

BIST Sürdürülebilirlik Endeksinin Statik ve Dinamik Bağlantılılığı: Diebold–Yılmaz Yaklaşımı

Static and Dynamic Connectedness of the BIST Sustainability Index: A Diebold–Yılmaz Approach

Fatmanur ORAL ^a

^a Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye. fatmanur.gul@erzurum.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
Anahtar Kelimeler: BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ESG Diebold-Yılmaz Yaklaşımı Toplam Bağlantılılık Endeksi (TCI) Sürdürülebilir finans	Amaç – Sürdürülebilir finansın piyasa temelli göstergeleri olan ESG endekslerinin geleneksel piyasalarla ilişkilerinin analizi giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’nin ESG göstergesi niteliğindeki BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD) ile yerel hisse (BIST 100), küresel hisse (S&P 500), küresel ESG ölçütü (MSCI World ESG Leaders) ve emtialar (Brent petrol, altın) arasındaki statik ve dinamik bağlantılılığı ölçmeyi amaçlamaktadır. Yöntem – 5 Ocak 2015–26 Mart 2025 dönemine ait günlük veriler kullanılarak Diebold–Yılmaz bağlantılılık yöntemi ile hem statik hem dinamik bağlantılılık analizleri yapılmıştır. Toplam, yönlü ve net bağlantılılık ölçüleri ile zaman içinde değişen bağlantılılık göstergeleri elde edilmiştir. Bulgular – Statik bağlantılılık sonuçları (TCI $\approx$ %38,6) ağ içi etkileşimin orta düzeyde olduğunu göstermektedir. S&P 500 ve küresel ESG net yayıcı, Brent ve altın net alıcıdır. XUSRD ve BIST 100 yakın-nötr bir profil sergilemekte ve aralarında güçlü çift yönlü bağ bulunmaktadır. COVID-19 ve 2022 enerji şoku dönemlerinde bağlantılılık belirgin artmakta, özellikle hisse bloklarında çeşitlendirme imkânı daralmaktadır. Normalleşme fazlarında ise TCI yeniden orta banda dönmektedir. Tartışma – Bulgular, XUSRD’nin fiyat-alıcı bir yapıda olduğunu, yerel hisse döngüsünden henüz anlamlı ölçüde ayrılmadığını ve küresel yayıcılara duyarlı kaldığını göstermektedir. Altın çoğu dönemde tampon rolü oynarken, Brent’in etkisi rejime bağlı ve sınırlıdır. Sakin rejimlerde sınırlı da olsa çeşitlendirme olanağının bulunduğu ancak stres dönemlerinde hisse bloklarında senkronizasyonun artmasına ve çeşitlendirme alanının daraldığı görülmektedir. Sonuçlar BIST Sürdürülebilirlik endeksi portföylerde tek başına ayrıştırıcı bir faktör olmadığını, yerel hisse ile birlikte ve küresel yayıcılar erken uyarı göstergesi kabul edilerek yönetilmesi gerektiğini göstermektedir.
ARTICLE INFO	ABSTRACT
Keywords: BIST Sustainability Index ESG Diebold-Yılmaz Approach Total Connectedness Index (TCI) Sustainable Finance	Purpose – As market-based indicators of sustainable finance, ESG indices make it increasingly important to analyze their linkages with traditional markets. This study aims to measure the static and dynamic connectedness between Türkiye market’s ESG benchmark (the Borsa Istanbul Sustainability Index (XUSRD)) and domestic equities (BIST 100), global equities (S&P 500), a global ESG benchmark (MSCI World ESG Leaders), and commodities (Brent crude oil, gold). Design/methodology/approach – Using daily data from 5 January 2015 to 26 March 2025, the Diebold–Yılmaz connectedness framework is implemented to conduct both static and dynamic analyses. Total, directional, and net connectedness measures are computed, alongside time-varying connectedness indicators. Findings – Static results show moderate systemwide interaction (TCI $\approx$ 38.6%). The S&P 500 and the global ESG index act as net transmitters, while Brent and gold are net receivers. XUSRD and BIST 100 display a near-neutral profile with a strong bilateral linkage between them. During COVID-19 and the 2022 energy shock, connectedness increases markedly, and diversification opportunities shrink—especially within equity blocks; in normalization phases, the TCI reverts to its mid-range. Discussion – The evidence indicates that XUSRD exhibits a price-taker profile, has not yet meaningfully decoupled from the domestic equity cycle, and remains sensitive to global transmitters. Gold generally plays a buffering (net-receiver) role, whereas Brent’s influence is regime-dependent and limited. Overall, while some diversification is available in calm regimes, stress episodes bring greater synchronization across equities and narrow the diversification space. The results suggest that the BIST Sustainability Index is not a stand-alone diversifier; rather, it should be managed in conjunction with domestic equities, with global transmitters monitored as early-warning indicators.
Received 7 September 2025 Revised 10 December 2025 Accepted 15 December 2025	
Article Classification: Research Article	

ETİK ONAY: Bu çalışmada ikincil veriler kullanılmış olup etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Önerilen Atf/ Suggested Citation

Oral, F. (2025). BIST Sürdürülebilirlik Endeksinin Statik ve Dinamik Bağlantılılığı: Diebold–Yılmaz Yaklaşımı, İşletme Araştırmaları Dergisi, 17 (4), 3524-3539.

1.Giriş

Son yıllarda artan iklim ve çevre riskleri, sürdürülebilirlik yaklaşımının benimsenmesini zorunluluk hâline getirmiştir. Bu yaklaşımlar finans sektörünü de yeniden şekillendirmektedir. Sektör artık yalnızca kâr maksimizasyonuna değil aynı zamanda uzun vadeli değer yaratımına ve iklim risklerinin azaltılmasına odaklanmaktadır (Adams and Abhayawansa, 2022: 2). Şirketler ve yatırımcılar finansal kararlarını verirken çevresel ve sosyal kriterleri dikkate alarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemede kritik bir rol üstlenmektedir. Paydaşlara yönelik kurumsal etik sorumluluk giderek daha fazla vurgulanmakta; çevrenin korunması, hava ve su kirliliğinin önlenmesi ve çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sorumlu ürünlerin sunulması gereğine ilişkin farkındalık artmaktadır. Buna paralel olarak sosyal ve çevresel konulara duyarlı yatırım uygulamaları yaygınlaşmaktadır (Cadman, 2011:2; Ehrhardt and Brigham, 2011: 11).

Finans sektöründeki yenilikler yeşil tahvillerin, sürdürülebilir yatırım fonlarının ve çevre dostu finansal ürünlerin gelişimini hızlandırmıştır. Bu dönüşümün en görünür çıktılarında biri ESG (çevresel, sosyal ve yönetim) ölçütlerinin yatırım analizlerine entegrasyonudur. ESG skoru firmaların çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim alanlarındaki yatırım ve faaliyetlerine ilişkin performansını yansıtan bir ölçüttür (Clément et al., 2025: 92).

ESG endeksleri ve derecelendirmeleri şirketlerin sürdürülebilirlik performansını daha görünür kılarak piyasalarda güven ve şeffaflığı pekiştirir (Orsato vd., 2015; Pagano vd., 2018). Ölçümü güç faaliyetlerin raporlanmasını kolaylaştırdıkları için ESG skorları, paydaşların finansal kararlarında giderek daha belirleyici hâle gelmiştir (Çetenak vd., 2022: 76). Bu sürdürülebilirlik metrikleri yalnızca kurumsal performansı değil aynı zamanda piyasa dinamiklerini ve yatırım tercihlerini de şekillendirmektedir (Batrancea vd., 2024).

ESG temalı piyasaların hızlı büyümesi bu araçların diğer varlık sınıflarıyla nasıl etkileştiğinin açıklığa kavuşturulmasını önemli kılmıştır. Bu bağlamda piyasalar arasında şok iletimini yakalayan oynaklık yayılımlarının analizleri öne çıkmıştır. Her ne kadar bu olgu geleneksel varlıklar için çokça çalışılmış olsa da (Diebold ve Yılmaz, 2012; Oral ve Özkan, 2024) ESG endeksleri ve yeşil tahvillerin ayırt edici özellikleri mevcut kuramsal ve ampirik çerçevelerin yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir (Arouri vd., 2025: 3).

Konuyla ilgili literatürde farklı ülkelerde çeşitli endeksler üzerine yapılan çalışmalar, sürdürülebilirlik endekslerinin geleneksel endekslere kıyasla daha düşük oynaklık sergilediğini ortaya koymuştur (Adams vd., 2012; Arjun ve Kallarakal, 2016; Herrera, 2015; Hoti vd., 2005; Sudha, 2014). Özellikle kriz dönemlerinde ESG'nin daha güvenli bir liman işlevi görebileceğine dair bulgular bulunmaktadır (Çağlı vd., 2022: 1057). Yatırımcıların portföylerinde ESG bazlı hisse senetleri bulundurarak, özellikle stres koşullarında, fayda sağlayabilecekleri ileri sürülmektedir (Barson vd., 2024).Buna paralel olarak ESG endekslerinin hisse senedi piyasalarıyla (Balcılar vd., 2017; Lundgren vd., 2018; Umar vd., 2020; Arouri vd., 2025), çeşitli emtialarla (Çağlı vd., 2022; Sharma vd., 2024; Andersson vd., 2022; Mensi vd., 2017), özellikle ham petrol ile (AlGhazali vd., 2024; Sharma vd., 2024; Mezghari vd., 2025; Kaya, 2023; Şahin, 2025) ve döviz kuru ile faiz gibi makro değişkenlerle (Umar vd., 2020; Andersson vd., 2022; Özçim, 2022; Pham, 2021; Akhtaruzzaman vd., 2022) ilişkileri literatürde sıklıkla incelenmektedir.

Türkiye'de Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi Kasım 2014'ten bu yana hesaplanmakta olup küresel ısınma, doğal kaynakların tükenmesi, su kıtlığı, iş sağlığı ve güvenliği ile istihdam gibi kritik sürdürülebilirlik konularında yüksek performans sergileyen Borsa İstanbul şirketleri için bir kıyas ölçütü olarak hizmet etmektedir (Mumcu ve Ufacık, 2016). Türkiye'de sürdürülebilirlik odaklı yatırım ürünlerinin gelişmesiyle birlikte Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD) ile geleneksel ve alternatif yatırım araçları arasındaki etkileşimlerin anlaşılması hem yatırımcı davranışlarını hem de piyasa bütünleşmesini analiz etmek için önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Türkiye literatüründe sürdürülebilirlik endekslerini geleneksel piyasalarla karşılaştıran çalışmaların sayısı artmaktadır. Bu araştırmalar küresel düzeyde ESG endeksleri arasındaki yayılımları ve bağlantıları incelemekte ayrıca bunların geleneksel hisse senetleriyle, petrol ve diğer emtialarla (ör. altın ve bakır) ve döviz kuru gibi makro değişkenlerle ilişkilerini değerlendirmektedir. Buna karşılık yerel piyasa düzeyindeki çalışmalar nispeten sınırlıdır. Türkiye'de Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD) çoğunlukla finansal performans açısından incelenmiştir (Altınay vd., 2017; Çetenak vd., 2022; Gürünlü, 2019; Önder, 2018). Ayrıca Türkiye piyasalarına odaklanan çalışmalar XUSRD ile Borsa İstanbul 100 Endeksi arasındaki çift

yönlü ilişkileri ele almış (Baykut ve Kula, 2019; Cavlak, 2024) ve enerji piyasalarıyla, özellikle petrolle olan bağlantıları vurgulamıştır (Doğan vd., 2023; Kaya, 2023; Şahin, 2025).

Bu çalışma, BIST Sürdürülebilirlik Endeksi'nin (XUSRD) yerel hisse piyasası (BIST 100), küresel hisse senedi piyasası (S&P 500), küresel ESG kıyas endeksi (MSCI World ESG Leaders) ve emtia piyasaları (Brent ham petrol ve altın) ile olan bağlantılılık yapısını tek bir sistem içinde incelemektedir. Bu kapsamda Diebold–Yılmaz (2012) bağlantılılık yöntemi kullanılarak söz konusu piyasalar arasındaki statik ve dinamik şok aktarım mekanizmaları analiz edilmiştir. Çalışma, Türkiye literatüründe önceki araştırmaların çoğunlukla ikili ilişkilerle sınırlı kaldığı bir bağlamda, küresel ESG ve emtia piyasalarını eşzamanlı olarak aynı bağlantılılık ağına dâhil etmesi bakımından özgünlük taşımaktadır. Ayrıca Toplam Bağlantılılık Endeksi'nin (TCI) kriz ve normalleşme dönemlerindeki rejimsel davranışını ortaya koyarak, stres dönemlerinde piyasa senkronizasyonunun nasıl güçlendiğini göstermektedir. Elde edilen yönlü ve net bağlantılılık bulguları, XUSRD'nin yerel hisse piyasası ile güçlü bir eşgüdüm içinde olduğunu ve küresel piyasalardan gelen şoklar karşısında fiyat-alıcı bir profil sergilediğine dair somut ampirik kanıtlar sunmaktadır. Bu yönleriyle çalışma, Türkiye'de sürdürülebilirlik endekslerinin piyasa içindeki konumuna ilişkin literatüre ve portföy yönetimi tartışmalarına anlamlı katkılar sağlamaktadır.

2.LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde ilgili literatür iki grupta incelenmiştir. İlk olarak ESG ile geleneksel piyasalar arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalara yer verilmiştir. Daha sonra BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD)'ni ele alan Türkiye odaklı çalışmalar özetlenmiştir. Tablo 1 ESG ile geleneksel piyasa bağlantılılıklarına ilişkin çalışmaları ve temel bulgularını özetlemektedir.

Tablo 1. ESG–Geleneksel Piyasa Bağlantılarına İlişkin Çalışmalar

Yazar(lar)	Değişkenler	Yöntem	Bulgular
Umar vd. (2020)	Küresel ESG endeksleri, makro/finansal faktörler	Diebold–Yılmaz (DY) bağlantılılığı (statik ve dinamik)	Bağlantılılık krizlerde artar (Avrupa borç krizi, Yunanistan, COVID-19); şoklar gelişmiş piyasalardan Asya/gelişmekte olan piyasalara yayılır ve çeşitlendirme azalır.
Balcılar vd. (2017)	Konvansiyonel vs. sürdürülebilir hisse endeksleri	Oynaklık yayılımı	Oynaklık, konvansiyonel endekslerden sürdürülebilir endekslere tek yönlü aktarılır.
Lundgren vd. (2018)	Yenilenebilir enerji hisse endeksleri, konvansiyonel varlıklar	Nedensellik/bağlantılılık	Yenilenebilir enerji endeksleri ile geniş piyasa hisseleri epizodik eş-hareket sergiler.
Chancharat ve Chancharat (2025)	Tayland SET, Tayland Sürdürülebilirlik Endeksi (THSI), Brent petrol, altın, döviz (FX), ABD hisseleri	Kantil bağlantılılığı	Bağlantılılık stres altında artar; SET/THSI çoğu zaman net yayıcıdır.
Rubbaniy vd. (2022)	ESG hisseleri, küresel ve gelişmekte olan piyasalar	Riskten korunma/güvenli liman testleri	ESG hisseleri, COVID-19 sağlık-risk şoklarında kısmi riskten korunma ve güvenli liman özellikleri gösterir. Düşüş dönemlerinde ESG güvenli liman işlevi görebilir; ancak etkiler düzenleyici ve çevresel koşullara duyarlıdır.
Kilic vd. (2022)	ESG uyumlu endeksler, konvansiyonel varlıklar	GARCH tabanlı oynaklık yayılımı	Sistem bağlantılılığı orta düzeydedir, kısa ufuk belirsizliği baskındır; ESG endeksleri tipik olarak net yayıcı, çoğu emtia net alıcıdır.
Çağlı vd. (2022)	ESG endeksleri (ABD, gelişmiş, gelişmekte olan), emtia sepetleri (enerji, sınai, kıymetli)	Baruník–Křehlík (2018) frekans bağlantılılığı	

Sharma vd. (2024)	Hindistan: ESG hisseleri, ham petrol, doğal gaz, altın	GFEVD tabanlı TVP-VAR (zaman ve frekans)	Genel bağımlılık düşüktür, savaş döneminde artar; petrol ve gaz net yayıcı, ESG ve altın net alıcıdır.
Andersson vd. (2022)	ESG portföyleri, emtialar, döviz kurları	Kısa vadeli nedensellik	Kısa vadeli bilgi akışları ESG'den emtialara ve döviz kurlarına doğru ilerler.
Mensi vd. (2017)	Altın, sürdürülebilirlik endeksi	Oynaklık yayılımı	Altın ile sürdürülebilirlik endeksi arasındaki yönlü yayılımlar zayıftır.
Mezghari vd. (2025)	Yeşil tahviller, hisseler, Brent, altın	Ağ bağlantılılığı ve frekans alanında portföy/riskten korunma	Yeşil tahviller, hisse-emtia çiftlerine karşı kısa ve uzun ufukta çeşitlendirme ve riskten korunma sağlar.
Arouri vd. (2025)	S&P 500 (SPX), S&P 500 ESG (SPESG), S&P Green Bond Index (SPGB), yeşil tahviller, devlet tahvilleri	TVP-VAR ile entegre DY bağlantılılığı	SPX ve SPESG net yayıcı, SPGB net alıcıdır; TVP-VAR entegrasyonu stres dönemlerinde daha yüksek sistemik riski yakalar.
AlGhazali vd. (2024)	Bölgesel sürdürülebilirlik endeksleri, S&P 500 ESG, yeşil tahviller, petrol riski	Oynaklık yayılımı ve etkileşim	Yayılımlar krizlerde ve uç durumlarda yoğunlaşır; Kuzey Amerika ve S&P 500 ESG yayıcı, Asya-Pasifik, gelişmekte olan piyasalar ve Avrupa alıcıdır; petrol riski boğa rejiminde yayıcı, ayı rejiminde alıcıdır.
Pham (2021)	Yeşil tahviller, hisseler	Frekans ve çapraz-kantil analizleri	Bağımlılık normal zamanlarda düşüktür, uç durumlarda güçlenir ve etkiler kısa ömürlüdür.
Akhtaruzzaman vd. (2022)	Yeşil tahviller, sektörel hisse endeksleri	Riskten korunma analizi (zamanla değişen oranlar)	Türbülans dönemlerinde riskten korunma oranları zaman içinde değişir ve yeşil tahviller etkili risk azaltımı sağlar.

Çalışmalar bağlantılılığın kriz dönemlerinde arttığını ve şokların ağırlıklı olarak gelişmiş piyasalardan yayıldığını göstermektedir (Umar vd., 2020). Ayrıca hisse senetleri ile emtialar arasındaki bağların genellikle düşük-orta düzeyde olduğunu, petrolün rolünün rejime bağımlı seyrettiğini (Çağlı vd., 2022; Sharma vd., 2024), altının ise genellikle absorbe edici bir güvenli liman işlevi gördüğünü (Kinadeder vd., 2021; Mensi vd., 2017) ve ESG'nin döviz/makro kanalı üzerinden kısa vadeli bilgi akışları üretebildiğini göstermektedir (Andersson vd., 2022). Türkiye özelinde Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi ile Borsa İstanbul 100 Endeksi arasındaki çift yönlü bağlar ile enerji/petrol kanalı özellikle belirgindir (Baykut ve Kula, 2019; Doğan vd., 2023; Şahin, 2025; Yavuz, 2023). Tablo 2 BIST Sürdürülebilirlik endeksine ilişkin Türkiye odaklı çalışmaları başlıca bulgularıyla birlikte sunmaktadır.

Tablo 2. BIST Sürdürülebilirlik Endeksine İlişkin Çalışmalar

Yazar(lar)	Değişkenler	Yöntem	Bulgular
Baykut ve Kula (2019)	BIST 100, BIST Sürdürülebilirlik	BEKK-GARCH(1,1)	İki endeks arasında çift yönlü oynaklık yayılımı vardır.
Vardari vd. (2020)	BIST Sürdürülebilirlik, BIST 100	Performans karşılaştırması	Sürdürülebilirlik endeksine dâhil olmanın getirileri anlamlı ölçüde değiştirmedigi; performansın BIST 100'e benzer olduğu bulunmuştur.
Özçim (2022)	BIST Sürdürülebilirlik, döviz kuru, faiz oranı	VAR	Daha yüksek döviz kuru oynaklığı artırırken, daha yüksek faiz oranı oynaklığı azaltır.
Doğan vd. (2023)	XUSRD, BIST 100, S&P Global Clean Energy Index	TVP-VAR bağlantılılığı	Zamanla değişen bağlantılılık ve yayılımlar, çeşitlendirme ve

	(S&P GCEI), AB Emisyon İzinleri (EUA)		politika açısından anlamlı çıkarımlar taşımaktadır.
Kaya (2023)	BIST Sürdürülebilirlik, temiz enerji endeksi, fosil yakıt fiyatları	Oynaklık/bağlantılılık analizi	Varyasyonun çoğu endeksin kendi geçmişi tarafından yönlendirilir; petrol fiyatları, doğal gaz veya kömürden daha fazla önem taşır.
Yavuz (2023)	BIST Sürdürülebilirlik, DJSI World (DJSWI), S&P GCEI	TVP-VAR bağlantılılığı	Yayımlar S&P GCEI ve DJSI'den BIST'e, ayrıca S&P GCEI'den DJSI'ye doğru işlemektedir.
Cavlak (2024)	BIST Sürdürülebilirlik, BIST 100	TVP-VAR	BIST ESG, istikrarlı şok/oynaklık aktarımı sergiler; hisse senedi fiyatları ESG endeksi üzerinde nedensel etkiler doğurur.
Şahin (2025)	BIST Sürdürülebilirlik, tahvil getirileri, BIST, petrol fiyatı	Toda-Yamamoto nedensellik	Petrol fiyatları ile BIST Sürdürülebilirlik Endeksi arasında nedensellik vardır.

3.YÖNTEM

Bu çalışmada piyasalar arası bağlar Diebold–Yılmaz bağlantılılık yöntemi (Diebold ve Yılmaz, 2012) kullanılarak niceliksel olarak ölçülmektedir. Bir VAR sistemi içinde bu yöntem her serinin tahmin hatası varyansının diğer serilerden gelen şoklara atfedilen payını hesaplamaktadır (Diebold ve Yılmaz, 2012:58). Söz konusu bağlantılılık yaklaşımı aşağıda sunulmaktadır.

N değişkenli bir VAR'da, her bir varlık i için bağlantılılık ölçüsü, $j \neq i$ olan tüm varlıklar için j 'den i 'ye gelen şokların i 'nin tahmin hatası varyansına katkı paylarının toplamıdır. Varyans ayrıştırması, kovaryans açısından durağan N değişkenli bir VAR (p)'ye dayanır ve şu şekilde ifade edilmektedir:

$$x_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bu denklem hareketli ortalama (MA) gösterimiyle de ifade edilebilir:

$$x_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} \quad (2)$$

burada NxN katsayı matrisleri, A_i , $A_i = \Phi_1 A_{i-1} + \Phi_2 A_{i-2} + \dots + \Phi_p A_{i-p}$ koşulunu sağlamaktadır ve A_0 NxN birim matris olup $i < 0$ için $A_i = 0$ olmaktadır.

Bağlantılılık, değişken sıralamasına duyarlı olan genelleştirilmiş öngörü hata varyans ayrıştırmasına (generalized forecast error variance decomposition-GFEVD) dayanmaktadır. Değişken j 'deki şokların, değişken i 'nin H adım sonrasına ilişkin tahmin hatası varyansına katkısı şöyledir:

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e'_i A_h \sum e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e'_i A_h \sum A'_h e_i)} \quad (3)$$

burada Σ hata terimi ε 'nin kovaryans matrisini, σ_{jj} , j 'inci bileşene ait hata teriminin (ε_j) standart sapmasını ve e_i ise i 'nci konumda 1, diğer konumlarda sıfır olan seçim vektörünü ifade etmektedir. H adım GFEVD, her satırın elemanlarının toplamı 1 olacak şekilde aşağıdaki gibi normalize edilir:

$$\tilde{\theta}_{ij}^g(H) = \frac{\theta_{ij}^g(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H)} \quad (4)$$

burada tanım gereği her i için $\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) = 1$ ve $\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) = N$ olmaktadır. $\tilde{\theta}_{ij}^g(H)$, H ufkunda j 'den i 'ye ikili yönlü bağlantınlığı ifade etmektedir.

Bu tanımlardan hareketle toplam bağlantınlılık, yönlü bağlantınlılık ve net bağlantınlılık (5)–(7) nolu denklemlerde gösterilmektedir:

- Diğer tüm değişkenlerden i piyasasına doğru toplam yönlü bağlantınlılık:

$$C_{i \leftarrow \bullet}(H) = \frac{\sum_{j \neq i}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)} \times 100 = \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{N} \times 100 \quad (5)$$

- i piyasasından diğer tüm değişkenlere doğru toplam yönlü bağlantınlılık:

$$C_{\bullet \leftarrow i}(H) = \frac{\sum_{j \neq i}^N \tilde{\theta}_{ji}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ji}^g(H)} \times 100 = \frac{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ji}^g(H)}{N} \times 100 \quad (6)$$

- Toplam bağlantınlılık:

$$C(H) = \frac{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)} = \frac{\sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{N} \quad (7)$$

Diebold ve Yılmaz (2014), satır-normalize edilmiş H adım genelleştirilmiş FEVD paylarını bir araya getiren bağlantınlılık tablosu oluşturmuşlardır. Tablo 3'te verilen bu tabloda sol-üst blok, varyans ayrıştırma matrisi ($D^H = d_{ij}$) olup, köşegen elemanlar "kendini" (own) varyanslarını, köşegen dışı elemanlar ise ikili yayılımları (spillover) göstermektedir. Tüm $i \neq j$ durumlarında, son sütun satır toplamaları olan FROM (diğer piyasalardan gelen) ölçülerini, alt satır sütun toplamaları olan TO (diğer piyasalara yayılan) ölçülerini göstermekte ve sağ-alt köşe hücresi, köşegen dışı elemanların genel ortalaması Toplam Bağlantınlılık Endeksi (TCI)'ni ifade etmektedir. Toplam Bağlantınlılık Endeksi (TCI), sistem genelindeki yayılımları GFEVD'nin köşegen dışı paylarının ortalaması olarak özetlemektedir.

Tablo 3. Bağlantınlılık Tablosu

	x_1	x_2	$\dots$	x_N	FROM
x_1	d_{11}^H	d_{12}^H	$\dots$	d_{1N}^H	$\sum_{j=1}^N d_{1j}^H, j \neq 1$
x_2	d_{21}^H	d_{22}^H	$\dots$	d_{2N}^H	$\sum_{j=1}^N d_{2j}^H, j \neq 2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$		$\vdots$
x_N	d_{N1}^H	d_{N2}^H	$\dots$	d_{NN}^H	$\sum_{j=1}^N d_{Nj}^H, j \neq N$
TO	$\sum_{i=1}^N d_{i1}^H$ $i \neq 1$	$\sum_{i=1}^N d_{i2}^H$ $i \neq 2$	$\dots$	$\sum_{i=1}^N d_{iN}^H$ $i \neq N$	$\frac{1}{N} \sum_{i,j=1}^N d_{ij}^H$ $i \neq j$

Tablo 3'te yer alan bağlantınlılık ölçütleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- j 'den i 'ye ikili yönlü bağlantınlılık:

$$C_{i \leftarrow j}^H = d_{ij}^H \quad (8)$$

- Net ikili yönlü bağlantınlılık:

$$C_{ij}^H = C_{j \leftarrow i}^H - C_{i \leftarrow j}^H \quad (9)$$

-Diğerlerinden i' ye toplam yönlü bağlantılılık (FROM):

$$C^H_{i \leftarrow \blacksquare} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N d_{ij}^H \quad (10)$$

- j' den diğerlerine toplam yönlü bağlantılılık (TO):

$$C^H_{\blacksquare \leftarrow j} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^N d_{ij}^H \quad (11)$$

-Net toplam yönlü bağlantılılık (NET = TO – FROM):

$$C^H_i = C^H_{\blacksquare \leftarrow i} - C^H_{i \leftarrow \blacksquare} \quad (12)$$

-Toplam bağlantılılık (TCI):

$$C^H = \frac{1}{N} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N d_{ij}^H \quad (13)$$

TCI, Piyasa geneli risk/bulaşma için bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Daha yüksek TCI, piyasalar arası bağların daha güçlü olduğunu ve çeşitlendirme potansiyelinin daha düşük olduğunu göstermektedir (Zhang vd., 2025:4).

4. VERİ SETİ

Çalışmada 5 Ocak 2015 – 26 Mart 2025 dönemine ait günlük kapanış fiyatları, Yahoo Finance ve Investing.com kaynaklarından temin edilmiştir. Örneklem altı finansal seriyi kapsamaktadır: Türkiye'nin geniş hisse senedi piyasası (BIST 100), Türkiye'nin ESG hisse senedi segmenti (BIST Sürdürülebilirlik Endeksi), küresel bir hisse kıyas endeksi (S&P 500), küresel bir ESG kıyas endeksi (MSCI World ESG Leaders) ve iki emtia – altın ile ham petrol. Çalışmada kullanılan değişkenler ve kodları Tablo 4'te özetlenmiştir.

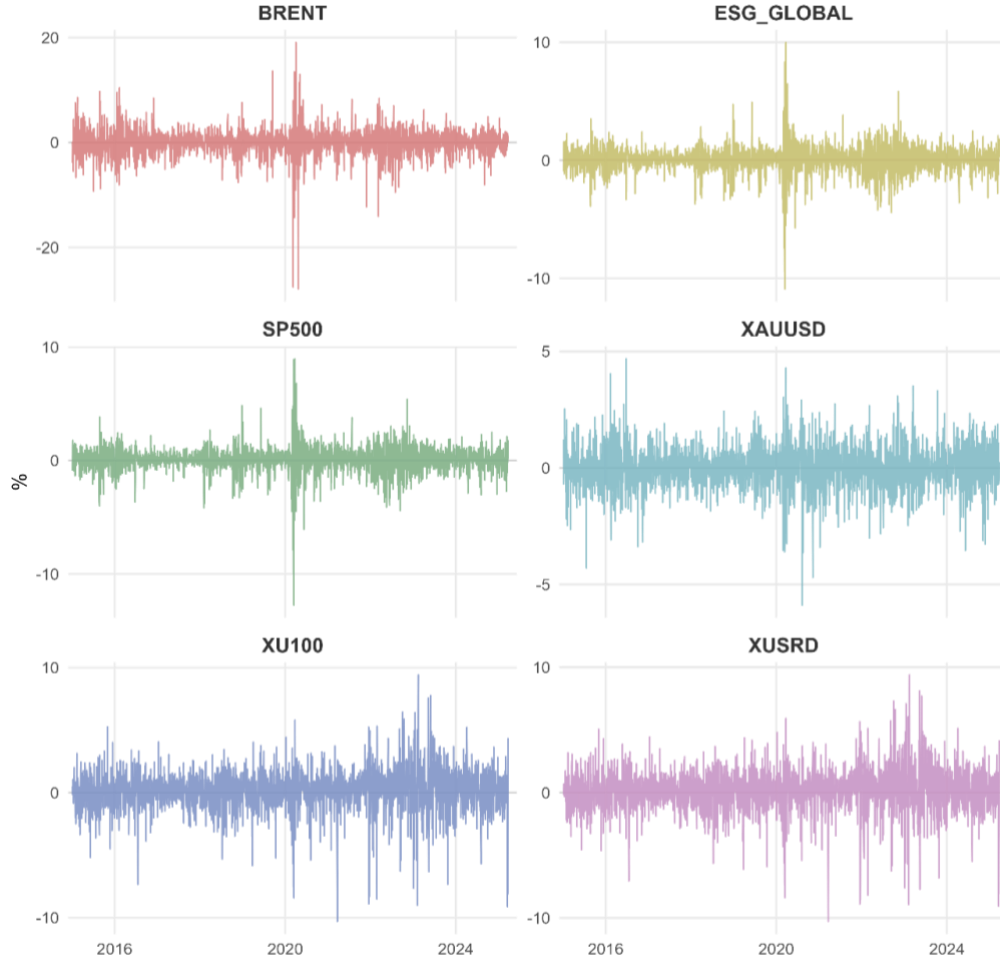
Tablo 4. Değişkenlerin Tanımlanması

Kategori	Değişken	Endeks / Tanım	Kısa kod
Türkiye	Türkiye ESG hisse senedi	BIST Sürdürülebilirlik Endeksi	XUSRD
Türkiye	Türkiye geniş hisse senedi	BIST 100	XU100
Küresel	Küresel hisse senedi	S&P 500 Endeksi	SP500
Küresel	Küresel ESG hisse senedi	MSCI World ESG Leaders	ESG_GLOBAL
Emtialar	Altın	Ons başına spot fiyat (USD/oz)	XAUUSD
Emtialar	Ham petrol	Brent ham petrol (USD/varil)	BRENT

Çalışmada kullanılan tüm endeksler fiyat endeksi niteliğinde olup ilgili piyasaların gün sonu kapanış fiyatlarına dayanmaktadır. Farklı piyasalara ait işlem günleri, ortak işlem günleri esas alınarak eşleştirilmiş; herhangi bir seride gözlemi bulunmayan günler analiz dışı bırakılmıştır. Analizde yer alan seriler, ilgili piyasaların yerel para birimleri cinsinden kullanılmıştır. Tüm değişkenler doğal logaritmik getiri dönüşümü formülü, $r_t = \ln(P_t/P_{t-1})$, kullanılarak log getirilere dönüştürülmüştür. Getiri serileri, varlıkların kendi para birimleri cinsinden yüzdesel fiyat değişimlerini temsil ettiğinden, farklı para birimlerinde ifade edilen serilerin birlikte kullanılması bağlantılılık analizi literatürüyle uyumludur (Çağlı vd., 2022; Umar vd., 2020).

Şekil 1 serilerin zaman içindeki seyrini göstermektedir. En belirgin sıçramalar Brent ham petrolde gözlenirken, altın en düşük oynaklığı sergilemektedir. Tüm serilerdeki en dikkat çekici kırılma Mart 2020'de COVID-19'un başlamasıyla çakışmakta; artan türbülansın bir başka dönemi ise 2022 enerji şoku ile örtüşmektedir. Şekil 1'de görüldüğü üzere Türkiye'de hisse senedi oynaklığı hem geniş piyasa (XU100) hem de yurtiçi ESG endeksi (XUSRD) için küresel kıyas endekslerine kıyasla daha yüksektir. 2020 başında BIST, XUSRD, S&P 500 ve

küresel ESG endeksi, petrol fiyatlarındaki belirgin çöküşle birlikte eşzamanlı ve keskin düşüşler gözlemlenmektedir. XUSRD ile XU100'ün neredeyse eşzamanlı ve benzer tepkiler vermesi, Türkiye'de ESG endeksinin genel piyasadan belirgin biçimde ayrılmadığını gösterirken küresel tarafta ESG endeksinin S&P 500 ile yakın eş hareket sergilediği görülmektedir.



Şekil 1. Değişkenlerin Günlük Log Getiri Serileri

Tablo 5, log getiri serilerine ait betimleyici istatistikleri sunmaktadır. Örneklem ortak iş günlerine karşılık gelen $N = 2478$ gözlemden oluşmaktadır. Tüm hisse senedi endeksleri negatif çarpıklığa ve yüksek basıklık değerlerine sahiptir; Jarque-Bera (JB) istatistiği normalliği olağan anlamlılık düzeylerinde reddetmektedir. ADF-GLS'ye (Elliott vd., 1996) dayalı birim kök testleri getiri serilerinin durağan olduğunu göstermektedir. Engle'in ARCH-LM(20) testi koşullu değişen varyansı saptamakta olup bu bulgu belirgin oynaklık kümelenmesi ile tutarlıdır. Bu istatistikler söz konusu veri setinde getirilere dayalı bir VAR(p) tahmininin ve Diebold-Yılmaz (2012) bağlantılılık analizinin uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. Getiri Serilerinin Betimleyici İstatistikleri

Seriler	n	Ortalama	Çarpıklık	Basıklık	JB	ERS	LM(20)
XUSRD	2478	0.102	-0.503 ^a	7.505 ^a	2199.967 ^a	-8.011 ^a	246.370 ^a
XU100	2478	0.098	-0.629 ^a	7.997 ^a	2741.157 ^a	-6.363 ^a	235.656 ^a
BRENT	2478	0.013	-0.926 ^a	17.653 ^a	22522.265 ^a	-1.523	380.557 ^a
XAUUSD	2478	0.037	-0.244 ^a	5.830 ^a	851.346 ^a	-1.945 ^b	112.568 ^a
SP500	2478	0.042	-0.752 ^a	18.100 ^a	23775.242 ^a	-2.558 ^b	975.337 ^a
ESG_GLOBAL	2478	0.041	-0.432 ^a	14.631 ^a	14045.474 ^a	-2.437 ^b	952.697 ^a

Notlar: ^{a,b} sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeylerini gösterir. JB normallik testi, ERS ise ADF-GLS birim kök testidir. ERS (ADF-GLS) birim kök testleri, sabit terim içeren spesifikasyon altında ve Schwarz bilgi kriterine göre seçilen gecikme

uzunluklarıyla uygulanmıştır. Kritik değerler Elliott vd. (1996) çalışmasına dayanmaktadır. LM(20), 20 gecikmeli ARCH-LM koşullu değişen varyans testidir.

5.BULGULAR

5.1. Statik Bağlantılılık

Bu bölümde günlük log getirilere kurulan VAR(p) modeline dayalı statik bağlantılılık bulgularına yer verilmektedir. Bağlantılılık ölçütleri değişken sıralamasına duyarlı genelleştirilmiş H adım sonrası tahmin hatası varyans ayrıştırması (GFEVD) üzerinden hesaplanmıştır. VAR gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılarak belirlenmiş ve temel model için $p = 1$ olarak seçilmiştir. Bu tercih, kısa vadeli şok aktarım mekanizmalarının dinamiklerini aşırı parametreleştirmeden yakalamayı amaçlamaktadır. Öngörü ufku $H = 10$ işlem günü, kısa ve orta vadeli etkileşimlerin analizine olanak tanıyacak şekilde belirlenmiştir. Sağlamlığın test edilmesi için farklı gecikme uzunlukları ve öngörü ufukları altında yapılan deneme analizlerinde, elde edilen temel bulguların niteliksel olarak değişmediği gözlenmiştir.

Tablo 6, satır-normalize edilmiş genelleştirilmiş FEVD paylarını d_{ij}^H raporlamaktadır. Satır-normalizasyonu nedeniyle her satırın toplamı 1'e (yüzde olarak 100'e) eşittir. Her değişken için diğer piyasalardan gelen risklerin (FROM) ölçüsü, satır i 'deki köşegen dışı elemanların toplamı olup son sütunda verilmiştir. Diğerlerine giden (TO) ölçüsü, sütun j 'deki köşegen dışı elemanların toplamı olup alt satırda yer almaktadır. Sağ-alt köşe hücresi ise Toplam Bağlantılılık Endeksi (TCI)'ni göstermektedir.

Tablo 6. Bağlantılılık Tablosu ($H = 10$, VAR (1))

	XUSRD	XU100	BRENT	XAUUSD	SP500	ESG_GLOBAL	FROM
XUSRD	46.88	45.97	0.49	0.07	3.38	3.21	53.12
XU100	46.06	46.97	0.48	0.09	3.27	3.12	53.03
BRENT	0.86	0.83	85.21	0.70	6.60	5.80	14.79
XAUUSD	0.34	0.34	0.94	97.78	0.26	0.34	2.22
SP500	3.30	3.17	3.57	0.15	45.64	44.18	54.36
ESG_GLOBAL	3.16	3.04	3.17	0.21	44.56	45.86	54.14
TO	53.73	53.34	8.65	1.22	58.07	56.65	231.66
Kendisini İçeren	100.60	100.31	93.86	98.99	103.71	102.51	cTCI/TCI
NET	0.60	0.31	-6.14	-1.01	3.71	2.51	46.33/38.61
NPDC	3.00	2.00	1.00	0.00	5.00	4.00	

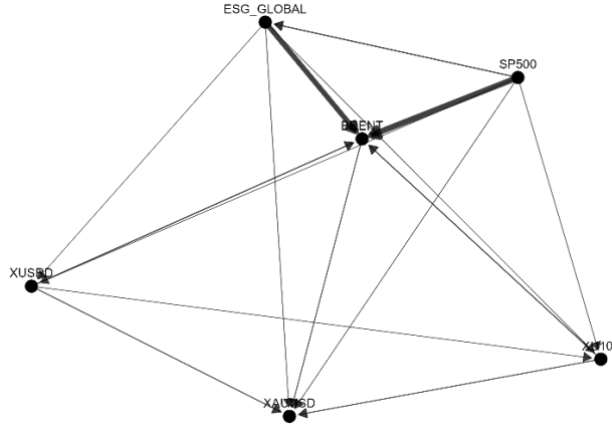
Notlar: Tüm değerler yüzde puan cinsindendir. *TO*= bir değişkenin diğerlerine yaydığı spillover; *FROM* = bir değişkenin diğerlerinden aldığı spillover. *NET* = *TO*-*FROM*. *TCI* = toplam bağlantılılık; *cTCI* = yanlılık-düzeltilmiş *TCI*. *NPDC* = değişkenin net yayıcı olduğu ikili ilişkilerin sayısı.

Tablo 6'daki değerlere göre diğer piyasalara doğru en yüksek yönlü yayılmaya sahip olan piyasa S&P 500'dür (%58,07); bunu ESG_GLOBAL (%56,65), XUSRD (%53,73) ve XU100 (%53,34) izlemektedir. BRENT (%8,65) ve altın (%1,22) en zayıf yayıcılarıdır. Diğer piyasalardan en yüksek yönlü yayılımı alan piyasa ise S&P 500'dür (%54,36); ardından ESG_GLOBAL (%54,14), XUSRD (%53,12) ve XU100 (%53,03) gelmektedir; BRENT %14,79 ve altın %2,22 ile en düşük değerlere sahiptir. Sağ-alt köşedeki değer $TCI = 38,61$ olup sistemin orta düzeyde bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Net bağlantılılık (Giden – Gelen) açısından S&P 500 (+%3,71), ESG_GLOBAL (+%2,51), XUSRD (+%0,60) ve XU100 (+%0,31) net yayıcı; BRENT (-%6,14) ve altın (-%1,01) net alıcı konumundadır. En güçlü ikili bağlar yerel blokta XUSRD ile XU100 (%45,97 ve %46,06) ve küresel blokta S&P 500 ile ESG_GLOBAL (%44,18 ve %44,56) arasında görülmektedir. Altının kendi payının çok yüksek olması (%97,78) ve düşük yönlü yayılım değerleri, görece olarak ayrışık bir davranışa işaret etmektedir.

Tablodaki NPDC, bir değişkenin diğerleri üzerinde daha büyük etki gösterdiği ikili ilişkilerin sayısını göstermektedir. Buna göre S&P 500 beş serinin tamamına karşı net yayıcı, ESG_GLOBAL dört, XUSRD üç XU100 iki, BRENT ise bir seriye karşı net yayıcıdır. XAUUSD ise hiçbir seriye karşı net yayıcı değildir. Şekil 2, statik net ikili yönlü bağlantılılığı (NPDC > 0; net yayıcılar → alıcılar) göstermektedir. Ağ görselleştirmesinde düğüm büyüklükleri, değişkenlerin toplam bağlantılılık içindeki görece önemini; okların yönü ve kalınlığı ise

Diebold–Yılmaz (2012) çerçevesinde hesaplanan yönlü şok aktarımının büyüklüğünü göstermektedir. Buna göre S&P 500 ve ESG_GLOBAL endeksleri sistem genelinde net şok yayıcı, XUSD, XU100 ve emtia piyasaları ise ağırlıklı olarak net şok alıcı konumundadır. Bu bulgu, Tablo 6’da raporlanan TO, FROM ve NET bağlantılılık ölçütleriyle tutarlıdır.



Şekil 2. Statik Net İkili Yönlü Bağlantılılık (NPDC > 0).

Şekil 2 en kalın dışa giden okların küresel hisse kıyas endekslerinden (S&P 500, ESG_GLOBAL) kaynaklandığını ve Türkiye hisseleri (XU100, XUSD) ile emtialara (Brent, XAUUSD) yöneldiğini göstermektedir. Bu görsel örüntü, küresel faktörlerin sistem genelinde baskın yayıcı rol oynadığını desteklemektedir. Türkiye özelinde ESG ve geniş endeks (XUSD ve XU100) birbiriyle sıkı bir şekilde bağlantılıdır. Ancak bu iki seri arasındaki net yön, küresel referans endekslerle olan bağlantılarına göre küçüktür. Bu durum, yurt içi piyasada ikili etkileşimin görece dengeli seyrettiğini göstermektedir.

5.2. Dinamik Bağlantılılık

Bu bölümde dinamik bağlantılılık analizinin bulguları sunulmaktadır. Bağlantılılığın endeksler arasındaki zamana bağlı yapısı kayan pencere (rolling-window) yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Pencere uzunluğu 200 gözlem, öngörü ufku ise $H=10$ işlem günü olarak belirlenmiştir. 200 gözlemlilik kayan pencere zaman içinde değişen yapıyı izlerken aşırı oynaklık yaratmayan dengeli bir pencere uzunluğu sunmaktadır. Sağlamlık analizi için farklı öngörü ufukları ve pencere boyutları altında yapılan deneme analizlerinde, elde edilen temel bulguların niteliksel olarak değişmediği gözlenmiştir.

İlk olarak zamana bağlı Toplam Bağlantılılık Endeksi (TCI) sonuçları ve ardından her seri için net yönlü bağlantılılık (Giden–Gelen) sonuçları incelenmiştir. Son olarak, Türkiye’nin ESG endeksinin sistem içindeki konumunu göstermek amacıyla XUSD merkezli net ikili yönlü bağlantılılık (NPDC) incelenmiştir.

5.2.1. Dinamik Toplam Bağlantılılık

Şekil 3, 200 gözlem penceresi ve 10 günlük ufukla hesaplanan dinamik TCI’yi göstererek, sistem içindeki yayılımların zamana bağlı değişimini göstermektedir.

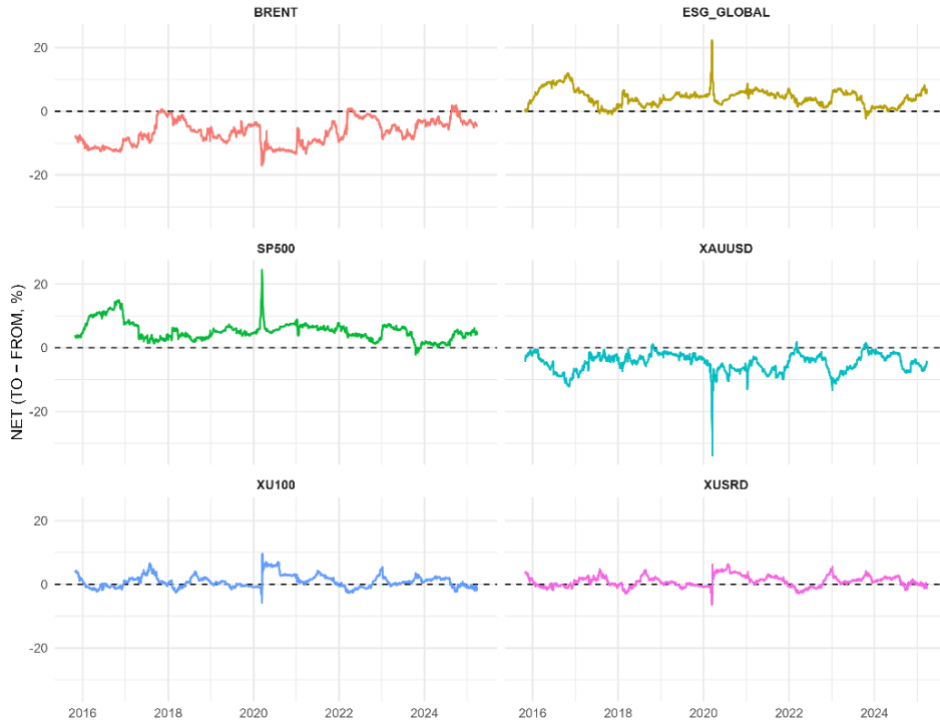


Şekil 3. Dinamik Toplam Bağlantılılık (pencere = 200; H = 10).

Şekil 3'te görüldüğü üzere Toplam Bağlantılılık Endeksi yaklaşık %40 bandı etrafında dalgalanmakta ve küresel stres dönemlerinde belirgin sıçramalar sergilemektedir. Endeks ilk olarak 2016–2017 civarında yükselmiş, COVID-19'un başlangıcıyla 2020 başında hızla artarak yaklaşık %56–57 düzeyindeki zirvesine ulaşmıştır. 2022 enerji şoku sırasında da yeniden bir artış gözlenmektedir. Bu sıçramalar, krizlerde piyasalar arası oynaklık aktarımının şiddetlendiğine; sakin dönemlerde ise bağlantılılığın yaklaşık %35–%42 aralığına sıkıştığına işaret etmektedir.

5.2.2. Dinamik Net Yönlü Bağlantılılık

Şekil 4, her serinin zaman içinde değişen net yönlü bağlantılılığını içermektedir. Grafikler her değişkenin sistemin geri kalanıyla olan net bağının zaman içindeki seyrini ortaya koymaktadır. Pozitif değerler diğer piyasalara şok ileten net yayıcıyı, negatif değerler diğer piyasalardan şok alan net alıcıyı göstermektedir.

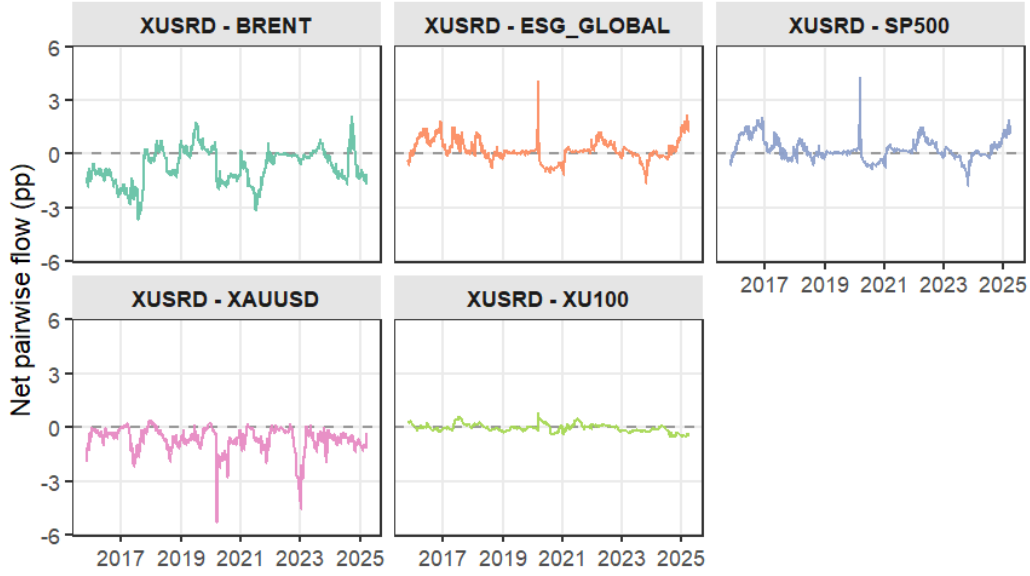


Şekil 4. Dinamik Net Yönlü Bağlantılılık (pencere = 200, H = 10).

Şekil 4'te yer alan net dinamik bağlantılılık değerlerine göre, analiz dönemi boyunca Brent'in net bağlantılılık değeri çoğu aralıkta negatif seyretmekte ve bu durum Brent'in sisteme kıyasla net alıcı (şok emici) bir rol üstlendiğini göstermektedir. Altın (XAUUSD) için net bağlantılılık genel olarak hafif negatif olup altının güvenli liman profiliyle uyumludur. Buna karşılık S&P 500 ve ESG_GLOBAL'in net bağlantılılık değerleri uzun süreler pozitif tarafta kalarak net yayıcı konumunu işaret etmekte ve bu sonuç küresel faktörlerden yurtiçi piyasalara doğru akış olduğu sonucu ile tutarlıdır. XUSD ve XU100'ün net değerleri ise çoğunlukla sıfır etrafında dalgalanmaktadır. Bu da zayıf net rollere ve zamansal olarak işaret değiştiren dönemsel hareketlere işaret etmektedir. 2020 başındaki COVID-19 döneminde, net bağlantılılık değerlerinde, özellikle S&P 500, ESG_GLOBAL ve altın için ani artış ve azalışlar gözlenmektedir. Brent'in net bağlantılılık değeri bu dönemde keskin biçimde negatife dönerken, BIST100 ve XUSD'deki hareketler nispeten daha sınırlı kalmaktadır.

5.2.3. Dinamik Net İki Yönlü Bağlantılılık

Türkiye'nin ESG endeksi etrafındaki iki taraflı aktarım kanallarını detaylı olarak incelemek amacıyla XUSD ile her bir seri arasındaki dinamik net ikili yönlü bağlantılılık (NPDC) incelenmiştir. Pozitif NPDC değerleri XUSD'nin ilgili seriyeye karşı net yayıcı olduğunu; negatif NPDC değerleri ise ilgili seriden XUSD'ye doğru net akış bulunduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Dinamik Net İkili Yönlü Bağlantılılık (XUSRD-merkezli (pencere = 200, H = 10)).

Şekil 5'e göre, S&P 500 ve küresel ESG endeksi (ESG_GLOBAL) XUSRD'ye karşı kalıcı biçimde net yayıcıdır. Buna karşılık, XUSRD-XU100 ilişkisi örneklemin büyük bölümünde yaklaşık dengededir ve iki endeks büyük ölçüde eşzamanlı hareket etmektedir. Brent ve XAUUSD (altın) ile ikili akışların zayıf ve kısa süreli olduğu görülmektedir. Şok dönemlerinde küresel kıyas endekslerinden Türkiye'nin ESG endeksine doğru net akışlar güçlenirken, sakin dönemlerde bu akışlar sıfıra doğru daralmaktadır.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

İklim krizi ekonomik ve toplumsal dengeleri doğrudan tehdit eden küresel bir sorun hâline geldiğinden sürdürülebilirlik yalnızca çevresel değil, aynı zamanda finansal bir gereklilik olarak da öne çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik çabalarının etkisiyle Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) yatırımları son yıllarda hızla artmaktadır. Bu varlıklar yatırımcılara ve politika yapıcılara risk yönetimi, portföy çeşitlendirme ve riskten korunma için yeni imkânlar sunarken, sürdürülebilirlik temalı araçların piyasa yapısındaki görünürliğini de artırmaktadır. Böylece sürdürülebilir finans araçları hem yatırımların hem de piyasa yapısının önemli bir bileşeni hâline gelmiştir.

Bu doğrultuda piyasalar arası ilişkiler hem yatırım kararları hem de politika tasarımı açısından önemli hale gelmiştir. Dolayısıyla ESG gibi sürdürülebilir finansal varlıklarının geleneksel varlık sınıflarıyla nasıl ilişkilendiğini anlamak özellikle stres rejimlerinde piyasa yapısının yeniden eşgüdümlemesini kavramak bakımından önemlidir. Bu nedenle bu yatırımların geleneksel varlıklar ile benzer biçimde dışsal ekonomik ve finansal şoklara maruz kalıp kalmadığının araştırılması gerekmektedir (Umar vd., 2020).

Bu çalışmada Türkiye'nin ESG ölçütü Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD), yerel hisse (Borsa İstanbul 100 Endeksi, XU100), küresel hisse (S&P 500), küresel ESG kıyası (MSCI World ESG Leaders Endeksi) ve emtialar (Brent ham petrol, altın) tek bir sistem içinde birlikte ele alınmış; Diebold-Yılmaz bağlantılılık yöntemi kullanılarak sistemin statik ve dinamik bağlantılılık yapısı analiz edilmiştir.

Statik analiz sonuçlarına göre sistem genelindeki bağlantılılık (TCI) seviyesi %38,6 değeri ile orta düzeydedir. S&P 500 ile küresel ESG endeksi net yayıcı konumdadır. Bu bulgu, küresel hisse ve ESG faktörlerinin diğer piyasalara şok aktardığını gösteren çalışmalarla örtüşmektedir (Arouri vd., 2025; Umar vd., 2020). Diğer yandan Brent ham petrol ve altın net alıcıdır. Altının güvenli liman rolü literatürle uyumludur (Kinatader vd., 2021; Mensi vd., 2017). Ancak Sharma vd. (2024)'nin bulgularının aksine Brent petrol net alıcı konumdadır. Dinamik sonuçlar, COVID-19 dönemi ve 2022 enerji şoku sırasında bağlantılılığın belirgin biçimde arttığını; küresel hisse ve ESG'den BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (XUSRD) ve Borsa İstanbul 100 (XU100)'e doğru yayılımlar güçlendiğini ve çeşitlendirme imkanının daraldığını göstermektedir. Küresel hisse ve ESG endekslerinin net yayıcı konuma geçtiği ve bağlantılılığın sıçradığı dönemler, yerel ESG ve hisse piyasaları açısından artan dışsal risklere işaret edebilecek potansiyel erken uyarı göstergeleri olarak değerlendirilebilir. Normalleşme evrelerinde TCI yeniden orta bandına dönmektedir. Bu bulgu, stres altında bağlantılılığın

sıçradığını ve şok aktarımının küreselden yerele yoğunlaştığını gösteren kanıtlarla uyumludur (Umar vd., 2020; AlGhazali vd., 2024). Ayrıca XUSD ve BIST 100 yakın-nötr bir profil sergilemekte ve aralarında güçlü çift yönlü bağ bulunmaktadır. Bu sonuç, BIST 100–Sürdürülebilirlik endeksi arasında karşılıklı volatilité yayılımı bulan çalışmalarla uyumludur (Baykut & Kula, 2019).

Sonuç olarak Türkiye Sürdürülebilirlik Endeksi fiyat alıcı bir profil sergilemekte ve yerel hisse piyasası ile yakın eşgüdüm içinde hareket etmektedir. Öte yandan endeksin küresel yayıcılar (S&P 500, küresel ESG) karşısında duyarlı olduğu görülmektedir. Bu durum, yerel ESG piyasasının küresel şoklara karşı görece kırılğan olduğunu ve piyasa ayrışmasının sınırlı kaldığını göstermektedir. Dolayısıyla ESG raporlama standartlarının derinleştirilmesi, endeks kapsamının genişletilmesi ve şeffaflığın artırılması, yerel sürdürülebilirlik piyasasının dayanıklılığını artırabilecek politika araçları olarak değerlendirilebilir. Altının çoğu dönemde tampon rolünü koruması ve Brentin rejimlere bağlı olarak zayıf-orta bağlarla sisteme eklenmesi, sakin rejimlerde sınırlı da olsa çeşitlendirme olanağına; stres dönemlerinde ise hisse bloklarında senkronizasyonun artmasına ve çeşitlendirme alanının daralmasına işaret etmektedir. Dolayısıyla BIST Sürdürülebilirlik endeksi portföylerde tek başına ayrıştırıcı bir faktör değil, yerel hisse ile birlikte ve küresel yayıcılar erken uyarı göstergesi kabul edilerek değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Bu çalışma, varlıklar arasındaki bağlantılılık yapısını getiriler üzerinden ve ilgili piyasaların kendi para birimleri cinsinden incelemektedir. Bu yaklaşım, piyasa içi ve piyasalar arası şok aktarım mekanizmalarının doğrudan gözlemlenmesine imkân tanımaktadır. Bununla birlikte özellikle gelişmekte olan piyasalar açısından döviz kuru dinamikleri, yerel ve küresel varlıklar arasında ek bir etkileşim ve şok aktarım kanalı oluşturabilmektedir. Bu bağlamda döviz kuru göstergelerinin veya kur-duyarlı finansal değişkenlerin analize dâhil edilmesi, sürdürülebilirlik temalı varlıkların küresel piyasalara duyarlılığının daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Bunun yanı sıra bağlantılılık yapısının farklı zaman ufukları ve rejimler altında nasıl şekillendiğinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesi, sürdürülebilirlik temalı varlıkların sistem içindeki rolünü daha iyi kavramaya katkı sağlayabilir. Bu kapsamda frekans-alanı bağlantılılık yaklaşımları (Baruník–Křehlík) ile zamanla değişen parametrelili TVP-VAR tabanlı Diebold–Yılmaz çerçevesinin entegre biçimde kullanılması, şokların kısa ve uzun vadeli bileşenlerinin ayrıştırılmasına imkân tanıyabilir. Öte yandan yeşil tahvil endeksleri ve karbon piyasalarına ilişkin fiyat göstergeleri analize dâhil edilerek ağ yapısının genişletilmesi, ESG piyasalarının reel ekonomi ve çevresel politika kanallarıyla olan etkileşimini daha kapsamlı biçimde değerlendirme olanağı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Adams, C. A., and Abhayawansa, S. (2022). Connecting the COVID-19 pandemic, environmental, social and governance (ESG) investing and calls for 'harmonisation' of sustainability reporting. *Critical Perspectives on Accounting*, 82, 102309.
- Adams, M., Thornton, B., and Sepehri, M. (2012). The impact of the pursuit of sustainability on the financial performance of the firm. *Journal of Sustainability and Green Business*, 1(1), 1-14.
- Akhtaruzzaman, M., Banerjee, A. K., Ghardallou, W., and Umar, Z. (2022). Is greenness an optimal hedge for sectoral stock indices?. *Economic Modelling*, 117, 106030.
- AlGhazali, A., Belghouthi, H. E., Mensi, W., McIver, R., and Kang, S. H. (2024). Oil price shocks, sustainability index, and green bond market spillovers and connectedness during bear and bull market conditions. *Economic Analysis and Policy*, 84, 1470-1489.
- Altınay, A. T., Kaki, B., Kestane, A., Soba, M., Dinçer, Ö., ve Şık, E. (2017). Sürdürülebilirlik Endeksinin Bankacılık Sektörü Hisse Senedi Değerlerine Etkileri, Bist Sürdürülebilirlik Endeksi Üzerine Bir İnceleme. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17(34), 264-284.
- Andersson, E., Hoque, M., Rahman, M. L., Uddin, G. S., and Jayasekera, R. (2022). ESG investment: what do we learn from its interaction with stock, currency and commodity markets?. *International Journal of Finance & Economics*, 27(3), 3623-3639.

- Arjun, B. S., and Kallarakal, T. K. (2016). Risk-return and volatility analysis of sustainability indices of S&P BSE. *International Journal of Research in Finance and Marketing*, 6(10), 65-72.
- Arouri, M., Mhadhbi, M., and Shahrour, M. H. (2025). Dynamic Connectedness and Hedging Effectiveness Between Green Bonds, ESG Indices, and Traditional Assets. *European Financial Management*. <https://doi.org/10.1111/eufm.12561>
- Balcilar, M., Demirer, R., and Gupta, R. (2017). Do sustainable stocks offer diversification benefits for conventional portfolios? An empirical analysis of risk spillovers and dynamic correlations. *Sustainability*, 9(10), 1799.
- Barson, Z., Ofori, K. S., Owusu, P., Boakye, K. G., and Ampong, G. O. A. (2024). Time-varying connectedness between esg stocks and brvm traditional stocks. *Journal of Emerging Market Finance*, 23(3), 306-335. <https://doi.org/10.1177/09726527241233920>
- Batrancea, L. M., Akgüller, Ö., Balci, M. A., and Nichita, A. (2024). Financial network communities and methodological insights: a case study for Borsa Istanbul Sustainability Index. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1-27.
- Baykut, E., and Kula, V. (2019). The volatility and shock transmission patterns between the BIST sustainability and BIST 100 indices. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 5, 50.
- Cadman, T. (2011). Evaluating the governance of responsible investment institutions: an environmental and social perspective. *Journal of Sustainable Finance and Investment*, 1(1), 20-29.
- Cavlak, O. D. (2023) Sürdürülebilir hisse senedi endekslerinin DCC-GARCH modeli ile incelenmesi ve petrol fiyatlarının bu ilişkiye etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 48-58.
- Chancharat, S., and Chancharat, N. (2025). Quantile connectedness analysis and portfolio strategies among crude oil, gold, exchange rate, the US stock market, traditional and sustainable indices: Evidence from Thailand. *Sustainable Futures*, 10, 101055.
- Clément, A., Robinot, É., and Trespeuch, L. (2025). The use of ESG scores in academic literature: A systematic literature review. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, 19(1), 92-110.
- Çağlı, E. Ç., Mandacı, P. E., and Taşkın, D. (2022). Environmental, social, and governance (esg) investing and commodities: dynamic connectedness and risk management strategies. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 14(5), 1052-1074.
- Çetenak, E. H., Ersoy, E., ve Işık, Ö. (2022). Esg (Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim) Skorunun Firma Performansına Etkisi: Türk Bankacılık Sektörü Örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 63, 75-82.
- Diebold, F.X. and Yilmaz, K., 2014. On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182(1). 119-134.
- Diebold, F.X. and Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57-66.
- Ditlev-Simonsen, C. D. (2021). Sustainability and finance: Environment, social, and governance (ESG). In *A guide to sustainable corporate responsibility: From theory to action*, 189-206. Cham: Springer International Publishing.
- Doğan, M., Raikhan, S., Zhanar, N., and Gulbagda, B. (2023). Analysis of dynamic connectedness relationships among clean energy, carbon emission allowance, and BIST indexes. *Sustainability*, 15(7), 6025.
- Ehrhardt, M. C. and Brigham E. F. (2011). *Financial Management: Theory & Practice* (13th ed.). Mason, OH South-Western Cengage Learning.
- Elliott, G., Rothenberg, T.J. and Stock, J.H. (1996), Efficient tests for an autoregressive unit root, *Econometrica*, 64 (4), 813-836.

- Gürünlü, M. (2019). Sürdürülebilirlik ve finansal performans arasındaki ilişki: BİST şirketleri üzerine bir araştırma. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (84), 177-190.
- Herrera, H. V. (2015). Decomposition of the stocks returns in the Sustainable Index of the Mexican Stock Exchange. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 10(1).
- Hoti, S., McAleer, M., and Pauwels, L. L. (2005). Modelling environmental risk. *Environmental Modelling & Software*, 20(10), 1289-1298.
- Kaya, M. (2023) BİST Sürdürülebilirlik Endeksi ile Fosil Yakıt Fiyatları Arasındaki İlişkinin Analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 1475-1495.
- Kilic, Y., Destek, M. A., Cevik, E. I., Bugan, M. F., Korkmaz, O., and Dibooglu, S. (2022). Return and risk spillovers between the ESG global index and stock markets: Evidence from time and frequency analysis. *Borsa Istanbul Review*, 22, S141-S156.
- Kinateder, H., Campbell, R., & Choudhury, T. (2021). Safe haven in GFC versus COVID-19: 100 turbulent days in the financial markets. *Finance research letters*, 43, 101951.
- Lundgren, A. I., Milicevic, A., Uddin, G. S., and Kang, S. H. (2018). Connectedness network and dependence structure mechanism in green investments. *Energy Economics*, 72, 145-153.
- Mensi, W., Hammoudeh, S., Al-Jarrah, I. M. W., Sensoy, A., and Kang, S. H. (2017). Dynamic risk spillovers between gold, oil prices and conventional, sustainability and Islamic equity aggregates and sectors with portfolio implications. *Energy Economics*, 67, 454-475.
- Mezghani, T., Ben Hamadou, F., and Boujelbène-Abbes, M. (2025). Network connectedness and portfolio hedging of green bonds, stock markets and commodities. *International Journal of Emerging Markets*, 20(5), 2154-2181.
- Mumcu, A. Y., and Ufacık, O. E. (2016). A research on sustainability indices: BIST Sustainability Index. *Social and economic perspectives on sustainability*, 264-269.
- Oral, F., and Özkan, İ. (2024). Measuring connectedness and network analysis in stock markets for developed and developing countries. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (44), 189-206.
- Orsato, R. J., Garcia, A., Mendes-Da-Silva, W., Simonetti, R., and Monzoni, M. (2015). Sustainability indexes: why join in? A study of the 'Corporate Sustainability Index (ISE)' in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 96, 161-170.
- Önder, Ş. (2018). Impact of sustainability performance of company on its financial performance: An empirical study on Borsa Istanbul (BIST). *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (56), 115-127.
- Özçim, H. (2022). BIST Sürdürülebilirlik Endeksi ve Makroekonomik Veriler Arasındaki İlişkinin Garch Modelleri Çerçevesinde İncelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (50), 115-126.
- Pagano, M. S., Sinclair, G., and Yang, T. (2018). Understanding ESG ratings and ESG indexes. In *Research handbook of finance and sustainability* (pp. 339-371). Edward Elgar Publishing.
- Pham, L. (2021). Frequency connectedness and cross-quantile dependence between green bond and green equity markets. *Energy Economics*, 98, 105257.
- Rubbaniy, G., Khalid, A. A., Rizwan, M. F., and Ali, S. (2022). Are ESG stocks safe-haven during COVID-19?. *Studies in Economics and Finance*, 39(2), 239-255.
- Sharma, I., Bamba, M., Verma, B., and Verma, B. (2024). Dynamic connectedness and investment strategies between commodities and ESG stocks: Evidence from India. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 18(3), 67-84. doi: <https://doi.org/10.14453/aabfj.v18i3.05>
- Sudha, S. (2015). Risk-return and volatility analysis of sustainability index in India. *Environment, Development and Sustainability*, 17(6), 1329-1342.

- Şahin, B. Ş. (2025). Causal Relationship Between Financial Variables and Oil Prices and BIST Sustainability Index. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 47(1), 96-110.
- Umar, Z., Kenourgios, D., and Papathanasiou, S. (2020). The static and dynamic connectedness of environmental, social, and governance investments: International evidence. *Economic Modelling*, 93, 112-124.
- Vardari, L., Gashi, R., and AHMETI, H. G. (2020). The impact of corporate sustainability index on BIST sustainability index. *European Journal of Sustainable Development*, 9(2), 375-390.
- Yavuz, A. E. (2023). Temiz Enerji, Sürdürülebilir ve BIST Endeksleri Arasındaki İlişkilerin Analizi: TVP-VAR Yaklaşımı. *İşletme Akademisi Dergisi*, 4(3), 339-354.
- Zhang, S., Zou, Z., and Zou, Q. (2025). Multi-scale quantile connectedness networks under fintech integration: evidence from China's financial markets. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1-16.