koşullarındaki bağımlılıktan nispeten daha küçük olduğunu göstermiştir. Chatziantoniou vd. (2022) ise bağlantılılığın artmasının ana nedeninin COVID-19 salgını olduğunu söylemiştir.

Sürdürülebilir borsalara ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır ve her geçen gün bu çalışmaların sayısı artmaktadır (Jednak ve Jednak, 2019; 2019; Umar vd., 2021). Örneğin, Jednak ve Jednak (2019) sorumlu yatırımcıların şirketleri çevre konularını dikkate alma konusunda etkileyebileceği ve ardından düşük karbonlu bir ekonomiyi kolaylaştırabileceği sonucuna varılmıştır. Bu tür yatırımcılar yüksek ESG düzeylerine sahip sektör lideri şirketleri seçmeye daha yatkındırlar (Gao vd., 2022). Umar vd. (2021) ise çalışmasında ESG hisse senedi piyasaları arasındaki statik ve

dinamik bağlantıyı araştırarak, gelişmiş ESG hisse senedi piyasalarının, gelişmekte olan ESG hisse senedi piyasalarına şok vericiler olduğunu öne sürmüştür.

Ancak sosyal sürdürülebilir borsalar ile yeşil tahvil/temiz enerji piyasaları arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar oldukça sınırlıdır. He vd., (2021), ESG hisseleri ile yenilenebilir enerji hisseleri arasındaki kuyruk bağımlılığının çoğu dönemde istikrarsız olduğunu bulmuşlardır. Zhang vd. (2021b) göre ise ESG ile yeşil tahviller arasındaki koşullu korelasyon bulunmaktadır. Aynı zamanda bu korelasyonun COVID-19 sırasında önemli ölçüde dalgalıdır. Doğan vd. (2023) ise S&P GCEI, EUA (Karbon Emisyon Ödeneği) ve BIST endeksleri arasındaki dinamik bağlantılılığı incelenmişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre EUA'dan S&P GCEI, BIST 100 ve BIST sürdürülebilirlik endekslerine volatiliye yayılımı olmakla beraber COVID-19 sırasında bu yayılım önemli derecede azalmakta. Ayrıca S&P GCEI'den BIST sürdürülebilirlik ve BIST 100 endekslerine doğru zayıf bir volatilitate yayılımı bulunmaktadır.

Fosil yakıt bağımlılığını ortadan kaldırabilmek için daha yeşil bir enerji sistemine geçiş, etkili bir yolu olarak algılanmaktadır. Bundan dolayı temiz enerji araştırmaları son yıllarda büyük ilgi görmektedir. Bu amaçla son yıllarda literatürde temiz enerji endeksleri ile enerji ürünleri ve çeşitli endeksler arasındaki ilişki sıklıkla araştırılmaktadır (Naeem vd.,2020; Asl vd.,2021; Tan vd.,2021; Fahmy, vd.,2022; Hau vd., 2022; Chang, vd.,2022). Ancak literatürde sürdürülebilir endeksler arasındaki bağlantı ilişkisi hala karmaşık ve araştırmaya açık bir konudur. Bu amaçla çalışmamız BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ile S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (S&P GCEI), Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkisini araştırmaktadır. Çalışmanın hipotezleri şu şekilde oluşturulmuştur:

H1= S&P küresel temiz enerji endeksi ile BIST sürdürülebilirlik endeksi arasında volatilitate yayılımı vardır.

H2= Dow Jones sürdürülebilirlik Endeksi ile BIST sürdürülebilirlik endeksi arasında volatilitate yayılımı vardır.

3. METODOLOJİ

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (GCE), Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (DJSWI) ve BIST Sürdürülebilirlik endeksi (BIST) arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. 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. DJSWI ise S&P Global tarafından Kurumsal Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi aracılığıyla belirlenen küresel sürdürülebilirlik liderlerinden oluşmaktadır. BIST Sürdürülebilirlik Endeksi, payları BIST'te işlem gören ve kurumsal sürdürülebilirlik performansları yüksek düzeyde olan şirketlerin yer aldığı bir endekstir. Çalışmada kullanılan "GCE" ve "DJSWI" değişkenleri www.spglobal.com, BIST değişkeni ise www.investing.com internet adreslerinden elde edilmiştir. Günlük frekanstaki kapanış veri setleri, tüm değişkenler için 05.11.2014-18.08.2023 dönemlerini kapsamaktadır. Değişkenlere ait veri setleri $\ln(P_t/P_{t-1}) \cdot 100$ formülü ile getiri serilerine dönüştürülmüş, sonrasında ise getiri serilerinin kareleri alınarak volatilitate serileri elde edilmiştir.

3.2.Yöntem

Bu çalışmada kullanılan 3 endeks arasındaki dinamik ilişkiler zamanla değişen parametre vektör otoregresif (time-varying parameter vector autoregressive - TVP-VAR) model ile incelenmiştir. Antonakakis ve Gabauer (2017), orjinal olarak Diebold ve Yılmaz (2009, 2012, 2014) tarafından ortaya konan sabit parametrelili kayan pencere VAR yaklaşımına dayanan bağlantılılık ölçümlerini geliştirerek, zamanla değişen kovaryans yapısına sahip TVP-VAR yaklaşımına dayalı dinamik bağlantılılık ölçümleri önermektedirler. TVP-VAR modeli şöyledir (Antonakakis ve Gabauer, 2017):

$$Y_t = \beta_t Y_{t-1} + \epsilon_t \quad \epsilon_t | F_{t-1} \sim N(0, S_t) \quad (1)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + v_t \quad v_t | F_{t-1} \sim N(0, R_t) \quad (2)$$

Zamana göre değişen katsayılar ve hata kovaryansları, Diebold ve Yılmaz'ın (2014) genelleştirilmiş etki-tepki fonksiyonlarına ve Koop, Pesaran ve Potter (1996) ve Pesaran ve Shin (1998) tarafından geliştirilen genelleştirilmiş tahmin hata varyans ayrıştırılmalarına dayanan genelleştirilmiş bağlantılılık prosedürünü tahmin etmek için kullanılmaktadır. Toplam bağlantılılık endeksi aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Antonakakis ve Gabauer, 2017):

$$C_t^g(J) = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)} * 100 \quad (3)$$

$$= \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)}{N} * 100 \quad (4)$$

i değişkeninin şokunu diğer tüm j değişkenlerine ilettiği, “diğerlerine toplam yönlü bağlantılılık” adı verilen durum şöyledir;

$$C_{i \rightarrow j,t}^g(J) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ji,t}^g(J)}{\sum_{j=1}^N \tilde{\phi}_{ji,t}^g(J)} * 100 \quad (5)$$

i değişkeninin diğer j değişkenlerinden aldığı, “diğerlerinden toplam yönlü bağlantılılık” adı verilen durum şöyledir;

$$C_{i \leftarrow j,t}^g(J) = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)}{\sum_{i=1}^N \tilde{\phi}_{ij,t}^g(J)} * 100 \quad (6)$$

i değişkeninin “gücü” veya tüm değişkenler ağı üzerindeki etkisi olarak yorumlanabilen “net toplam yönlü bağlılık”, diğerlerinden toplam yönlü bağlantılılıktan diğerlerine toplam yönlü bağlılık çıkarılarak aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$C_{i,t}^g = C_{i \rightarrow j,t}^g(J) - C_{i \leftarrow j,t}^g(J) \quad (7)$$

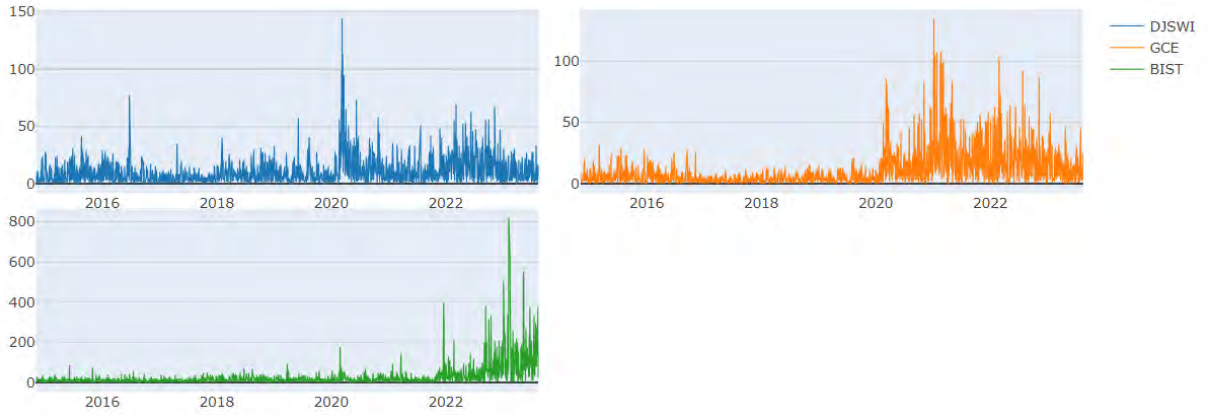
4. BULGULAR

Araştırmada bu bölümünde kullanılan değişkenler arasındaki bağlantılılık ilişkileri TVP-VAR modeli ile incelenmiştir. Grafik 1’de değişkenlere ait fiyat serilerinin zaman yolu grafikler gösterilmiştir.



Grafik 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenlere Ait Fiyat Serisi Grafikleri

Değişkenlere ait fiyat serisi grafiklerine göre COVID 19 pandemisinin etkisiyle 2020 yılından itibaren çok fazla fiyat değişkenlikleri vardır ve bu dönemde fiyatlarda artışlar mevcuttur. COVID 19 pandemisinden etkilerinin azalması ile birlikte temiz enerji endeks fiyatlarında düşüşler gözlenmektedir. BIST sürdürülebilirlik endeksinde ise 2022 yılına kadar fiyatlar durağan ve bu dönemden sonra hızlı bir şekilde yükselmiştir.



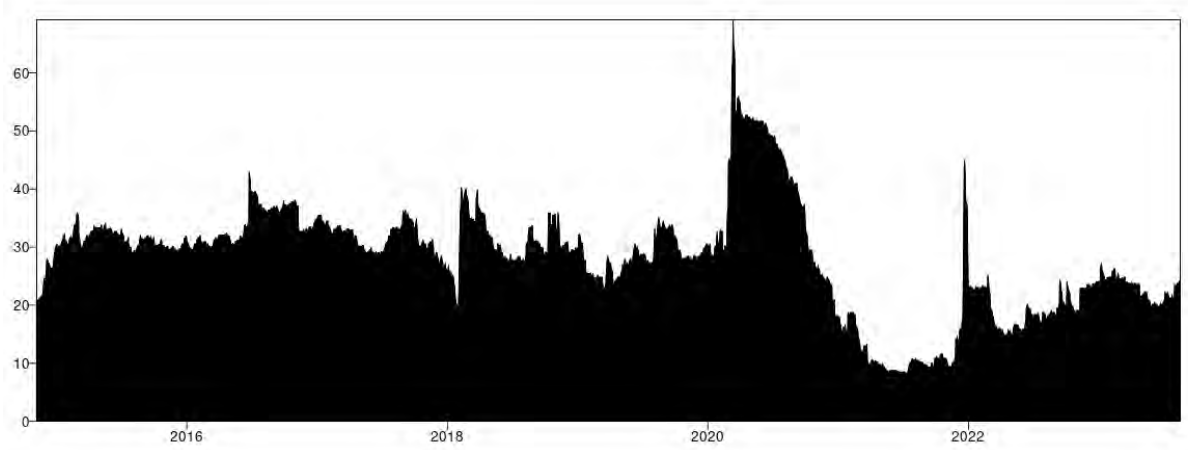
Grafik 2. Değişkenlere Ait Volatilite Serisi Grafikleri

Grafik 2’de değişkenlere ait volatilite serisi yer almaktadır. Değişkenler arasında “GCE” değişkeni en yüksek volatiliteye sahiptir. Özellikle 2020-2023 döneminde GCE ve DJSWI değişkenlerinde yüksek volatiliteler vardır. BIST değişkeninde ise COVID 19 pandemi başlangıcında ve 2022 döneminden sonra yüksek volatiliteler bulunmaktadır.

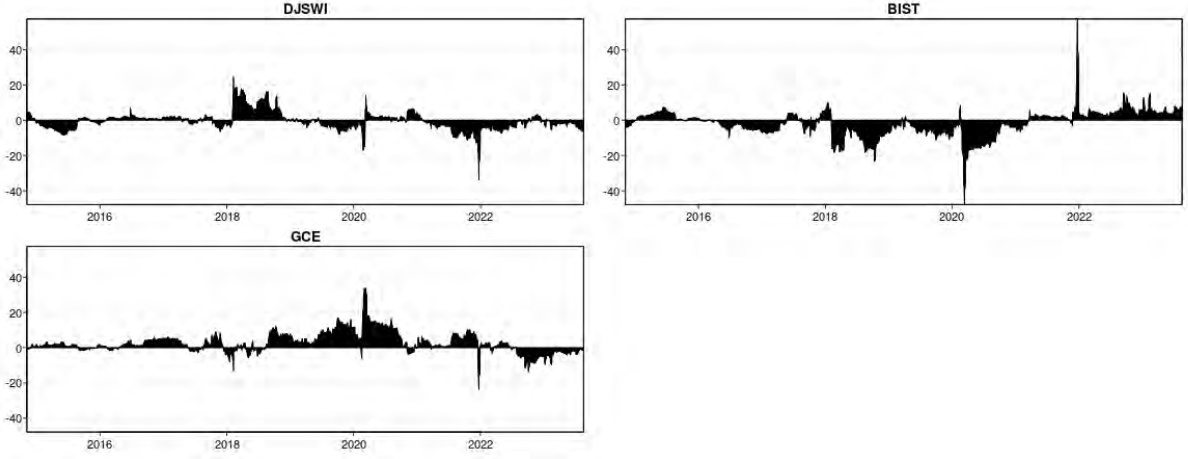
Tablo 1. Değişkenlerin Volatilite Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	DJSWI	GCE	BIST
Ortalama	9.975	10.496	27.08
Varyans	118.173	196.754	2921.02
Çarpıklık	3.336***	3.103***	6.304***
Basıklık	21.740***	13.498***	57.438***
Jarque-Bera	47449.266***	20248.937***	317278.522***
Gözlem	2203	2203	2203
ADF	-21.5213 (0.000)	-35.4255 (0.000)	-22.8421 (0.000)

Tablo 1’de volatilite serilerine ait tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Ayrıca Jarque-Bera testi sonucunda değişkenlerin normal dağılmadığı anlaşılmaktadır. ADF birim kök test sonuçlarında tüm değişkenler birinci seviyede durağan oldukları tespit edilmiştir.

**Grafik 3.** Değişkenlere Ait Dinamik Toplam Bağlantılılık İlişkisi

Grafik 3’te değişkenler arasındaki dinamik bağlantılılık ilişkileri TVP-VAR modeli ile incelenmiştir. Sonuçlara göre COVID 19 pandemi başlangıcına kadar değişkenler arasındaki volatilite yayılımı yüksektir. Ancak COVID 19 pandemi başlaması ile birlikte değişkenler arasında dinamik bağlantılılık ilişkileri zirve yapmış ve volatilite yayılımı artmıştır. COVID 19 pandeminin etkisinin azalması ile birlikte değişkenler arasında dinamik bağlantılılık ilişkileri zayıflayarak minimum seviyeye gerilemiştir.



Grafik 4. Değişkenlere Ait Net Toplam Yönelik Bağlantılılık İlişkisi

Grafik 4'te net toplam yönelik bağlantılılık sonuçları gösterilmiştir. Sıfır değerinin altındaki boyalı alanlar, karşılık gelen tarih ya da dönemde volatilitenin alınıyor, sıfır noktasının üzerindeki boyalı alanlar ise karşılık gelen tarih ya da dönemde volatilitenin yayılıyor olduğunu göstermektedir. Sonuçlara göre "BIST" değişkeni genel olarak volatilitenin alan değişkendir. Özellikle COVID 19 pandemisi başlangıcında yüksek volatilitenin almıştır. Buna karşın Rusya-Ukrayna çatışmasının başladığı tarihlerde yüksek volatilitenin yaymıştır. GCE değişkeni 2023 yılı haricinde genellikle volatilitenin yaymaktadır. DJSWI değişkeni ise genellikle COVID 19 pandemisi sonrası volatilitenin almaya başlamıştır.

Tablo 2. Değişkenlere Ait Ortalama Dinamik Bağlantılılık İlişkisi

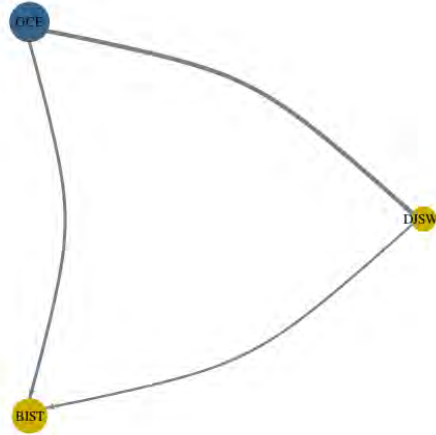
	DJSWI	GCE	BIST	Alınan Volatilitenin
DJSWI	78.08	18.92	3.00	21.92
GCE	17.40	76.81	5.80	23.19
BIST	3.88	6.87	89.25	10.75
Yayılan Volatilitenin	21.28	25.78	8.80	55.86
NET	-0.64	2.59	-1.95	27.93/18.62

Tablo 2'de analiz döneminde değişkenlere ait ortalama dinamik bağlantılılık sonuçları gösterilmektedir. "DJSWI" değişkenindeki volatilitenin değişiminin %78.08'lik kısmı kendinden

kaynaklanmakta iken toplam %21,92'lik kısmı diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır. "GCE" a %18.92 ve "BIST" %3 değişkenleri volatilité yayılımı gerçekleştirmektedir. Diğer taraftan "DJSWI" diğer değişkenlere %21.28 volatilité yayılımı gerçekleştirmektedir. Buna göre "DJSWI" net olarak çok düşük olarak %0.64 volatilité alan değişken durumundadır.

"GCE"deki volatilité değişiminin %76.81'lik kısmı kendinden kaynaklanmakta iken toplam %23.19'luk kısmı diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır. "DJSWI" %17.40 ve "BIST" %5.80 değişkenleri volatilité yayılımı gerçekleştirmektedir. Diğer taraftan "GCE"de diğer değişkenlere %26.78 volatilité yayılımı gerçekleştirmektedir. Buna göre "GCE" net olarak %2.59 volatilité yayan değişken durumundadır.

"BIST"deki volatilité değişiminin %89.25'lik kısmı kendinden kaynaklanmakta iken toplam %10.75'lik kısmı diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır. "BIST"e %6.87 ile en çok volatilité yayılımı "GCE" değişkeninden gerçekleştirmektedir. Bunun yanı sıra "BIST" diğer değişkenlere %8.80 volatilité yayılımı gerçekleştirmektedir. Buna göre "BIST" net olarak %1.95 volatilité alan değişken durumundadır.



Grafik 5. Değişkenlere Ait Volatilité Yayılımının Ağ Grafiği Şeklinde Gösterimi

Grafik 5'de çalışmada kullanılan değişkenlerin volatilité serileri arasındaki volatilité yayılımları ağ grafiği şeklinde gösterilmektedir. Grafikteki mavi renkli daireler volatilité yayıcı değişkenleri gösterirken, sarı renkli daireler volatilité yayılımı olan değişkenleri göstermektedir. Ayrıca dairelerin büyüklüğü yayılım etkisinin de büyüklüğünü göstermektedir. Buna göre "GCE" volatilité yayan değişken iken "DJSWI" ve "BIST" kendisine volatilité yayılan değişkenlerdir. Başka bir ifade ile "GCE" değişkeni "DJSWI" ve "BIST" değişkenlerine volatilité yaymaktadır. Grafikte yer alan oklar volatilité yayılımının yönünü ve okların yer aldığı çizgilerin kalınlığı da volatilité yayılımının gücünü göstermektedir. Buna göre "GCE" değişkeni en çok "DJSWI" değişkenine volatilité yaymaktadır. "GCE" ve "DJSWI" değişkenleri ise "BIST" değişkenine

volatilite yaymakta başka bir ifade ile BİST Sürdürülebilirlik endeksi bu değişkenlerden volatilite almaktadır.

5. SONUÇ

Çalışmada Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik endeksi (XUSRD), S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi (S&P GCEI), Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi (DJSWI) arasında dinamik bağlantılılık ilişkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır ve seçilen üç farklı Temiz Enerji Endeksi arasındaki volatilite yayımları incelenmiştir. Bu bağlamda, TP-VAR ekonometrik yöntemi ile yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular, endeksler arasında belirgin bir dinamik etkileşimin varlığına işaret etmektedir. Literatürde yeşil finans piyasaları arasındaki bağlantının doğrusal olmadığı ve riskten korunma faydalarının olduğu belirtilmektedir. Yeşil tahviller, temiz enerji projelerinin geliştirilmesi için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, Chatziantoniou vd. (2022) ve Pang vd. (2022) çalışmaları da bu bağlantının doğrusal olmadığını ve ekstrem olaylara bağlı olduğunu doğrulamaktadır.

DJSWI (Dow Jones Sürdürülebilirlik Dünya Endeksi) incelendiğinde, volatilitenin büyük bir kısmının (%78.08) kendi iç dinamiklerinden kaynaklandığı görülmektedir. Ancak, DJSWI'nin volatilitesinin %21.92'lik kısmının diğer endekslerden kaynaklandığı da dikkat çekmektedir. Bu sonuç Bekaert ve Harvey, (1997) çalışmasıyla örtüşmekte olup küresel bir endeks olan DJSWI'nin diğer temiz enerji endekslerinden de etkilendiğini, ancak ana etkileyicisinin kendi içinde olduğunu göstermektedir.

GCE (S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi) bakış açısından incelendiğinde, bu endeksin volatilite yayıcı bir özellik taşıdığı gözlemlenmektedir. Volatilitesinin %76.81'lik kısmı kendi dinamiklerinden gelirken, %23.19'lük bir kısmı diğer endekslerden kaynaklanmaktadır. GCE'nin, DJSWI'ye volatilite yayma oranı dikkat çekicidir ve bu, GCE'nin DJSWI üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu, küresel enerji piyasalarında, belirli enerji türlerinin ve teknolojilerinin (örn. rüzgâr, güneş) belirleyici bir etkisi olabileceğini düşündürülebilir (Engle ve Kroner, 1995).

BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (BIST) için ise, volatilitenin büyük bir kısmının (%89.25) kendi iç dinamiklerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu sonuç Bollerslev, (1990) çalışmasıyla örtüşmektedir. Buna karşın, BIST'nin GCE ve DJSWI'dan volatilite aldığı, yani bu endekslerin BIST üzerinde bir etkisi olduğu da belirgin bir şekilde görülmektedir. Buna bağlı olarak, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji piyasasının, global enerji endekslerinin hareketlerinden etkilendiği söylenebilir.

Değişkenlerden "GCE" değişkeni en yüksek volatiliteye sahiptir. Özellikle 2020-2023 döneminde GCE ve DJSWI değişkenlerinde yüksek volatilite vardır. Literatürde de COVID-19 salgınının yeşil finans ve temiz enerji piyasalarında etkili olduğu belirtilmektedir. Özellikle, Chatziantoniou vd. (2022) çalışması bu etkiyi belirgin bir şekilde ortaya koymaktadır. BIST endeksinde ise COVID 19 pandemi başlangıcında ve 2022 döneminden sonra yüksek volatilite bulunmaktadır.

Sonuç olarak, bu analiz, enerji endekslerinin kendi iç dinamikleri yanında, diğer endekslerin hareketlerinden de etkilendiklerini göstermektedir. Bu anlamda çalışmanın politika yapıcılar ve yatırımcılar için birtakım çıkarımları bulunmaktadır. Küresel enerji piyasasında, belirli endekslerin diğerlerine göre daha baskın bir etkisi olabilir, bu da enerji politikalarının ve yatırım kararlarının şekillenmesinde dikkate alınmalıdır. Bu tespitler, enerji piyasalarında karşılıklı bağlantılılığın ve etkileşimin varlığını teyit etmektedir. Endeksler arasındaki belirgin etkileşim, enerji piyasalarında küresel işbirliğinin artırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ülkeler arası işbirliği, enerji endekslerinin daha stabil ve tahmin edilebilir olmasına katkı sağlayabilir. Yeşil tahvillerin ve diğer yeşil finans araçlarının temiz enerji projelerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Bu nedenle, bu araçlara yapılan yatırımların teşvik edilmesi, sürdürülebilir enerji projelerinin finansmanında büyük bir rol oynayabilir. Yatırımcılar açısından bakıldığında ise, enerji endekslerinin birbirleri üzerindeki etkisinin farkında olarak, daha etkili risk yönetimi stratejileri geliştirmeleri önerilebilir. Bu, yatırımcılara ve politika yapıcılara yönelik eğitim programlarıyla sağlanabilir. Ayrıca COVID-19 salgını gibi küresel olayların yeşil finans ve temiz enerji piyasaları üzerindeki etkileri dikkate alındığında, bu tür olaylara karşı hazırlıklı olma ve kriz yönetimi stratejileri geliştirme gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma, enerji endekslerinin dinamik bağlantılarına yönelik bir anlayış sağlamak amacıyla yapılmıştır, ancak bazı kısıtlamaları içermektedir. Bu kısıtlamalar göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışmada kullanılan veri setleri belirli bir dönemi kapsamaktadır. Gelecekteki çalışmalar, daha uzun dönem verileri kullanarak sonuçların güvenilirliğini artırabilir. Ayrıca çalışmada COVID-19 salgını gibi önemli dışsal faktörlerin enerji endekslerine etkileri sınırlı bir şekilde ele alınmıştır. Gelecekteki çalışmalar, diğer önemli dışsal faktörlerin (örneğin, doğal afetler, siyasi olaylar) analize dahil edilmesini inceleyebilir.

Literatür, yeşil finans ve temiz enerjinin önemini giderek daha fazla kabul etmektedir. Ancak bu alandaki çalışmalar, özellikle yeşil tahviller, temiz enerji ve sürdürülebilir borsalar arasındaki ilişkiler konusunda bazen çelişkili bulgular sunmaktadır. Bu da bu alandaki araştırmaların henüz tam olarak olgunlaşmadığını ve daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Antonakakis, N., & Gabauer, D. (2017). Refined Measures of Dynamic Connectedness Based on TVP-VAR. MPRA Paper No. 78282.
- Asl, M.G., Adekoya, O.B., Oliyide, J.A. (2022). Carbon Market and the Conventional and Islamic Equity Markets: Here Lays the Environmental Cleanliness of their Etilities, Energy, and ESG Sectoral Stocks?, *J. Clean. Prod.*, 351, 131523.
- 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.

- Bekaert, G., & Harvey, C. R. (1997). Emerging Equity Market Volatility. *Journal of Financial Economics*, 43(1), 29-77.
- Berrou, R., Dessertine, P., Migliorelli, M. (2019). An Overview of Green Finance, M. Migliorelli, P. Dessertine (Eds.), *the Rise of Green Finance in Europe, Palgrave Macmillan*, 3-29.
- Bollerslev, T. (1990). Modelling the Coherence in Short-run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Model. *International Review of Economics and Statistics*, 498-505.
- Born, A., Giuzio, M., Lambert, C., Salakhova, D., Schölermann, H., Tamburrini, F. Towards a Green Capital Markets Union: Developing Sustainable, Integrated and Resilient European Capital Markets.
- Chang, K.L.; Lee, C.; He, C.W. Four Types of Tail Dependence Structures Between US Dollar Index and S&P 500 Stock Returns: 1990–2019. *Appl. Econ. Lett.* 2022, 1–6.
- Chatziantoniou, I, Abakah, E.J.A., Gabauer, D., Tiwari, A.K. (2022). Quantile Time-Frequency Price Connectedness Between Green Bond, Green Equity, Sustainable Investments and Clean Energy Markets, *J. Clean. Prod.*, 361, 132088.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009). Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, With Application to Global Equity Markets. *The Economic Journal*, 119 (534), 158–171.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to Give Than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28 (1), 57–66.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the Network Topology of Variance Decompositions: Measuring the Connectedness of Financial Firms. *Journal of Econometrics*, 182 (1), 119-134.
- Doğan, M., Raikan, S., Nurbossynova, Z., Gulbagda, B. (2023). Analysis of Dynamic Connectedness Relationships Among Clean Energy, Carbon Emission Allowance, and BIST Indexes. *Sustainability*, 15 (7), 6025.
- Edenhofer, O., *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, Cambridge University Press (2015).
- Engle, R. F., & Kroner, K. F. (1995). Multivariate Simultaneous Generalized ARCH. *Econometric Theory*, 11 (1), 122-150.
- Fahmy, H. (2022). The Rise in Investors' Awareness of Climate Risks After the Paris Agreement and The Clean Energy-Oil-Technology Prices Nexus. *Energy Econ.* 106, 105738.
- Ferrer, R., Shahzad, S.J.H., Soriano, P. (2021). Are Green Bonds a Different Asset Class? Evidence From Time-Frequency Connectedness Analysis, *J. Clean. Prod.*, 292, 125988.
- Gao, Y., Li Y., Zhao, C., Wang, Y. (2022). Risk Spillover Analysis Across Worldwide ESG Stock Markets: New Evidence from the Frequency-Domain, *N. Amer. J. Econ. Finance*, 59.
- Ghabri, Y., Ayadi, A., Guesmi, K. (2021). Fossil Energy and Clean Energy Stock Markets Under COVID-19 Pandemic, *Appl. Econ.*, 53, 4962-4974.
- Hammoudeh, S., Ajmi, A.N, Mokni, K. (2020). Relationship Between Green Bonds and Financial and Environmental Variables: A Novel Time-Varying Causality, *Energy Econ.*, 92, 104941.
- Hau, L.; Zhu, H.; Sun, W.; Yu, K. Flight-to-Quality or Not? Evidence From China's Green Bond and Green Equity Markets During COVID-19 Crisis. *Appl. Econ. Lett.* 2022, 1–7.
- He, X., Liu, G., Hamori, S. (2021). Measuring Tail Dependencies Between ESG and Renewable Energy Stocks: A Copula Approach, *ESG Investment in the Global Economy*, 37-52.

<https://ieefa.org/resources/investment-clean-energy-transition-our-planets-future>

<https://www.ecb.europa.eu/pub/financial-stability/macprudential>

- Jednak, D. Jednak, S. (2019). Socially Responsible Financial Markets, M. Ziolo, B.S. Sergi (Eds.), Financing Sustainable Development, *Palgrave Macmillan*, 103-125.
- Jin, Y. Gao, X., Wang, M. (2021), The Financing Efficiency of Listed Energy Conservation and Environmental Protection Firms: Evidence and Implications for Green Finance in China. *Energy Policy*, 153, 112254.
- Koop, G., Pesaran, M. H. & Potter, S. M. (1996). Impulse Response Analysis in Nonlinear Multivariate Models. *Journal of Econometrics*, 74 (1), 119-147.
- Liu, R., He, L. Xia, Y., Fu, Y. Chen, L. (2023). Research on the Time-Varying Effects Among Green Finance Markets in China: A Fresh Evidence from Multi-Frequency Scale Perspective, *N. Amer. J. Econ. Finance*, 66, 101914.
- Lorente, D.B., Mohammed, K.S., Cifuentes-Faura, J., Shahzad, U. (2023). Dynamic Connectedness Among Climate Change Index, Green Financial Assets and Renewable Energy Markets: Novel Evidence from Sustainable Development Perspective, *Renew. Energy*, 204, 94-105.
- Lu, X., Huang, N., Mo, J., Ye, Z. (2023). Dynamics of the Return and Volatility Connectedness among Green Finance Markets During the COVID-19 Pandemic. *Energy Economics*, 125, 106860.
- Luo, D. (2022). ESG, Liquidity, and Stock Returns, *J. Int. Finan. Markets, Inst Money*, 78, 101526.
- Macwilliams, J.J., La Monaca, S., Kobus, J., PG&E: Market and Policy Perspectives on the First Climate Change Bankruptcy, Columbia University Center on Global Energy Policy (2019).
- 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.
- Nakajima, T., Hamori, S., He, X., Liu, G., Zhang, W., Zhang, Y., Liu T. (2021). *ESG Investment in the Global Economy*, 21-35,
- Nguyen, T.T.H., Naeem, M.A., Balli, F., Balli, H.O., Vo, X.V. (2021), Time-Frequency Comovement Among Green Bonds, Stocks, Commodities, Clean Energy, and Conventional Bonds, *Financ. Res. Lett.*, 40, 101739.
- Ozili, P.K. (2022) Green Finance Research Around the World: A Review of Literature, *Int. J. Green Econ.*, 16, 56-75.
- Pang, L., Zhu, M.N., Yu, H. (2022). Is Green Finance Really a Blessing for Green Technology and Carbon Efficiency? *Energy Econ.*, 114, 106272.
- Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters*, 58 (1), 17–29.
- Pham, L. (2021), Frequency Connectedness and Cross-Quantile Dependence Between Green Bond and Green Equity, *Energy Econ.*, 98, 105257.
- Raghutla, C., Shahbaz, M., Chittedi, K.R., Jiao, Z. (2021). Financing Clean Energy Projects: New Empirical Evidence from Major Investment Countries, *Renew. Energy*, 169, 231-241,
- Stocker, T.F., Qin, D., Plattner G.-K., Tignor, M.M., Allen, S.K. Boschung, J. Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. Midgley, P.M. Climate change 2013: The Physical Science Basis Contribution of

Working Group I to the Fifth Assessment Report of IPCC the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge (2013).

- Tan, X.; Geng, Y.; Vivian, A.; Wang, X. (2021). Measuring Risk Spillovers Between Oil and Clean Energy Stocks: Evidence from a Systematic Framework. *Resour. Policy*, 74, 102406.
- Tan, X.; Geng, Y.; Vivian, A.; Wang, X. Measuring Risk Spillovers Between Oil and Clean Energy Stocks: Evidence from a Systematic Framework. *Resour. Policy* 2021, 74, 102406.
- Tiwari, A.K.; Abakah, E.J.A.; Gabauer, D.; Dwumfour, R.A. Dynamic Spillover Effects Among Green Bond, Renewable Energy Stocks and Carbon Markets During COVID-19 Pandemic: Implications for Hedging and Investments Strategies. *Glob. Financ. J.* 2022, 51, 100692.
- Umar Z., Jareño, F., Escribano, A. (2021). Agricultural Commodity Markets and Oil Prices: an Analysis of the Dynamic Return and Volatility Connectedness, *Res. Policy*, 73, 102147.
- Venturini, A. (2022). Climate CChange, Risk Factors and Stock Returns: a Review of the Literature, *Int. Rev. Financ. Anal.*, 79, 101934.
- Wang, K.-H., Zhao, Y.-X., Jiang, C.-F., Li, Z.-Z. (2022). Does Green Finance Inspire Sustainable Development? Evidence from a Global Perspective, *Econ. Anal. Pol.*, 75, 412-426.
- Zanon, A. (2022). Green and Sustainable Bonds Could Reach 2 Trillion Dollars in 2022, *Benzinga* (2022).
- Zhang, W., Nakajima, T., Hamori S. Does ESG Index Have Strong Conditional Correlations with Sustainability Related Stock Indices? *ESG Investment in the Global Economy*. 21-35.