



www.turkishstudies.net/economy

Turkish Studies - Economics, Finance, Politics

eISSN: 2667-5625

Research Article / Araştırma Makalesi



Time-Varying Volatility Connectedness Between Borsa Istanbul and Major Global Equity Markets: Quantile and Frequency-Domain Evidence (2002–2025)

Borsa İstanbul ve Başlıca Küresel Hisse Senedi Piyasaları Arasında Zamana Bağlı Oynaklık Bağlantısallığı: Kantil ve Frekans Alanı Kanıtları (2002–2025)

Serkan Cantürk*

Abstract: This study investigates the dynamic volatility linkages between Borsa Istanbul (BIST 100) and six major global stock markets—the S&P 500 (United States), DAX (Germany), FTSE 100 (United Kingdom), BOVESPA (Brazil), SENSEX (India), and ATHEX (Greece)—over the period 2002–2025, covering 5,124 daily observations. To provide a comprehensive assessment of cross-market volatility transmission under different market conditions and investment horizons, the study extends the time-varying parameter vector autoregression (TVP-VAR) connectedness framework of Antonakakis et al. (2020) by incorporating the quantile-VAR approach of Ando et al. (2022), Hatemi-J asymmetric causality tests, and the Barunik–Křehlík frequency-domain connectedness methodology. This integrated framework enables the analysis of the magnitude, direction, asymmetry, tail behavior, and frequency composition of volatility spillovers.

Four main findings emerge. First, the total spillover index exhibits substantial time variation, ranging from 24.3% to 82.7%, with its highest level recorded on 13 March 2020, during the intense financial turbulence associated with the COVID-19 pandemic. Borsa Istanbul is identified as the largest net receiver of volatility shocks, with a full-sample net spillover value of –17.79%, highlighting its pronounced exposure to external market disturbances. Second, mean-based measures significantly underestimate cross-market dependence during periods of extreme market stress. Total connectedness increases from 55.0% at the conditional median to 81.4% in the lower tail and 80.0% in the upper tail, demonstrating strong and broadly symmetrical dependence under both bearish and bullish extreme conditions. Third, the frequency-domain results indicate that more than 74% of total volatility spillovers occur within the short-term horizon of 1–5 trading days, suggesting that international volatility transmission is predominantly rapid rather than persistent. Fourth, asymmetric causality analysis shows that negative shocks to the BIST 100 significantly transmit to positive innovations in the S&P 500 (Wald = 130.33, $p < 0.001$), providing evidence of a flight-to-safety pattern. Overall, the findings demonstrate that volatility connectedness is strongly state-dependent, concentrated at short horizons, and particularly important during extreme market conditions, offering relevant implications for international portfolio diversification, dynamic hedging strategies, systemic risk monitoring, and financial stability policy.

* Asst. Prof. Dr., İstinye University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Management Information Systems

Dr. Öğr. Üyesi, İstinye Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7283-7227>

serkan.canturk@istinye.edu.tr

Cite as/ Atıf: Cantürk, S. (2026). Time-varying volatility connectedness between Borsa Istanbul and major global equity markets: Quantile and frequency-domain evidence (2002–2025) / Borsa İstanbul ve başlıca küresel hisse senedi piyasaları arasında zamana bağlı oynaklık bağlantısallığı: kantil ve frekans alanı kanıtları (2002–2025). *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 21(3), 4429–4480. Ankara Bilim University Publications. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.94419>

Received/Geliş: 15 May/ Mayıs 2026

Accepted/Kabul: 15 September/ Eylül 2026

Published/Yayın: 25 Sempember/ Eylül 2026

Checked by plagiarism software



Keywords: Volatility Spillover; TVP-VAR; Quantile Connectedness; Frequency-Domain Decomposition; Borsa İstanbul; Tail Dependence

Öz: Bu çalışma, Borsa İstanbul (BIST 100) ile altı önemli küresel hisse senedi piyasası —S&P 500 (Amerika Birleşik Devletleri), DAX (Almanya), FTSE 100 (Birleşik Krallık), BOVESPA (Brezilya), SENSEX (Hindistan) ve ATHEX (Yunanistan)— arasındaki dinamik volatilité bağlantılarını, 5.124 günlük gözlemi kapsayan 2002–2025 dönemi için incelemektedir. Farklı piyasa koşulları ve yatırım ufukları altında piyasalar arası volatilité aktarımını kapsamlı biçimde değerlendirmek amacıyla çalışma, Antonakakis vd. (2020) tarafından geliştirilen zamanla değişen parametrelî vektör otoregresyon (TVP-VAR) bağlantılılık çerçevesini; Ando vd. (2022) tarafından geliştirilen kantil-VAR yaklaşımı, Hatemi-J asimetrik nedensellik testleri ve Baruník–Křehlík frekans alanı bağlantılılık yöntemiyle genişletmektedir. Bu bütünsel çerçeve, volatilité yayılımlarının büyüklüğünün, yönünün, asimetrisinin, kuyruk davranışının ve frekans bileşiminin analiz edilmesine imkân sağlamaktadır.

Çalışmadan dört temel bulgu elde edilmiştir. İlk olarak, toplam yayılma endeksi önemli ölçüde zamana bağlı değişkenlik göstermekte ve %24,3 ile %82,7 arasında seyretmektedir. Endeks, COVID-19 pandemisinin yol açtığı yoğun finansal dalgalanmaların yaşandığı 13 Mart 2020 tarihinde en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Borsa İstanbul, –%17,79'luk tam örneklem net yayılma değeriyle volatilité şoklarının en büyük net alıcısı olarak belirlenmiş; bu sonuç, piyasanın dışsal piyasa şoklarına belirgin biçimde maruz kaldığını ortaya koymuştur. İkinci olarak, ortalamaya dayalı ölçümlerin aşırı piyasa stresi dönemlerinde piyasalar arası bağımlılığı önemli ölçüde düşük tahmin ettiği görülmektedir. Toplam bağlantılılık, koşullu medyanda %55,0 iken alt kuyrukta %81,4'e ve üst kuyrukta %80,0'e yükselmekte; bu durum hem düşüş hem de yükseliş yönündeki aşırı piyasa koşullarında güçlü ve büyük ölçüde simetrik bir bağımlılığa işaret etmektedir. Üçüncü olarak, frekans alanı sonuçları toplam volatilité yayılımlarının %74'ünden fazlasının 1–5 işlem günlük kısa vadeli ufukta gerçekleştiğini ve uluslararası volatilité aktarımının kalıcı olmaktan ziyade ağırlıklı olarak hızlı bir nitelik taşıdığını göstermektedir. Dördüncü olarak, asimetrik nedensellik analizi BIST 100'deki negatif şokların S&P 500'deki pozitif yeniliklere anlamlı biçimde aktarıldığını göstermektedir (Wald = 130,33, $p < 0,001$). Bu bulgu, güvenli limana yönelme davranışına ilişkin kanıt sunmaktadır. Genel olarak sonuçlar, volatilité bağlantılılığının piyasa koşullarına güçlü biçimde bağlı olduğunu, kısa vadeli ufuklarda yoğunlaştığını ve özellikle aşırı piyasa koşullarında belirginleştiğini ortaya koymakta; uluslararası portföy çeşitlendirmesi, dinamik riskten korunma stratejileri, sistemik riskin izlenmesi ve finansal istikrar politikaları açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Oynaklık Yayılımı; TVP-VAR; Kantil Bağlantılılık; Frekans Alanı Ayırıştırması; Borsa İstanbul; Kuyruk Bağımlılığı

Structured Abstract

Aim

The international transmission of financial shocks has been central to empirical finance for over three decades, yet a key question remains unresolved: are conventional, mean-based connectedness measures sufficient to capture cross-market integration, or do tail-specific and frequency-specific dimensions of connectedness carry independent informational value? Connectedness research has evolved through three methodological generations — cointegration analysis (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991), the generalized variance-decomposition framework of Diebold and Yilmaz (2009, 2012), and its time-varying TVP-VAR extension (Antonakakis et al., 2020) — but no prior study of the Turkish market has jointly applied quantile-VAR (Ando et al., 2022), Hatemi-J (2012) asymmetric causality, and Baruník–Křehlík (2018) frequency-domain decomposition to a common sample. This constitutes the research gap addressed here. Accordingly, the study aims to characterize the time-varying, quantile-specific, and frequency-domain dimensions of the volatility integration between Borsa Istanbul (BIST 100) and six major global equity markets — the S&P 500 (United States), DAX (Germany), FTSE 100 (United Kingdom), BOVESPA (Brazil), SENSEX (India), and ATHEX (Greece) — over January 2002–December 2025 (5,124 common trading days), and to identify the dominant transmission channels and their asymmetric properties. Türkiye offers a valuable analytical setting: a large, structurally open emerging economy with deep European trade and financial ties, whose domestic monetary regime underwent repeated unconventional policy episodes between 2018 and 2023. Three research questions guide the analysis: (i) How have the strength and direction of volatility spillovers between the BIST 100 and major global indices evolved across crisis episodes? (ii) Do spillover patterns differ across conditional quantiles — is the Turkish market more intensely integrated in the lower tail (crisis conditions) than at the median? (iii) At what frequency horizons does integration predominantly operate?

Method

The study adopts a quantitative research design based exclusively on publicly available secondary market data. Daily logarithmic returns were constructed from Yahoo Finance closing prices for seven indices over 2 January 2002 – 30 December 2025 (5,124 common trading days). GARCH(1,1) conditional volatilities, estimated by maximum likelihood for each return series, served as inputs to all connectedness analyses. A static Diebold–Yilmaz VAR(4) specification with a 10-step forecast horizon provided the full-sample benchmark, while the TVP-VAR of Antonakakis et al. (2020) — with forgetting factors $\kappa_1 = 0.99$ and $\kappa_2 = 0.96$ — captured time-varying connectedness. Quantile connectedness was computed at $\tau \in \{0.05, 0.50, 0.95\}$ using quantile regression (Koenker & Bassett, 1978); Hatemi-J (2012) asymmetric causality was applied to all 168 directional permutations, with bootstrap critical values (500 replications) for BIST 100-related tests; and frequency-domain decomposition followed Baruník and Křehlík (2018) across three spectral bands. Structural breaks were dated using Bai and Perron (1998, 2003). Robustness was assessed through rolling-window VAR (four window lengths), alternative forgetting-factor combinations, alternative lag lengths ($p = 2-8$), alternative forecast horizons ($H = 5, 15, 20$), and sub-sample analysis. Because only secondary, publicly available data were used, no primary data collection or ethics-committee approval was required.

Findings

Four principal findings emerge. First, the static full-sample TSI is 51.0%, with FTSE 100 the dominant net transmitter (+28.1%) and BIST 100 the largest net receiver (−17.8%); the dynamic TVP-VAR trajectory ranges from 24.3% (February 2018) to 82.7% (13 March 2020) and reveals five connectedness regimes (moderate spillover in 2003–2006, sustained elevation in 2007–2012, post-crisis normalization in 2013–2017, the COVID-19 spike in 2020, and a moderate regime from 2022 onward). Second, connectedness is strongly tail-amplified: the system-wide TSI rises from 55.0% at the conditional median to 81.4% in the lower tail and 80.0% in the upper tail, while the net-receiver position of the BIST 100 is largest at the median (−12.3%) and substantially smaller at both tails (−6.6% during crises, −4.8% during rallies), indicating that Türkiye-specific shocks generate outward variance flows that partially offset the global-to-Türkiye flow during tail episodes. Third, frequency-domain decomposition shows that 74% of total spillover operates within the 1–5 trading-day band and only 6.7% within the long-run (>22 days) band, identifying portfolio rebalancing rather than macroeconomic fundamentals as the dominant transmission channel; Türkiye’s long-run net diffusion effect is essentially zero (−0.82%). Fourth, Hatemi-J asymmetric causality reveals a highly significant negative-to-

positive causality from BIST 100 to S&P 500 (Wald = 130.33, bootstrap $p < 0.001$), consistent with a flight-to-safety mechanism, with similar patterns for DAX (Wald = 454.92) and FTSE 100 (Wald = 488.55).

Conclusion

The study demonstrates that what mean-based metrics characterize as “moderate” integration between Borsa Istanbul and global equity markets is in reality a regime-dependent, tail-amplifying, sign-asymmetric, and high-frequency phenomenon — a characterization that no earlier single-method Turkish study could provide. Its central contribution is to establish empirically that tail connectedness (81–80%) substantially exceeds median connectedness (55%), implying that conventional diversification strategies fail precisely when they are most urgently needed; this reframes cross-market integration for both portfolio and policy audiences. For macroprudential policy, the real-time TVP-VAR framework could usefully supplement the Central Bank of the Republic of Türkiye’s financial-stability indicators, given the unprecedented 82.7% peak recorded during COVID-19, while the documented negative-to-positive causality from BIST 100 to S&P 500 suggests that Turkish equity stress may serve as an early-warning signal for international safe-haven demand. Three limitations are acknowledged — the analysis is confined to equity markets, excludes Russia and China, and relies on GARCH(1,1) volatility proxies — and future research should extend the framework to multi-asset-class systems, incorporate the excluded regional partners, and test alternative volatility specifications.

Keywords: Volatility Spillover; TVP-VAR; Quantile Connectedness; Frequency-Domain Decomposition; Borsa Istanbul; Tail Dependence.

الملخص المنظم

الهدف

ظلّ الانتقال الدولي للصدمات المالية محوراً رئيساً في الدراسات التطبيقية في مجال التمويل لأكثر من ثلاثة عقود؛ ومع ذلك، لا تزال ثمة مسألة جوهرية لم تُحسم بعد، تتمثل في التساؤل عما إذا كانت مقاييس الترابط التقليدية القائمة على المتوسط كافية لالتقاط درجة التكامل بين الأسواق، أم أن أبعاد الترابط الخاصة بذيول التوزيع والمحددة بحسب نطاقات التردد تتطوي على قيمة معلوماتية مستقلة. وقد تطورت أدبيات وإطار تحليل التباين (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991) الترابط عبر ثلاثة أجيال منهجية رئيسية: تحليل التكامل المشترك ثم امتداده القائم على نموذج الانحدار الذاتي للمتجه ذي المعلمات المتغيرة عبر (Diebold and Yilmaz (2009, 2012) المعتم الذي طوّره ومع ذلك، لم تجمع أي دراسة سابقة تناولت السوق التركية، ضمن عينة Antonakakis et al. (2020) الذي قفمه (TVP-VAR) الزمن واختبار السببية (Ando et al. (2022 وفق (Quantile-VAR) موخدة، بين نموذج الانحدار الذاتي للمتجه القائم على الكميات الشرطية في مجال التردد. وتمثل هذه الفجوة المنهجية المشكلة البحثية (Baruník-Křehlík (2018 وتحليل Hatemi-J (2012) غير المتمثلة لـ التي تسعى الدراسة الحالية إلى معالجتها.

وبناءً على ذلك، تهدف الدراسة إلى توصيف الأبعاد المتغيرة عبر الزمن، والخاصة بالكميات الشرطية، والمحددة في مجال التردد، في الولايات المتحدة S&P 500: وستة من أبرز أسواق الأسهم العالمية، هي (BIST 100) للتكامل في تقلبات العوائد بين بورصة إسطنبول، في اليونان ATHEX في الهند، و SENSEX في البرازيل، و BOVESPA في المملكة المتحدة، و FTSE 100 في ألمانيا، و DAX وذلك خلال الفترة من يناير/كانون الثاني 2002 إلى ديسمبر/كانون الأول 2025، بما يشمل 5,124 يوم تداول مشترك. كما تهدف إلى تحديد قنوات الانتقال المهيمنة وخصائصها غير المتماثلة.

وتوفر تركيا بيئة تحليلية ذات أهمية خاصة، بوصفها اقتصاداً ناشئاً كبيراً ومنفتحاً هيكلياً، يرتبط بعلاقات تجارية ومالية عميقة مع أوروبا، فضلاً عن أن نظامها النقدي المحلي شهد، خلال الفترة 2018–2023، سلسلة متكررة من حلقات السياسات النقدية غير التقليدية. وانطلاقاً والمؤشرات العالمية الرئيسية BIST 100 من ذلك، تسترشد الدراسة بثلاثة أسئلة بحثية: (1) كيف تطورت قوة واتجاه انتقالات التقلب بين مؤشر عبر فترات الأزمان المختلفة؟ (2) هل تختلف أنماط انتقال التقلب عبر الكميات الشرطية؛ وبعبارة أكثر تحديداً، هل يصبح السوق التركي أكثر تكاملاً في الذيل الأدنى للتوزيع، أي في ظروف الأزمات، مقارنة بالوسيط الشرطي؟ (3) ضمن أي آفاق ترددية يعمل التكامل بصورة مهيمنة؟

المنهج

تعتمد الدراسة تصميمًا بحثيًا كمياً يستند حصرياً إلى بيانات سوقية ثانوية متاحة للجمهور. وقد حُسبت العوائد اللوغاريتمية اليومية لسبعة مؤشرات خلال الفترة الممتدة من 2 يناير/كانون الثاني 2002 إلى 30 Yahoo Finance انطلاقاً من أسعار الإغلاق المستخرجة من وفق GARCH(1,1) ديسمبر/كانون الأول 2025، بإجمالي 5,124 يوم تداول مشترك. واستُخدمت التقلبات الشرطية المقدرة بواسطة نموذج طريقة الاحتمال الأقصى لكل سلسلة من سلاسل العوائد، بوصفها مدخلات لجميع تحليلات الترابط.

الساكن، بأفق تنبؤي مقداره عشر خطوات، معياراً مرجعياً لكامل العينة، في حين Diebold–Yilmaz VAR(4) واعتمد نموذج لالتقاط ديناميات الترابط، $\kappa_1 = 0.99$ و $\kappa_2 = 0.96$ مع معاملي نسيان Antonakakis et al. (2020) وفق TVP-VAR استخدم نموذج Koenker باستخدام الانحدار الكمي وفق $\tau \in \{0.05, 0.50, 0.95\}$ المتغيرة عبر الزمن. كما حُسب الترابط القائم على الكميات الشرطية عند على جميع التباديل الاتجاهية البالغ عددها 168، مع Hatemi-J (2012) وطُبق اختبار السببية غير المتماثلة لـ (Koenker and Bassett (1978).

أما التحليل **BIST 100** من خلال **500 إعادة معاينة** للاختبارات المرتبطة بمؤشر **Bootstrap** استخدام القيم الحرجة المستخرجة بطريقة عبر ثلاثة نطاقات طيفية (Baruník and Křehlík (2018) في مجال التردد، فقد أجري وفق منهجية

كما تم تقييم متانة النتائج من خلال (Bai and Perron (1998, 2003) وجرى تحديد تواريخ الانكسارات الهيكلية باستخدام منهجية وآفاق (p = 2-8) ذي النافذة المتحركة بأربعة أطوال مختلفة للنوافذ، وتوليفات بديلة لمعاملات النسيان، وأطوال إبطاء بديلة **VAR** نموذج فضلاً عن تحليل العينات الفرعية. ونظرًا إلى اعتماد الدراسة حصريًا على بيانات ثانوية متاحة للجمهور، لم تكن (H = 5, 15, 20) تنبؤ بديلة هناك حاجة إلى جمع بيانات أولية أو الحصول على موافقة لجنة أخلاقيات البحث

النتائج

لكامل العينة **51.0%**، ويظهر مؤشر **(TSI)** تكشف النتائج عن أربع خلاصات رئيسية. أولاً، يبلغ مؤشر الانتقال الكلي الساكن أكبر متلقي صافٍ لها **17.8%** أما **BIST 100** بوصفه المرسل الصافي المهيمن للصدمات **28.1%**، في حين يمثل **FTSE 100** فيتراوح بين **24.3%** في فبراير/شباط 2018 و**82.7%** في 13 مارس/آذار 2020، ويكشف عن **TVP-VAR** المسار الديناميكي لنموذج خمسة أنظمة متميزة للترابط: انتقال معتدل خلال 2003-2006، وارتفاع مستمر خلال 2007-2012، وعودة إلى المستويات الطبيعية بعد موجات الصعود. وتشير هذه النتيجة إلى أن الصدمات الخاصة بتركيا تولد تدفقات تباين متجهة نحو الخارج، تعوض جزئيًا التدفقات المنتقلة من الأسواق العالمية إلى تركيا خلال حالات الذيل

على مستوى النظام من **55.0%** عند الوسيط الشرطي **TSI** ثانيًا، يتضخم الترابط بدرجة كبيرة في ذيل التوزيع؛ إذ يرتفع مؤشر بوصفه متلقيًا صافيًا للصدمات أقصى **BIST 100** إلى **81.4%** في الذيل الأدنى و**80.0%** في الذيل الأعلى. وفي المقابل، تبلغ وضعية مستوياتها عند الوسيط **12.3%**، بينما تتراجع بصورة ملموسة عند كلا الذيلين، لتصل إلى **6.6%** خلال الأزمات و**4.8%** خلال موجات الصعود. وتشير هذه النتيجة إلى أن الصدمات الخاصة بتركيا تولد تدفقات تباين متجهة نحو الخارج، تعوض جزئيًا التدفقات المنتقلة من الأسواق العالمية إلى تركيا خلال حالات الذيل

ثالثًا، يبين التحليل في مجال التردد أن **74%** من إجمالي انتقالات التقلب يحدث ضمن نطاق يمتد من **1** إلى **5** أيام تداول، في حين لا تتجاوز النسبة **6.7%** في النطاق طويل الأجل (أكثر من 22 يومًا). وتحدد هذه النتيجة إعادة موازنة المحافظ الاستثمارية، وليس العوامل الأساسية للاقتصاد الكلي، بوصفها قناة الانتقال المهيمنة. كما أن أثر الانتشار الصافي طويل الأجل لتركيا يكاد يكون معدومًا، إذ يبلغ **0.82%**

BIST عن وجود سببية عالية الدلالة إحصائيًا من الصدمات السلبية في **Hatemi-J** رابعًا، يكشف اختبار السببية غير المتماثلة لـ وهي نتيجة تتسق مع آلية الهروب إلى الأمان، **S&P 500 (Wald = 130.33, bootstrap p < 0.001)** إلى الصدمات الإيجابية في **100** **FTSE 100 (Wald = 488.55)** و **DAX (Wald = 454.92)** كما تظهر أنماط مماثلة بالنسبة إلى (flight-to-safety).

الخاتمة

تُظهر الدراسة أن ما تصفه المقاييس القائمة على المتوسط بأنه تكامل «معتدل» بين بورصة إسطنبول وأسواق الأسهم العالمية هو في الواقع، ظاهرة تعتمد على النظام السائد، وتتضخم في ذيل التوزيع، وتتسم بعدم التماثل بحسب إشارة الصدمة، وتتركز بدرجة كبيرة في الترددات المرتفعة؛ وهو توصيف لم يكن في مقدور الدراسات السابقة للسوق التركية القائمة على منهج منفرد تقديمه بصورة متكاملة

وتتمثل المساهمة الرئيسية للدراسة في إثبات أن الترابط في ذيل التوزيع **81-80%** يتجاوز بدرجة كبيرة الترابط عند الوسيط وهو ما يعني أن استراتيجيات التنويع التقليدية تفقد فعاليتها تحديدًا في الفترات التي تصبح فيها الحاجة إليها أكثر إلحاحًا. ومن ثم، تعيد، **(55%)** هذه النتيجة صياغة مفهوم التكامل بين الأسواق من منظور كل من إدارة المحافظ الاستثمارية وصنع السياسات

الأنى أن بشكل أداة مكملة مفيدة لمؤشرات الاستقرار المالي **TVP-VAR** وعلى مستوى السياسة الاحترازية الكلية، يمكن لإطار **COVID-19** لدى البنك المركزي لجمهورية تركيا، ولا سيما في ضوء الذروة غير المسبوقة البالغة **82.7%** التي سجلت خلال جائحة إلى أن الضغوط التي يتعرض لها سوق **S&P 500** إلى الصدمات الإيجابية في **BIST 100** تشير السببية الموقّعة من الصدمات السلبية في الأسهم التركي قد تؤدي دور مؤشر إنذار مبكر للطلب الدولي على أصول الملاذ الآمن

وتقر الدراسة بثلاثة قيود رئيسية: اقتصر التحليل على أسواق الأسهم، واستبعاد روسيا والصين، والاعتماد على تقلبات مقدرة بواسطة بوصفها متغيرات بديلة للتقلب. ومن ثم، ينبغي للبحوث المستقبلية توسيع الإطار ليشمل أنظمة متعددة لفئات الأصول، وإدراج **GARCH(1,1)** الشركاء الإقليميين المستبعدين، واختبار مواصفات بديلة لنمذجة التقلب

؛ الترابط القائم على الكميات الشرطية؛ التحليل في مجال التردد؛ بورصة إسطنبول؛ **TVP-VAR** الكلمات المفتاحية: انتقال التقلب؛ الاعتماد في ذيل التوزيع

Résumé Structuré

Objectif

La transmission internationale des chocs financiers occupe une place centrale dans la recherche empirique en finance depuis plus de trois décennies. Une question fondamentale demeure toutefois non résolue : les mesures conventionnelles de connectivité fondées sur la moyenne permettent-elles de saisir adéquatement l'intégration entre les marchés, ou les dimensions de la connectivité spécifiques aux queues de distribution et aux fréquences recèlent-elles une valeur informationnelle indépendante ? La recherche sur la connectivité a

évolué à travers trois générations méthodologiques — l'analyse de cointégration (Engle & Granger, 1987 ; Johansen, 1991), le cadre de décomposition généralisée de la variance proposé par Diebold et Yilmaz (2009, 2012), puis son extension sous forme de modèle vectoriel autorégressif à paramètres variables dans le temps (**TVP-VAR**) développée par Antonakakis et al. (2020). Néanmoins, aucune étude antérieure consacrée au marché turc n'a conjointement appliqué, à un échantillon commun, le modèle VAR quantile (**Quantile-VAR**) d'Ando et al. (2022), le test de causalité asymétrique de Hatemi-J (2012) et la décomposition dans le domaine fréquentiel de Baruník–Křehlík (2018). Cette lacune méthodologique constitue la problématique de recherche à laquelle répond la présente étude.

En conséquence, cette étude vise à caractériser les dimensions temporelles, quantiles et fréquentielles de l'intégration de la volatilité entre la Bourse d'Istanbul (**BIST 100**) et six grands marchés boursiers internationaux — le **S&P 500** (États-Unis), le **DAX** (Allemagne), le **FTSE 100** (Royaume-Uni), le **BOVESPA** (Brésil), le **SENSEX** (Inde) et l'**ATHEX** (Grèce) — sur la période allant de janvier 2002 à décembre 2025, soit **5 124 jours de négociation communs**, ainsi qu'à identifier les principaux canaux de transmission et leurs propriétés asymétriques.

La Türkiye constitue un cadre analytique particulièrement pertinent : il s'agit d'une grande économie émergente, structurellement ouverte et caractérisée par des liens commerciaux et financiers étroits avec l'Europe, dont le régime monétaire intérieur a connu plusieurs épisodes de politiques non conventionnelles entre 2018 et 2023. L'analyse est guidée par trois questions de recherche : (i) comment l'intensité et la direction des effets de débordement de volatilité entre le **BIST 100** et les principaux indices mondiaux ont-elles évolué au cours des différents épisodes de crise ? (ii) les configurations de transmission diffèrent-elles selon les quantiles conditionnels — autrement dit, le marché turc est-il plus fortement intégré dans la queue inférieure de la distribution, correspondant aux périodes de crise, qu'au niveau de la médiane ? (iii) à quels horizons fréquents l'intégration opère-t-elle principalement ?

Méthode

L'étude adopte une méthodologie quantitative reposant exclusivement sur des données secondaires de marché accessibles au public. Les rendements logarithmiques journaliers ont été calculés à partir des cours de clôture obtenus auprès de **Yahoo Finance** pour les sept indices sur la période allant du **2 janvier 2002 au 30 décembre 2025**, représentant **5 124 jours de négociation communs**. Les volatilités conditionnelles issues de modèles **GARCH(1,1)**, estimés par la méthode du maximum de vraisemblance pour chaque série de rendements, ont servi de variables d'entrée à l'ensemble des analyses de connectivité.

Une spécification statique **VAR(4)** de Diebold–Yilmaz, assortie d'un horizon de prévision de dix périodes, a été utilisée comme référence pour l'échantillon complet, tandis que le modèle **TVP-VAR** d'Antonakakis et al. (2020), avec des facteurs d'oubli $\kappa_1 = 0,99$ et $\kappa_2 = 0,96$, a permis de saisir la dynamique temporelle de la connectivité. La connectivité quantile a été estimée pour $\tau \in \{0,05 ; 0,50 ; 0,95\}$ au moyen de la régression quantile de Koenker et Bassett (1978). Le test de causalité asymétrique de Hatemi-J (2012) a été appliqué aux **168 permutations directionnelles**, avec des valeurs critiques obtenues par **bootstrap à 500 répliquions** pour les tests impliquant le **BIST 100**. La décomposition dans le domaine fréquentiel a, quant à elle, été réalisée conformément à la méthodologie de Baruník et Křehlík (2018), selon trois bandes spectrales.

Les ruptures structurelles ont été datées au moyen de la procédure de Bai et Perron (1998, 2003). La robustesse des résultats a été évaluée à l'aide de modèles VAR à fenêtre glissante reposant sur quatre longueurs de fenêtre différentes, de combinaisons alternatives des facteurs d'oubli, de longueurs de retard alternatives ($p = 2-8$), d'horizons de prévision alternatifs ($H = 5, 15, 20$) et d'analyses par sous-échantillons. L'étude reposant exclusivement sur des données secondaires accessibles au public, aucune collecte de données primaires ni approbation d'un comité d'éthique n'a été nécessaire.

Résultats

Quatre résultats principaux se dégagent de l'analyse. **Premièrement**, l'indice total de transmission statique (**TSI**) pour l'ensemble de l'échantillon s'établit à **51,0 %**. Le **FTSE 100** apparaît comme le principal émetteur net de chocs (**+28,1 %**), tandis que le **BIST 100** constitue le principal récepteur net (**-17,8 %**). La trajectoire dynamique issue du modèle **TVP-VAR** varie entre **24,3 %** en février 2018 et **82,7 % le 13 mars 2020**, et met en évidence cinq régimes distincts de connectivité : un niveau modéré de transmission entre 2003

et 2006, une élévation persistante entre 2007 et 2012, une normalisation post-crise entre 2013 et 2017, un pic associé à la pandémie de **COVID-19** en 2020, puis un régime modéré à partir de 2022.

Deuxièmement, la connectivité s'intensifie considérablement dans les queues de la distribution. Le **TSI** à l'échelle du système passe de **55,0 %** à la médiane conditionnelle à **81,4 %** dans la queue inférieure et à **80,0 %** dans la queue supérieure. Parallèlement, la position du **BIST 100** en tant que récepteur net est la plus prononcée à la médiane (**-12,3 %**) et sensiblement plus faible dans les deux queues (**-6,6 % en période de crise et -4,8 % lors des phases haussières**). Ce résultat indique que les chocs spécifiques à la Türkiye génèrent des flux de variance sortants qui compensent partiellement les flux allant des marchés mondiaux vers la Türkiye lors des épisodes situés dans les queues de distribution.

Troisièmement, la décomposition dans le domaine fréquentiel montre que **74 %** des effets totaux de transmission se produisent dans la bande correspondant à **1–5 jours de négociation**, contre seulement **6,7 %** dans la bande de long terme (**> 22 jours**). Ces résultats identifient le **rééquilibrage des portefeuilles**, plutôt que les fondamentaux macroéconomiques, comme le principal canal de transmission. L'effet net de diffusion à long terme de la Türkiye est, en outre, pratiquement nul (**-0,82 %**).

Quatrièmement, le test de causalité asymétrique de Hatemi-J révèle une causalité hautement significative allant des chocs négatifs du **BIST 100** vers les chocs positifs du **S&P 500** (**Wald = 130,33 ; p bootstrap < 0,001**), résultat compatible avec un mécanisme de **fuite vers la sécurité** (« **flight-to-safety** »). Des configurations similaires sont observées pour le **DAX** (**Wald = 454,92**) et le **FTSE 100** (**Wald = 488,55**).

Conclusion

Cette étude démontre que ce que les mesures fondées sur la moyenne qualifient d'intégration « modérée » entre la Bourse d'Istanbul et les marchés boursiers mondiaux constitue, en réalité, un phénomène **dépendant des régimes, amplifié dans les queues de distribution, asymétrique selon le signe des chocs et principalement concentré aux hautes fréquences** — une caractérisation qu'aucune étude antérieure consacrée au marché turc et fondée sur une méthodologie unique n'était en mesure de fournir.

La contribution centrale de l'étude consiste à établir empiriquement que la connectivité dans les queues de distribution (**81–80 %**) est substantiellement supérieure à celle observée à la médiane (**55 %**). Ce constat implique que les stratégies conventionnelles de diversification perdent précisément leur efficacité lorsque leur fonction protectrice devient la plus indispensable. Il conduit ainsi à reconsidérer la nature de l'intégration entre marchés, tant du point de vue de la gestion de portefeuille que de celui de la conduite des politiques économiques et financières.

Sur le plan de la politique macroprudentielle, le cadre **TVP-VAR en temps réel** pourrait utilement compléter les indicateurs de stabilité financière de la **Banque centrale de la République de Türkiye**, compte tenu notamment du pic sans précédent de **82,7 %** enregistré pendant la pandémie de **COVID-19**. Par ailleurs, la causalité documentée allant des chocs négatifs du **BIST 100** vers les chocs positifs du **S&P 500** suggère que les tensions sur le marché boursier turc pourraient constituer un **indicateur d'alerte précoce** de la demande internationale d'actifs refuges.

Trois limites principales doivent néanmoins être soulignées : l'analyse est exclusivement consacrée aux marchés d'actions, elle exclut la Russie et la Chine et repose sur des mesures indirectes de la volatilité obtenues à partir de modèles **GARCH(1,1)**. Les recherches futures devraient donc étendre ce cadre à des systèmes intégrant plusieurs classes d'actifs, incorporer les partenaires régionaux actuellement exclus et évaluer des spécifications alternatives de modélisation de la volatilité.

Mots-clés : transmission de la volatilité ; TVP-VAR ; connectivité quantile ; décomposition dans le domaine fréquentiel ; Bourse d'Istanbul ; dépendance de queue.

Resumen Estructurado

Objetivo

La transmisión internacional de los shocks financieros ha ocupado un lugar central en la investigación empírica en finanzas durante más de tres décadas. Sin embargo, sigue sin resolverse una cuestión fundamental: ¿son suficientes las medidas convencionales de conectividad basadas en la media para captar adecuadamente

la integración entre mercados, o las dimensiones de la conectividad específicas de las colas de la distribución y de los distintos horizontes de frecuencia contienen un valor informativo independiente? La investigación sobre conectividad ha evolucionado a través de tres generaciones metodológicas: el análisis de cointegración (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991), el marco de descomposición generalizada de la varianza de Diebold y Yilmaz (2009, 2012) y su extensión mediante modelos vectoriales autorregresivos con parámetros variables en el tiempo (**TVP-VAR**) desarrollada por Antonakakis et al. (2020). No obstante, ningún estudio previo centrado en el mercado turco ha aplicado conjuntamente, sobre una muestra común, el modelo VAR cuantílico (**Quantile-VAR**) de Ando et al. (2022), el análisis de causalidad asimétrica de Hatemi-J (2012) y la descomposición en el dominio de la frecuencia de Baruník–Křehlík (2018). Esta carencia constituye la brecha de investigación que aborda el presente estudio.

En consecuencia, el objetivo de este estudio es caracterizar las dimensiones variables en el tiempo, específicas de los cuantiles y del dominio de la frecuencia de la integración de la volatilidad entre la Bolsa de Estambul (**BIST 100**) y seis de los principales mercados bursátiles internacionales: **S&P 500** (Estados Unidos), **DAX** (Alemania), **FTSE 100** (Reino Unido), **BOVESPA** (Brasil), **SENSEX** (India) y **ATHEX** (Grecia), durante el periodo comprendido entre enero de 2002 y diciembre de 2025, correspondiente a **5.124 días comunes de negociación**, así como identificar los canales de transmisión predominantes y sus propiedades asimétricas.

Türkiye constituye un entorno analítico particularmente relevante: es una gran economía emergente, estructuralmente abierta y con profundos vínculos comerciales y financieros con Europa, cuyo régimen monetario interno atravesó reiterados episodios de políticas no convencionales entre 2018 y 2023. El análisis se articula en torno a tres preguntas de investigación: (i) ¿cómo han evolucionado la intensidad y la dirección de los efectos de transmisión de volatilidad entre el **BIST 100** y los principales índices bursátiles mundiales a lo largo de distintos episodios de crisis?; (ii) ¿difieren los patrones de transmisión entre los distintos cuantiles condicionales?, es decir, ¿presenta el mercado turco una integración más intensa en la cola inferior de la distribución —correspondiente a condiciones de crisis— que en la mediana?; y (iii) ¿en qué horizontes de frecuencia opera predominantemente dicha integración?

Método

El estudio adopta un diseño de investigación cuantitativo basado exclusivamente en datos secundarios de mercado de acceso público. Los rendimientos logarítmicos diarios se calcularon a partir de los precios de cierre obtenidos de **Yahoo Finance** para los siete índices durante el período comprendido entre el **2 de enero de 2002 y el 30 de diciembre de 2025**, que abarca **5.124 días comunes de negociación**. Las volatilidades condicionales **GARCH(1,1)**, estimadas mediante máxima verosimilitud para cada serie de rendimientos, se utilizaron como variables de entrada en todos los análisis de conectividad.

Como referencia para la muestra completa se empleó una especificación estática **VAR(4) de Diebold–Yilmaz**, con un horizonte de pronóstico de diez pasos, mientras que el modelo **TVP-VAR** de Antonakakis et al. (2020), con factores de olvido $\kappa_1 = 0,99$ y $\kappa_2 = 0,96$, permitió captar la conectividad variable en el tiempo. La conectividad cuantílica se estimó para $\tau \in \{0,05; 0,50; 0,95\}$ mediante regresión cuantílica (Koenker & Bassett, 1978). Asimismo, el análisis de causalidad asimétrica de Hatemi-J (2012) se aplicó a las **168 permutaciones direccionales**, utilizando valores críticos obtenidos mediante **bootstrap con 500 réplicas** para las pruebas relacionadas con el **BIST 100**. La descomposición en el dominio de la frecuencia se realizó conforme al enfoque de Baruník y Křehlík (2018) a través de tres bandas espectrales.

Las rupturas estructurales se fecharon mediante el procedimiento de Bai y Perron (1998, 2003). La robustez de los resultados se evaluó mediante modelos VAR de ventana móvil con cuatro longitudes de ventana diferentes, combinaciones alternativas de factores de olvido, longitudes de rezago alternativas ($p = 2-8$), horizontes de pronóstico alternativos ($H = 5, 15, 20$) y análisis por submuestras. Dado que el estudio utiliza exclusivamente datos secundarios disponibles públicamente, no fue necesaria la recopilación de datos primarios ni la aprobación de un comité de ética.

Resultados

Del análisis se desprenden cuatro resultados principales. **En primer lugar**, el índice total de transmisión (**TSI**) estático para la muestra completa se sitúa en el **51,0 %**. El **FTSE 100** constituye el principal transmisor neto (**+28,1 %**), mientras que el **BIST 100** es el mayor receptor neto (**-17,8 %**). La trayectoria

dinámica estimada mediante el modelo **TVP-VAR** oscila entre el **24,3 %** en febrero de 2018 y el **82,7 %** el **13 de marzo de 2020**, e identifica cinco regímenes diferenciados de conectividad: transmisión moderada durante 2003–2006, elevación persistente durante 2007–2012, normalización posterior a la crisis durante 2013–2017, un fuerte incremento asociado a la pandemia de **COVID-19** en 2020 y un régimen moderado a partir de 2022.

En segundo lugar, la conectividad presenta una marcada amplificación en las colas de la distribución. El **TSI** a escala sistémica aumenta desde el **55,0 %** en la mediana condicional hasta el **81,4 %** en la cola inferior y el **80,0 %** en la cola superior. Al mismo tiempo, la posición del **BIST 100** como receptor neto alcanza su mayor magnitud en la mediana (**-12,3 %**) y se reduce sustancialmente en ambas colas (**-6,6 % durante las crisis y -4,8 % durante las fases alcistas**). Este resultado indica que los shocks específicos de Türkiye generan flujos de varianza hacia el exterior que compensan parcialmente los flujos desde los mercados globales hacia Türkiye durante los episodios situados en las colas de la distribución.

En tercer lugar, la descomposición en el dominio de la frecuencia muestra que el **74 %** de la transmisión total se concentra en la banda correspondiente a **1–5 días de negociación**, mientras que únicamente el **6,7 %** se produce en la banda de largo plazo (**>22 días**). Este resultado identifica el **reequilibrio de carteras**, más que los fundamentos macroeconómicos, como el canal predominante de transmisión. Asimismo, el efecto neto de difusión de Türkiye a largo plazo es prácticamente nulo (**-0,82 %**).

En cuarto lugar, el análisis de causalidad asimétrica de Hatemi-J revela una causalidad altamente significativa desde los shocks negativos del **BIST 100** hacia los shocks positivos del **S&P 500** (**Wald = 130,33; p bootstrap < 0,001**), resultado coherente con un mecanismo de **huida hacia activos refugio (flight-to-safety)**. Se observan patrones similares para el **DAX** (**Wald = 454,92**) y el **FTSE 100** (**Wald = 488,55**).

Conclusión

El estudio demuestra que aquello que las métricas basadas en la media caracterizan como una integración «moderada» entre la Bolsa de Estambul y los mercados bursátiles mundiales constituye, en realidad, un fenómeno **dependiente del régimen, amplificado en las colas de la distribución, asimétrico respecto al signo de los shocks y predominantemente de alta frecuencia**; una caracterización integral que ningún estudio previo sobre el mercado turco basado en un único método había podido proporcionar.

La principal contribución del estudio consiste en demostrar empíricamente que la conectividad en las colas de la distribución (**81–80 %**) supera sustancialmente la conectividad observada en la mediana (**55 %**). Este hallazgo implica que las estrategias convencionales de diversificación pierden eficacia precisamente cuando su función protectora resulta más necesaria, lo que obliga a reconsiderar la naturaleza de la integración entre mercados tanto desde la perspectiva de la gestión de carteras como desde la formulación de políticas económicas y financieras.

Desde la perspectiva de la política macroprudencial, el marco **TVP-VAR en tiempo real** podría complementar de manera útil los indicadores de estabilidad financiera del **Banco Central de la República de Türkiye**, especialmente a la luz del máximo sin precedentes del **82,7 %** registrado durante la pandemia de **COVID-19**. Asimismo, la causalidad documentada desde los shocks negativos del **BIST 100** hacia los shocks positivos del **S&P 500** sugiere que las tensiones en el mercado bursátil turco podrían funcionar como un **indicador de alerta temprana** de la demanda internacional de activos refugio.

Finalmente, se reconocen tres limitaciones principales: el análisis se circunscribe a los mercados de renta variable, excluye a Rusia y China y se basa en medidas indirectas de volatilidad obtenidas mediante modelos **GARCH(1,1)**. Las investigaciones futuras deberían ampliar este marco hacia sistemas que incorporen múltiples clases de activos, incluir a los socios regionales actualmente excluidos y evaluar especificaciones alternativas para la modelización de la volatilidad.

Palabras clave: Transmisión de volatilidad; TVP-VAR; Conectividad cuantílica; Descomposición en el dominio de la frecuencia; Bolsa de Estambul; Dependencia en las colas.

结构式摘要

研究目的

三十余年来，金融冲击的国际传导一直是实证金融研究的核心议题。然而，一个关键问题至今仍未得到充分解决：传统的、基于均值的关联性度量是否足以准确刻画跨市场一体化程度，抑或分布尾部特定的关联性与频域特定的关联性具有独立的信息价值？关联性研究在方法论上大致经历了三个发展阶段——协整分析（Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991）、Diebold 和 Yilmaz (2009, 2012) 提出的广义方差分解框架，以及 Antonakakis et al. (2020) 进一步发展的时变参数向量自回归（TVP-VAR）关联性框架。然而，就土耳其市场而言，既有研究尚未在统一样本框架下同时采用 Ando et al. (2022) 的分位数向量自回归模型（Quantile-VAR）、Hatemi-J (2012) 的非对称因果关系检验以及 Baruník-Křehlík (2018) 的频域分解方法。这一方法论上的缺口构成了本研究拟解决的核心研究空白。

基于此，本研究旨在系统刻画伊斯坦布尔证券交易所 **BIST 100** 指数与六个主要全球股票市场——美国 **S&P 500**、德国 **DAX**、英国 **FTSE 100**、巴西 **BOVESPA**、印度 **SENSEX** 和希腊 **ATHEX**——之间波动率一体化的时变维度、分位数特定维度及频域维度，研究期间为2002年1月至2025年12月，共涵盖 **5,124** 个共同交易日，并进一步识别占主导地位的冲击传导渠道及其非对称特征。

土耳其为上述问题提供了具有重要分析价值的研究情境：作为一个规模较大、结构上高度开放的新兴经济体，土耳其与欧洲保持着密切的贸易和金融联系；与此同时，其国内货币政策体制在2018—2023年间经历了多轮非常规政策实践。基于上述背景，本研究围绕三个研究问题展开：（i）在不同危机阶段，**BIST 100**与主要全球股票指数之间波动溢出的强度和方向如何演变？（ii）不同条件分位数下的溢出模式是否存在显著差异——换言之，在分布下尾所代表的危机状态下，土耳其市场的一体化程度是否显著高于条件中位数水平？（iii）市场一体化主要通过何种频率期限发挥作用？

研究方法 (Method)

本研究采用定量研究设计，完全基于公开可获得的二级市场数据。根据 **Yahoo Finance** 提供的七个股票指数收盘价，构建了2002年1月2日至2025年12月30日期间的日对数收益率序列，共计 **5,124** 个共同交易日。针对每个收益率序列，采用最大似然法估计 **GARCH(1,1)** 条件波动率，并将其作为全部关联性分析的基础输入变量。

首先，采用预测期为10期的静态 **Diebold-Yilmaz VAR(4)** 模型作为全样本基准；其次，使用 Antonakakis et al. (2020) 的 **TVP-VAR** 模型，并设定遗忘因子 $\kappa_1 = 0.99$ 和 $\kappa_2 = 0.96$ ，以捕捉关联性的动态时变特征。分位数关联性则基于 Koenker 和 Bassett (1978) 的分位数回归方法，在 $\tau \in \{0.05, 0.50, 0.95\}$ 三个条件分位点进行估计。Hatemi-J (2012) 非对称因果关系检验被应用于全部 **168** 种方向性组合；对于涉及 **BIST 100** 的检验，采用 **500** 次重复抽样的 **Bootstrap** 临界值。频域分解则依据 Baruník 和 Křehlík (2018) 的方法，在三个频谱区间内进行。

此外，本研究采用 Bai 和 Perron (1998, 2003) 方法识别并确定结构性断点。为检验结果的稳健性，进一步实施了多项稳健性分析，包括采用四种不同窗口长度的滚动窗口VAR模型、不同遗忘因子组合、不同滞后阶数（ $p = 2-8$ ）、不同预测期限（ $H = 5, 15, 20$ ），以及子样本分析。由于本研究仅使用公开可获得的二手数据，不涉及任何原始数据采集，因此无需获得研究伦理委员会批准。

研究结果 (Findings)

研究得出四项主要结论。**第一**，全样本静态**总溢出指数（Total Spillover Index, TSI）**为 **51.0%**。其中，**FTSE 100** 是占主导地位的净冲击传递者（**+28.1%**），而 **BIST 100** 则是最大的净冲击接受者（**-17.8%**）。动态 **TVP-VAR** 结果显示，系统关联性在2018年2月的 **24.3%** 与 **2020年3月13** 日的 **82.7%** 之间波动，并呈现出五种不同的关联性状态：2003—2006年的中等溢出状态、2007—2012年的持续高位状态、2013—2017年的危机后正常化阶段、2020年 **COVID-19** 疫情期间的急剧攀升，以及自2022年以来的中等关联状态。

第二, 关联性表现出显著的**尾部放大效应 (tail amplification)**。系统层面的 TSI 从条件中位数下的 **55.0%** 上升至下尾的 **81.4%** 和上尾的 **80.0%**。与此同时, BIST 100 作为净冲击接受者的程度在中位数水平最大 (**-12.3%**), 而在分布两端则明显减弱, 危机期间为 **-6.6%**, 市场上涨阶段为 **-4.8%**。这一结果表明, 在尾部状态下, 土耳其特有冲击会产生向外传递的方差流, 从而部分抵消由全球市场流向土耳其市场的冲击传导。

第三, 频域分解结果表明, 总溢出的 **74%** 集中于 **1—5 个交易日** 的短期频率区间, 而长期频率区间 (**>22 个交易日**) 所占比例仅为 **6.7%**。这一结果表明, ****投资组合再平衡 (portfolio rebalancing) ****而非宏观经济基本面, 是波动冲击跨市场传导的主导渠道。此外, 土耳其的长期净扩散效应几乎为零, 仅为 **-0.82%**。

第四, Hatemi-J 非对称因果关系检验揭示, 从 **BIST 100** 的负向冲击到 **S&P 500** 的正向冲击存在高度显著的因果关系 (**Wald = 130.33, Bootstrap p < 0.001**)。这一结果与 *****“避险转移” (flight-to-safety)** 机制 ******相一致。DAX (**Wald = 454.92**) 和 FTSE 100 (**Wald = 488.55**) 同样呈现出类似的非对称因果关系模式。

结论 (Conclusion)

本研究表明, 传统均值型指标所刻画的伊斯坦布尔证券交易所与全球股票市场之间的“中等程度”一体化, 实际上是一种具有显著**状态依赖性、尾部放大性、符号非对称性和高频主导性**的复杂现象。对于土耳其市场而言, 这种综合性特征是以往采用单一方法的研究无法充分揭示的。

本研究的核心贡献在于, 从实证层面证实了**尾部关联性 (81%–80%)** 显著高于**中位数关联性 (55%)**。这一发现意味着, 传统投资组合多元化策略恰恰会在其风险分散功能最为迫切需要的市场状态下失去有效性。因此, 本研究从投资组合管理和政策制定两个层面重新界定了跨市场金融一体化的性质及其风险含义。

在宏观审慎政策层面, 鉴于 **COVID-19** 疫情期间系统关联性曾达到前所未有的 **82.7%**, 实时 **TVP-VAR** 框架可以作为**土耳其共和国中央银行**现有金融稳定指标体系的有益补充。此外, BIST 100 负向冲击对 S&P 500 正向冲击所表现出的显著因果关系意味着, 土耳其股票市场压力可能成为识别国际投资者**避险资产需求**变化的**早期预警指标**。

本研究同时存在三项主要局限: 其一, 分析范围仅限于股票市场; 其二, 样本未纳入俄罗斯和中国; 其三, 研究采用 **GARCH(1,1)** 条件波动率作为波动率代理变量。未来研究应将现有分析框架扩展至**多资产类别系统**, 纳入当前被排除的重要区域合作伙伴, 并进一步检验替代性波动率模型设定。

关键词: 波动溢出; TVP-VAR; 分位数关联性; 频域分解; 伊斯坦布尔证券交易所; 尾部依赖。

Структурированная Аннотация

Цель

Международная трансмиссия финансовых шоков на протяжении более трёх десятилетий занимает центральное место в эмпирических исследованиях в области финансов. Вместе с тем ключевой вопрос остаётся нерешённым: достаточны ли традиционные меры взаимосвязанности, основанные на средних значениях, для адекватной оценки межрыночной интеграции, или же взаимосвязанность, специфичная для хвостов распределения и отдельных частотных диапазонов, обладает самостоятельной информационной ценностью? Исследования финансовой взаимосвязанности прошли три основных методологических этапа: анализ коинтеграции (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991), подход на основе обобщённого разложения дисперсии Diebold и Yilmaz (2009, 2012), а также его расширение в форме векторной авторегрессии с изменяющимися во времени параметрами (TVP-VAR), предложенное Antonakakis et al. (2020). Однако ни в одном из предыдущих исследований турецкого рынка в рамках единой выборки не применялись совместно квантильная

векторная авторегрессия (**Quantile-VAR**) Ando et al. (2022), тест асимметричной причинности Hatemi-J (2012) и частотная декомпозиция Baruník–Křehlík (2018). Именно этот методологический пробел определяет исследовательскую проблему настоящей работы.

В соответствии с этим цель исследования заключается в комплексной характеристике изменяющихся во времени, квантильно-специфических и частотно-зависимых аспектов интеграции волатильности между Стамбульской фондовой биржей (**BIST 100**) и шестью крупнейшими мировыми фондовыми рынками — **S&P 500** (США), **DAX** (Германия), **FTSE 100** (Великобритания), **BOVESPA** (Бразилия), **SENSEX** (Индия) и **ATHEX** (Греция) — за период с января 2002 г. по декабрь 2025 г., охватывающий **5 124 общих торговых дня**, а также в выявлении доминирующих каналов трансмиссии и их асимметричных свойств.

Турция представляет собой аналитически значимую исследовательскую среду: это крупная, структурно открытая развивающаяся экономика с тесными торговыми и финансовыми связями с Европой, внутренний денежно-кредитный режим которой в 2018–2023 гг. неоднократно характеризовался применением нетрадиционных мер политики. Исследование строится вокруг трёх вопросов: (i) как изменялись интенсивность и направление эффектов перелива волатильности между **BIST 100** и основными мировыми индексами в различные кризисные периоды? (ii) различаются ли модели переливов между условными квантилями — иными словами, является ли интеграция турецкого рынка более интенсивной в нижнем хвосте распределения, соответствующем кризисным условиям, чем на уровне условной медианы? (iii) на каких частотных горизонтах преимущественно реализуется межрыночная интеграция?

Метод

Исследование основано на количественном дизайне и использует исключительно общедоступные вторичные рыночные данные. Дневные логарифмические доходности были рассчитаны на основе цен закрытия, полученных из **Yahoo Finance**, для семи фондовых индексов за период с **2 января 2002 г. по 30 декабря 2025 г.**, включающий **5 124 общих торговых дня**. Условная волатильность **GARCH(1,1)**, оценённая методом максимального правдоподобия отдельно для каждого ряда доходностей, использовалась в качестве исходной переменной во всех процедурах анализа взаимосвязанности.

Статическая спецификация **Diebold–Yilmaz VAR(4)** с десятишаговым горизонтом прогнозирования использовалась в качестве базовой модели для полной выборки, тогда как модель **TVP-VAR** Antonakakis et al. (2020) с коэффициентами забывания $\kappa_1 = 0,99$ и $\kappa_2 = 0,96$ применялась для оценки динамической взаимосвязанности. Квантильная взаимосвязанность рассчитывалась для $\tau \in \{0,05; 0,50; 0,95\}$ с использованием квантильной регрессии Koenker и Bassett (1978). Тест асимметричной причинности Hatemi-J (2012) был применён ко всем **168 направленным перестановкам**; для тестов, связанных с **BIST 100**, использовались критические значения, полученные методом **bootstrap на основе 500 повторных выборок**. Частотная декомпозиция проводилась в соответствии с методологией Baruník и Křehlík (2018) по трём спектральным диапазонам.

Даты структурных сдвигов определялись с использованием процедуры Bai и Perron (1998, 2003). Устойчивость результатов проверялась посредством VAR-моделей со скользящим окном при четырёх различных длинах окна, альтернативных комбинаций коэффициентов забывания, альтернативных порядков лага ($p = 2–8$), альтернативных горизонтов прогнозирования ($H = 5, 15, 20$) и анализа подвыборок. Поскольку в исследовании использовались исключительно общедоступные вторичные данные, сбор первичных данных и получение одобрения комитета по этике не требовались.

Результаты

Получены четыре основных результата. **Во-первых**, статический **общий индекс переливов (Total Spillover Index, TSI)** для полной выборки составляет **51,0%**. **FTSE 100** выступает в качестве доминирующего чистого передатчика шоков (**+28,1%**), тогда как **BIST 100** является крупнейшим чистым получателем (**–17,8%**). Динамическая траектория TVP-VAR варьируется от **24,3%** в феврале 2018 г. до **82,7% 13 марта 2020 г.** и позволяет выделить пять режимов взаимосвязанности: умеренные переливы в 2003–2006 гг., устойчиво повышенную взаимосвязанность в 2007–2012 гг., посткризисную

нормализацию в 2013–2017 гг., резкий всплеск в период пандемии COVID-19 в 2020 г. и умеренный режим начиная с 2022 г.

Во-вторых, взаимосвязанность характеризуется выраженным **усилением в хвостах распределения**: общесистемный TSI возрастает с **55,0%** на уровне условной медианы до **81,4%** в нижнем хвосте и **80,0%** в верхнем хвосте. При этом позиция BIST 100 как чистого получателя наиболее выражена на медианном квантиле (**–12,3%**) и существенно слабее в обоих хвостах распределения — **–6,6% в кризисные периоды** и **–4,8% в периоды рыночного роста**. Это свидетельствует о том, что специфические для Турции шоки генерируют исходящие потоки дисперсии, которые в хвостовых состояниях частично компенсируют потоки, направленные с глобальных рынков в Турцию.

В-третьих, частотная декомпозиция показывает, что **74%** совокупных переливов реализуется в диапазоне **1–5 торговых дней**, тогда как на долгосрочный диапазон (**>22 дней**) приходится лишь **6,7%**. Это позволяет идентифицировать **ребалансировку инвестиционных портфелей**, а не макроэкономические фундаментальные факторы, в качестве доминирующего канала трансмиссии. Долгосрочный чистый эффект распространения шоков со стороны Турции практически равен нулю и составляет **–0,82%**.

В-четвёртых, тест асимметричной причинности Hatemi-J выявляет высокосignификантную причинно-следственную связь от **отрицательных шоков BIST 100 к положительным шокам S&P 500** (Wald = 130,33; bootstrap p < 0,001), что согласуется с механизмом «бегства в качество/безопасность» (flight-to-safety). Аналогичные закономерности наблюдаются для DAX (Wald = 454,92) и FTSE 100 (Wald = 488,55).

Заключение

Результаты исследования показывают, что интеграция между Стамбульской фондовой биржей и мировыми фондовыми рынками, которую основанные на средних значениях показатели характеризуют как «умеренную», в действительности представляет собой **режимно-зависимый, усиливающийся в хвостах распределения, асимметричный по знаку шоков и преимущественно высокочастотный феномен**. Такая комплексная характеристика не могла быть получена в предшествующих исследованиях турецкого рынка, основанных на использовании единственного методологического подхода.

Ключевой вклад исследования состоит в эмпирическом установлении того, что **хвостовая взаимосвязанность (81–80%) существенно превышает взаимосвязанность на уровне медианы (55%)**. Это означает, что традиционные стратегии диверсификации теряют эффективность именно в тех рыночных условиях, когда их защитная функция наиболее востребована. Данный результат позволяет переосмыслить характер межрыночной интеграции как с точки зрения управления инвестиционными портфелями, так и с позиции экономической и финансовой политики.

С точки зрения макропруденциальной политики модель **TVP-VAR в режиме реального времени** может служить полезным дополнением к индикаторам финансовой стабильности **Центрального банка Турецкой Республики**, особенно с учётом беспрецедентного пикового значения взаимосвязанности в **82,7%**, зафиксированного в период пандемии COVID-19. Кроме того, выявленная причинность от отрицательных шоков BIST 100 к положительным шокам S&P 500 указывает на то, что стресс на турецком фондовом рынке потенциально может выступать в качестве **индикатора раннего предупреждения** о росте международного спроса на активы-убежища.

В исследовании признаются три основных ограничения: анализ ограничен рынками акций, не включает Россию и Китай и основывается на показателях волатильности, полученных посредством моделей **GARCH(1,1)**. В дальнейших исследованиях целесообразно расширить предложенную аналитическую систему на **мультиактивные системы**, включить исключённых региональных партнёров и протестировать альтернативные спецификации моделирования волатильности.

Ключевые слова: переливы волатильности; TVP-VAR; квантильная взаимосвязанность; частотная декомпозиция; Стамбульская фондовая биржа; хвостовая зависимость.

संरचित सारांश

उद्देश्य (Aim)

वित्तीय आघातों का अंतरराष्ट्रीय संचरण तीन दशकों से अधिक समय से अनुभवजन्य वित्तीय अनुसंधान का एक केंद्रीय विषय रहा है। तथापि, एक प्रमुख प्रश्न अभी भी अनुत्तरित है: क्या माध्य-आधारित पारंपरिक संबद्धता माप अंतर-बाज़ार एकीकरण को पर्याप्त रूप से अभिलक्षित करने में सक्षम हैं, अथवा वितरण की पुच्छों (tails) और विशिष्ट आवृत्ति क्षितिजों से संबंधित संबद्धता के आयाम स्वतंत्र सूचनात्मक महत्त्व रखते हैं? संबद्धता संबंधी अनुसंधान का विकास तीन प्रमुख पद्धतिगत पीढ़ियों के माध्यम से हुआ है—सह-एकीकरण विश्लेषण (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991), Diebold और Yilmaz (2009, 2012) का सामान्यीकृत विचरण-विघटन ढाँचा, तथा Antonakakis et al. (2020) द्वारा विकसित समय-परिवर्ती प्राचल सदिश स्वप्रतिगामी (TVP-VAR) विस्तार। इसके बावजूद, तुर्की बाज़ार पर पूर्ववर्ती किसी अध्ययन ने एक समान नमूने पर Ando et al. (2022) के **क्वांटाइल-VAR (Quantile-VAR)**, Hatemi-J (2012) की **असममित कारणाता**, तथा Baruník–Křehlík (2018) के **आवृत्ति-क्षेत्र विघटन** को संयुक्त रूप से लागू नहीं किया है। यही पद्धतिगत रिक्तता वर्तमान अध्ययन द्वारा संबोधित प्रमुख अनुसंधान-अंतराल का निर्माण करती है।

तदनुसार, इस अध्ययन का उद्देश्य जनवरी 2002 से दिसंबर 2025 तक की अवधि—जिसमें **5,124 समान व्यापारिक दिवस** सम्मिलित हैं—के दौरान इस्तांबुल स्टॉक एक्सचेंज (BIST 100) और छह प्रमुख वैश्विक इक्विटी बाज़ारों—S&P 500 (संयुक्त राज्य अमेरिका), DAX (जर्मनी), FTSE 100 (यूनाइटेड किंगडम), BOVESPA (ब्राज़ील), SENSEX (भारत) और ATHEX (ग्रीस)—के बीच अस्थिरता एकीकरण के **समय-परिवर्ती, क्वांटाइल-विशिष्ट और आवृत्ति-क्षेत्र संबंधी आयामों** का विश्लेषण करना तथा प्रमुख संचरण चैनलों और उनके असममित गुणों की पहचान करना है।

तुर्की इस विश्लेषण के लिए विशेष रूप से महत्त्वपूर्ण संदर्भ प्रदान करता है: यह एक बड़ी, संरचनात्मक रूप से खुली उभरती अर्थव्यवस्था है, जिसके यूरोप के साथ गहरे व्यापारिक और वित्तीय संबंध हैं तथा जिसकी घरेलू मौद्रिक व्यवस्था ने 2018–2023 के दौरान बार-बार अपरंपरागत नीतिगत प्रकरणों का अनुभव किया। अध्ययन तीन अनुसंधान प्रश्नों द्वारा निर्देशित है: (i) विभिन्न संकट अवधियों में BIST 100 और प्रमुख वैश्विक सूचकांकों के बीच अस्थिरता स्पिलओवर की तीव्रता और दिशा किस प्रकार विकसित हुई है? (ii) क्या स्पिलओवर प्रतिरूप विभिन्न सशर्त क्वांटाइलों में भिन्न होते हैं—अर्थात् क्या संकट परिस्थितियों को निरूपित करने वाली निचली पुच्छ में तुर्की बाज़ार का एकीकरण सशर्त माधिका की तुलना में अधिक तीव्र है? और (iii) एकीकरण मुख्यतः किन आवृत्ति क्षितिजों पर संचालित होता है?

पद्धति (Method)

यह अध्ययन मात्रात्मक अनुसंधान अभिकल्प को अपनाता है और पूर्णतः सार्वजनिक रूप से उपलब्ध द्वितीयक बाज़ार आँकड़ों पर आधारित है। सात सूचकांकों के लिए **Yahoo Finance** से प्राप्त समापन मूल्यों के आधार पर **2 जनवरी 2002 से 30 दिसंबर 2025** तक की अवधि के दैनिक लघुगणकीय प्रतिफल निर्मित किए गए, जिसमें कुल **5,124 समान व्यापारिक दिवस** सम्मिलित हैं। प्रत्येक प्रतिफल श्रृंखला के लिए अधिकतम संभाव्यता विधि द्वारा अनुमानित **GARCH(1,1)** सशर्त अस्थिरताओं को सभी संबद्धता विश्लेषणों के इनपुट के रूप में प्रयुक्त किया गया।

दस-चरणीय पूर्वानुमान क्षितिज के साथ एक स्थिर **Diebold–Yilmaz VAR(4)** विनिर्देशन को पूर्ण-नमूना बेंचमार्क के रूप में अपनाया गया, जबकि Antonakakis et al. (2020) के **TVP-VAR** मॉडल—जिसमें विस्मरण गुणांक $\kappa_1 = 0.99$ और $\kappa_2 = 0.96$ निर्धारित किए गए—का उपयोग समय-परिवर्ती संबद्धता को अभिलक्षित करने के लिए किया गया। क्वांटाइल संबद्धता की गणना Koenker और Bassett (1978) की क्वांटाइल प्रतिगमन पद्धति का उपयोग करते हुए $\tau \in \{0.05, 0.50, 0.95\}$ पर की गई। Hatemi-J (2012) की असममित कारणाता पद्धति सभी **168 दिशात्मक क्रमविन्यासों** पर लागू की गई तथा BIST 100 से संबंधित परीक्षणों के लिए **500 पुनरावृत्तियों वाले बूटस्टैप** से प्राप्त क्रांतिक मानों का उपयोग किया गया। आवृत्ति-क्षेत्र विघटन Baruník और Křehlík (2018) की पद्धति के अनुसार तीन वर्णक्रमीय बैंडों में किया गया।

संरचनात्मक विच्छेदों की तिथियाँ Bai और Perron (1998, 2003) की पद्धति से निर्धारित की गईं। परिणामों की सुदृढ़ता का परीक्षण चार अलग-अलग विंडो लंबाइयों वाले रोलिंग-विंडो VAR, विस्मरण गुणांकों के वैकल्पिक संयोजनों, वैकल्पिक लैंग लंबाइयों ($p = 2-8$), वैकल्पिक पूर्वानुमान क्षितिजों ($H = 5, 15, 20$) तथा उप-नमूना विश्लेषण के माध्यम से किया गया। चूँकि अध्ययन में केवल सार्वजनिक रूप से उपलब्ध द्वितीयक आँकड़ों का उपयोग किया गया है, इसलिए प्राथमिक डेटा संग्रह अथवा नैतिकता समिति की स्वीकृति की आवश्यकता नहीं थी।

निष्कर्ष/परिणाम (Findings)

विश्लेषण से चार प्रमुख निष्कर्ष प्राप्त होते हैं। **प्रथम**, पूर्ण नमूने के लिए स्थिर **कुल स्पिलओवर सूचकांक (Total Spillover Index, TSI) 51.0%** है। **FTSE 100** प्रमुख शुद्ध संचरणकर्ता (+28.1%) है, जबकि **BIST 100** सबसे बड़ा शुद्ध प्राप्तकर्ता (-17.8%) है। गतिशील TVP-VAR प्रक्षेपवक्र फरवरी 2018 में 24.3% से लेकर 13 मार्च 2020 को 82.7% तक विस्तृत है और संबद्धता के पाँच विशिष्ट व्यवस्थागत चरणों को प्रकट करता है: 2003–2006 में मध्यम स्पिलओवर, 2007–2012 में निरंतर उच्च स्तर, 2013–2017 में संकटोत्तर सामान्यीकरण, 2020 में **COVID-19** से संबंधित तीव्र उछाल तथा 2022 के बाद से मध्यम व्यवस्था।

द्वितीय, संबद्धता में स्पष्ट **पुच्छ-प्रवर्धन (tail amplification)** पाया जाता है। प्रणाली-व्यापी TSI सशर्त माधिका पर 55.0% से बढ़कर निचली पुच्छ में 81.4% तथा ऊपरी पुच्छ में 80.0% हो जाता है। वहीं, शुद्ध प्राप्तकर्ता के रूप में BIST 100 की स्थिति माधिका पर सर्वाधिक (-12.3%) है और दोनों पुच्छों पर उल्लेखनीय रूप से कम हो जाती है—संकट के दौरान -6.6% तथा तेज़ी के दौर में -4.8%। यह परिणाम इंगित करता है कि तुर्की-विशिष्ट आघात बाह्यगामी विचरण प्रवाह उत्पन्न करते हैं, जो पुच्छीय प्रकरणों के दौरान वैश्विक बाज़ारों से तुर्की की ओर आने वाले प्रवाह को आंशिक रूप से प्रतिसंतुलित करते हैं।

तृतीय, आवृत्ति-क्षेत्र विघटन से ज्ञात होता है कि कुल स्पिलओवर का 74%, 1–5 व्यापारिक दिवसों वाले बैंड में संचालित होता है, जबकि दीर्घकालिक (>22 दिवस) बैंड में केवल 6.7% संचालित होता है। यह परिणाम समष्टि-आर्थिक मूलभूत कारकों के बजाय **पोर्टफोलियो पुनर्संतुलन (portfolio rebalancing)** को प्रमुख संचरण चैनल के रूप में चिह्नित करता है। तुर्की का दीर्घकालिक शुद्ध प्रसार प्रभाव वस्तुतः शून्य के निकट है (-0.82%)।

चतुर्थ, Hatemi-J असममित कारणता विश्लेषण **BIST 100 के नकारात्मक आघातों से S&P 500 के सकारात्मक आघातों की ओर** अत्यधिक सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण कारणता प्रकट करता है (Wald = 130.33, bootstrap p < 0.001), जो **सुरक्षित परिसंपत्तियों की ओर पलायन (flight-to-safety)** तंत्र के अनुरूप है। DAX (Wald = 454.92) और FTSE 100 (Wald = 488.55) के लिए भी समान प्रतिरूप पाए गए।

निष्कर्ष (Conclusion)

यह अध्ययन प्रदर्शित करता है कि माध्य-आधारित मापों द्वारा इस्तांबुल स्टॉक एक्सचेंज और वैश्विक इक्विटी बाज़ारों के बीच जिस एकीकरण को “मध्यम” के रूप में निरूपित किया जाता है, वह वास्तव में एक **व्यवस्था-निर्भर, पुच्छ-प्रवर्धित, संकेत-असममित और उच्च-आवृत्ति प्रधान परिघटना** है—ऐसी समग्र विशेषता जिसे तुर्की बाज़ार पर पूर्ववर्ती एकल-पद्धति अध्ययनों द्वारा स्थापित नहीं किया जा सका था।

अध्ययन का केंद्रीय योगदान यह अनुभवजन्य रूप से स्थापित करना है कि **पुच्छीय संबद्धता (81–80%) माधिका संबद्धता (55%) से उल्लेखनीय रूप से अधिक है**। इससे संकेत मिलता है कि पारंपरिक विविधीकरण रणनीतियाँ ठीक उन्हीं परिस्थितियों में विफल होती हैं, जब उनकी जोखिम-न्यूनकारी भूमिका की सर्वाधिक आवश्यकता होती है। यह निष्कर्ष पोर्टफोलियो प्रबंधन तथा नीतिगत निर्णय-निर्माण, दोनों के दृष्टिकोण से अंतर-बाज़ार एकीकरण की प्रकृति की पुनर्व्याख्या करता है।

समष्टि-विवेकपूर्ण नीति के संदर्भ में, वास्तविक समय TVP-VAR ढाँचा **तुर्की गणराज्य के केंद्रीय बैंक** के वित्तीय स्थिरता संकेतकों के लिए एक उपयोगी पूरक सिद्ध हो सकता है, विशेष रूप से **COVID-19** के दौरान दर्ज किए गए अभूतपूर्व 82.7% के शिखर को देखते हुए। इसके अतिरिक्त, BIST 100 के नकारात्मक आघातों से S&P 500 के सकारात्मक आघातों की ओर प्रलेखित कारणता यह इंगित करती है कि तुर्की इक्विटी बाज़ार में तनाव अंतरराष्ट्रीय स्तर पर **सुरक्षित-आश्रय परिसंपत्तियों की माँग** के लिए एक **पूर्व-चेतावनी संकेतक** के रूप में कार्य कर सकता है।

अध्ययन की तीन प्रमुख सीमाएँ स्वीकार की गई हैं: विश्लेषण केवल इक्विटी बाज़ारों तक सीमित है; रूस और चीन को इसमें सम्मिलित नहीं किया गया है; तथा यह **GARCH(1,1)** आधारित अस्थिरता प्रॉक्सी पर निर्भर करता है। भावी अनुसंधान में इस ढाँचे को **बहु-परिसंपत्ति-वर्ग प्रणालियों** तक विस्तारित किया जाना चाहिए, वर्तमान में बहिष्कृत क्षेत्रीय भागीदारों को सम्मिलित किया जाना चाहिए तथा वैकल्पिक अस्थिरता विनिर्देशों का परीक्षण किया जाना चाहिए।

मुख्य शब्द: अस्थिरता स्पिलओवर; TVP-VAR; क्रांटाइल संबद्धता; आवृत्ति-क्षेत्र विघटन; इस्तांबुल स्टॉक एक्सचेंज; पुच्छ निर्भरता।

Yapılandırılmış Özet

Amaç

Finansal şokların uluslararası aktarımı otuz yılı aşkın süredir ampirik finansın merkezinde yer almakla birlikte temel bir soru hâlâ yanıtlanmayı beklemektedir: Geleneksel, ortalamaya dayalı bağlantılılık ölçütleri piyasalar arası bütünleşmeyi yakalamak için yeterli midir, yoksa bağlantılılığın kuyruğa özgü ve frekansa özgü boyutları bağımsız bir bilgisel değer mi taşımaktadır? Bağlantılılık yazını üç metodolojik kuşaktan geçmiştir: Eşbütünleşme analizi (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991), Diebold ve Yılmaz'ın (2009, 2012) genelleştirilmiş varyans-ayrıştırma çerçevesi ve bunun zamanla değişen TVP-VAR uzantısı (Antonakakis vd., 2020). Ancak Türkiye piyasasına ilişkin daha önceki hiçbir çalışma; kantil-VAR (Ando vd., 2022), Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik ve Baruník–Křehlík (2018) frekans alanı ayrıştırmasını ortak bir örneklem üzerinde birlikte uygulamamıştır. Bu durum, çalışmanın ele aldığı temel araştırma boşluğunu oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak çalışmanın amacı, Borsa İstanbul (BIST 100) ile altı büyük küresel hisse senedi piyasası — S&P 500 (ABD), DAX (Almanya), FTSE 100 (Birleşik Krallık), BOVESPA (Brezilya), SENSEX (Hindistan) ve ATHEX (Yunanistan)— arasındaki oynaklık bütünleşmesinin zamanla değişen, kantile özgü ve frekans alanına ilişkin boyutlarını Ocak 2002–Aralık 2025 döneminde (5.124 ortak işlem günü) nitelendirmek ve baskın aktarım kanalları ile bunların asimetrik özelliklerini belirlemektir. Türkiye değerli bir gelişmekte olan ekonomidir ve yurt içi para politikası rejimi 2018–2023 arasında yinelenen konvansiyonel olmayan politika dönemleri yaşamıştır. Analize üç araştırma sorusu yön vermektedir: (i) BIST 100 ile büyük küresel endeksler arasındaki oynaklık yayılımlarının gücü ve yönü kriz dönemleri boyunca nasıl evrilmiştir? (ii) Yayılım örüntüleri koşullu kantiller arasında farklılaşmakta mıdır; Türk piyasası alt kuyrukta (kriz koşulları) medyana kıyasla daha yoğun mu bütünleşmektedir? (iii) Bütünleşme ağırlıklı olarak hangi frekans ufuklarında işlemektedir?

Yöntem

Çalışma, yalnızca kamuya açık ikincil piyasa verilerine dayanan nicel bir araştırma deseninde yürütülmüştür. Günlük logaritmik getiriler, yedi endeks için 2 Ocak 2002–30 Aralık 2025 döneminde (5.124 ortak işlem günü) Yahoo Finance kapanış fiyatlarından oluşturulmuştur. Her seri için maksimum olabilirlik yöntemiyle tahmin edilen GARCH(1,1) koşullu oynaklıkları, tüm bağlantılılık analizlerine girdi olarak kullanılmıştır. 10 adımlık tahmin ufukuna sahip statik bir Diebold–Yılmaz VAR(4) belirlenimi tam örneklem karşılaştırma ölçütünü sağlamış; Antonakakis vd. (2020) TVP-VAR'ı ise $\kappa_1 = 0,99$ ve $\kappa_2 = 0,96$ unutma faktörleriyle zamanla değişen bağlantılılığı yakalamıştır. Kantil bağlantılılığı, kantil regresyon (Koenker & Bassett, 1978) ile $\tau \in \{0,05; 0,50; 0,95\}$ değerlerinde hesaplanmıştır; Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testi 168 yönlü permütasyonun tümüne, BIST 100 testleri için bootstrap kritik değerleriyle (500 yineleme) uygulanmıştır; frekans alanı ayrıştırması üç spektral bant boyunca Baruník ve Křehlík (2018) izlenerek gerçekleştirilmiştir. Yapısal kırılmalar Bai ve Perron (1998, 2003) yöntemiyle tarihlendirilmiştir. Sağlamlık; kayan pencere VAR (dört pencere uzunluğu), alternatif unutma faktörü kombinasyonları, alternatif gecikme uzunlukları ($p = 2-8$), alternatif tahmin ufukları ($H = 5, 15, 20$) ve alt örneklem analizi ile değerlendirilmiştir. Yalnızca kamuya açık ikincil veriler kullanıldığından birincil veri toplaması veya etik kurul onayı gerekmemiştir.

Bulgular

Dört temel bulgu öne çıkmaktadır. İlk olarak, statik tam örneklem TYE'si %51,0 olup FTSE 100 baskın net yayıcı (+%28,1), BIST 100 ise en büyük net alıcıdır (−%17,8); dinamik TVP-VAR yörüngesi %24,3 (Şubat 2018) ile %82,7 (13 Mart 2020) arasında değişerek beş bağlantılılık rejimini ortaya koymaktadır (2003–2006 ılımlı yayılım, 2007–2012 sürdürülen yükseklik, 2013–2017 kriz sonrası normalleşme, 2020 COVID-19 sıçraması ve 2022'den itibaren ılımlı rejim). İkinci olarak, bağlantılılık güçlü biçimde kuyrukta büyümektedir: Sistem geneli TYE'si koşullu medyanda %55,0'ten alt kuyrukta %81,4'e ve üst kuyrukta %80,0'e yükselirken, BIST 100'ün net alıcı konumu medyanda en büyük (−%12,3), her iki kuyrukta ise belirgin biçimde daha küçüktür (kriz dönemlerinde −%6,6; ralli dönemlerinde −%4,8); bu bulgu, Türkiye'ye özgü şokların dışa yönelik varyans akışları üreterek kuyruk dönemlerinde küresel-Türkiye yönlü akışı kısmen dengelediğine işaret etmektedir. Üçüncü olarak, frekans alanı ayrıştırması, toplam yayılımın %74'ünün 1–5 işlem günü bandında, yalnızca %6,7'sinin ise uzun dönem (>22 gün) bandında işlediğini göstererek baskın kanalın makroekonomik temeller değil portföy yeniden dengelemesi olduğunu ortaya koymaktadır; Türkiye'nin uzun

dönemli net difüzyon etkisi esasen sıfırdır ($-0,82$). Dördüncü olarak, Hatemi-J asimetrik nedensellik analizi, güvenli limana kaçış mekanizmasıyla tutarlı biçimde BIST 100'den S&P 500'e oldukça anlamlı bir negatiften-pozitif nedensellik ortaya koymakta (Wald = 130,33; bootstrap $p < 0,001$), benzer örüntüler DAX (Wald = 454,92) ve FTSE 100 (Wald = 488,55) için de görülmektedir.

Sonuç

Çalışma, ortalamaya dayalı ölçütlerin Borsa İstanbul ile küresel hisse senedi piyasaları arasında “ılımlı” bütünleşme olarak nitelendirdiği olgunun gerçekte rejime bağlı, kuyruğu büyüten, işaret bakımından asimetrik ve yüksek frekanslı bir olgu olduğunu göstermektedir; bu nitelendirme, daha önceki tek yöntemli hiçbir Türkiye çalışmasının sunamadığı bir katkıdır. Çalışmanın temel katkısı, kuyruk bağlantılılığının (%81–80) medyan bağlantılılığını (%55) belirgin biçimde aştığını ampirik olarak ortaya koyması ve böylece geleneksel çeşitlendirmenin tam da en çok gereksinim duyulduğu anda başarısız olduğunu göstermesidir; bu bulgu, piyasalar arası bütünleşmeyi hem portföy hem de politika perspektifinden yeniden çerçevelemektedir. Makro ihtiyati politika açısından, COVID-19 sırasında kaydedilen benzeri görülmemiş %82,7'lik zirve göz önüne alındığında gerçek zamanlı TVP-VAR çerçevesi, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın finansal istikrar göstergelerini yararlı biçimde tamamlayabilir; BIST 100'den S&P 500'e belgelenen negatiften-pozitif nedensellik ise Türk hisse senedi piyasasındaki stresin uluslararası güvenli liman talebi için bir erken uyarı sinyali işlevi görebileceğini düşündürmektedir. Üç sınırlılık kabul edilmektedir —analiz hisse senedi piyasalarıyla sınırlıdır, Rusya ve Çin'i dışarıda bırakmaktadır ve GARCH(1,1) oynaklık vekillerine dayanmaktadır— ve gelecekteki araştırmalar çerçeveyi çok varlık sınıflı sistemlere genişletmeli, dışarıda bırakılan bölgesel ortakları dâhil etmeli ve alternatif oynaklık belirlenimlerini sınamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Oynaklık Yayılımı; TVP-VAR; Kantil Bağlantılılık; Frekans Alanı Ayırıştırması; Borsa İstanbul; Kuyruk Bağlılığı



www.turkishstudies.net/economy

Turkish Studies - Economics, Finance, Politics

eISSN: 2667-5625



Time-Varying Volatility Connectedness Between Borsa Istanbul and Major Global Equity Markets: Quantile and Frequency-Domain Evidence (2002–2025)

Introduction

The international spillover of financial shocks has been a central topic in empirical finance for over thirty years, but the post-2008 environment has fundamentally reshaped how academics conceptualize this phenomenon. As Diebold and Yılmaz (2023) argue in their retrospective assessment, the global financial crisis (GFC) shifted the academic focus from static integration concepts (long-term cointegration, mean correlations) to time-dependent network representations capable of capturing the heterogeneous and asymmetric aspects of shock spillover patterns across markets and frequencies. The successive crises of the last fifteen years have provided an unprecedented natural laboratory for testing and expanding these ideas (Antonakakis et al., 2020; Chatziantoniou et al., 2022).

Türkiye offers an almost ideal setting for studying emerging market integration: a structurally large, open economy with deep European trade and financial ties, and a domestic monetary regime that experienced repeated periods of unconventional policy between 2018 and 2023. The 24-year sample window encompasses the 2008 global financial crisis, the 2010–2012 European debt crisis, the 2013 Taper Tantrum, the 2018 lira crisis, the 2020 COVID-19 shock, and the 2022 Russia–Ukraine conflict, providing a uniquely rich laboratory for dynamic and asymmetric linkage analysis.

Despite the growing connectedness literature, three interrelated questions remain incompletely answered for the Turkish case. First, how has the strength and direction of volatility spillovers between the BIST 100 and major global indices evolved over the past 24 years, and how do successive crisis episodes compare in terms of system-wide connectedness? Second, do these spillover patterns exhibit asymmetry across conditional quantiles—that is, is the Turkish market more (or less) integrated with global markets in the lower tail (crisis) than at the median or in the upper tail (rallies)? Third, at what frequency horizons does the integration operate—through transitory, high-frequency portfolio rebalancing or through persistent, low-frequency structural ties?

This study offers four key contributions. First, we characterize the tail asymmetry and frequency profile of the integration of the Turkish equity market with major global markets. Second, we adopt the TVP-VAR connectedness framework of Antonakakis et al. (2020) as the primary specification and extend it along three theoretically motivated dimensions: quantile-VAR (Ando et al., 2022), Hatemi-J (2012) asymmetric causality with bootstrap critical values, and Baruník and Křehlík (2018) frequency-domain decomposition. Third, the country sample spans the global financial centre (United States), Türkiye's principal European partners (Germany, United Kingdom), Fragile-Five peers (Brazil, India), and the regional referent (Greece), with endogenous regime shifts identified via Bai and Perron (1998, 2003) breaks. Fourth, we document a flight-to-safety asymmetry

from BIST 100 to S&P 500 not previously identified in the Turkish literature (Bouri et al., 2021; Adekoya et al., 2022; Cunado et al., 2024).

The principal findings can be condensed into four points. First, the dynamic TVP-VAR total spillover index ranges from 24.3% to 82.7%, with peaks coinciding precisely with the GFC, the European debt crisis, and the COVID-19 shock; Türkiye emerges as the largest net receiver in the system. Second, the integration becomes substantially stronger in the conditional tails than at the median—a feature missed entirely by mean-based measures. Third, approximately three-quarters of the total spillover occurs within one to five trading days, indicating portfolio rebalancing as the dominant transmission channel. Fourth, asymmetric causality documents a flight-to-safety pattern, with negative BIST 100 shocks generating positive innovations in the S&P 500.

The rest of the article is structured as follows. Section 2 reviews the relevant literature. Section 3 explains the data. Section 4 sets out the methodology. Section 5 presents the empirical results. Section 6 discusses the economic and policy implications and acknowledges the limitations. Section 7 is the conclusion¹.

Literature Review

The Connectedness Framework and Turkish Empirical Evidence

The empirical study of cross-border financial transmission has historically followed three methodological generations. The first relied on cointegration analysis (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991) to identify long-term linkages. For Turkey, Korkmaz and Çevik (2008) and Vardar et al. (2015) documented cointegration between the BIST 100 and major European indices, but found short-term linkages at a modest level. The second generation focuses on the Diebold and Yılmaz (2009, 2012, 2014) connectedness framework, which decomposes the generalized forecast-error variance decomposition to present a single-number Total Spillover Index, directional spreads, and net spreads—all invariant with respect to the order of the variables. Its natural successor is the time-varying parameter (TVP) VAR specification of Antonakakis et al. (2020), which enables continuous parameter evolution via the Kalman filter–smoother and has rapidly become a standard dynamic specification (Chatziantoniou et al., 2022; Bouri et al., 2021).

Quantile, Asymmetric, and Frequency-Domain Extensions

Three theoretically justified extensions of the connectedness framework are central to this study. The quantile-VAR connectedness approach developed by Ando et al. (2022) allows connectedness to vary across the conditional distribution and strengthen at the extremes by replacing conditional mean equations with conditional quantile equations. Hatemi-J (2012) proposes an asymmetric causality test that separates returns into positive and negative cumulative components and applies the Toda-Yamamoto (1995) extended Wald test to each directional combination. Baruník and Křehlík (2018) isolate short (1–5 days), medium (5–22 days), and long-frequency (>22 days) connectedness by decomposing GFEVD along frequency bands; this is an important diagnostic tool for distinguishing portfolio rebalancing from macroeconomic fundamental channels.

¹ See also the following sources on the stock market and Borsa Istanbul: Gönüllü, 2020; Kesecir & Yıldırım, 2019; Ağırman & Osman, 2019; Akten Çürük, 2018; Alsu, 2019; Barut & Kaya, 2021; Bayraktar, 2021; Dertli & Eryüzlü, 2021; Gönüllü, 2018; Gülhan, 2020; Levent, 2020; Özmen, 2021; Topaloğlu & Turaboğlu, 2018; Yılmaz & Yerdelen Kaygın, 2018; Ezer, 2019; Avcı, 2020; Çimen, 2019; Ertuğrul & Qureshi, 2020; Girgin & Özgen, 2020; Hatır & Kartal, 2020; Kanat, 2020; Kuloğlu, 2020; Münyas, 2020; Paksoy, 2021; Süslü & Altın, 2021; Şeyranlıoğlu & Karavardar, 2019; Yürük, 2022; Kaya ve Gülhan, 2023; Saatcioğlu ve Kula, 2023; Avcı ve Avcı, 2023; Sarıhan, 2024; Çipe ve Aslan, 2024; Bozkurt ve Şimşek, 2024; Özari, 2024; Demirkale, 2024; Can, 2024; Keskin ve Aytüre, 2024; Yüzbaşıoğlu, 2025; Talaş, 2025; Öztürk, 2025; Tuncay, 2025; Keyifli ve Ergün, 2025.

Research Gap

There are two significant gaps in the Turkish connectedness literature. First, no previous study has characterized the tail asymmetry and frequency profile of BIST's integration with major global markets together; yet these two diagnostic dimensions suggest diametrically opposed policy recommendations. Second, existing Turkish studies have reported BIST as a net receiver overall (Can Ergün & Karabıyık, 2020; Gökbulut, 2017) but have not investigated whether positive and negative shocks are transmitted symmetrically. This study addresses both gaps using a combined TVP-VAR framework enhanced with quantile, asymmetric causality, and frequency-domain extensions.

Data

Sample, Country Selection, and Indices

The empirical analysis covers daily closing values between January 2, 2002, and December 30, 2025, and includes 5,124 common transaction observations across seven markets. The starting date was deliberately chosen to exclude events such as the 2000–2001 Turkish banking crisis and the transition to a floating exchange rate, which would conflate Türkiye-specific structural shocks with the phenomenon of inter-country financial integration (Akçay & Güngen, 2019). The 24-year period encompasses six major shocks: the 2008 Global Financial Crisis, the 2010–2012 European sovereign debt crisis, the 2013 Taper Tantrum, the 2018 Turkish currency crisis, the March 2020 COVID-19 pandemic shock, and the 2022 Russian invasion of Ukraine and subsequent global tightening cycle.

The country sample combines theoretical and empirical considerations. The seven indices represent four functional roles: (i) global financial center (S&P 500), (ii) Türkiye's main European trading and financial partners (DAX, FTSE 100), (iii) Fragile Five emerging market peers (BOVESPA, SENSEX), and (iv) Greece as a regional and geopolitical reference point (ATHEX). Table 1 provides full details.

Table 1: Country Sample, Indices, and Theoretical Justification

Country	Index	Ticker	Theoretical Role
Türkiye	BIST 100	XU100.IS	Focal market — emerging economy with twin deficits and capital-flow sensitivity.
USA	S&P 500	^GSPC	Global financial centre; principal source of monetary-policy spillovers.
Germany	DAX	^GDAXI	Türkiye's largest trading partner; benchmark for European industrial activity.
UK	FTSE 100	^FTSE	London as a global financial hub; sterling and Brexit transmission channels.
Brazil	BOVESPA	^BVSP	Fragile-Five peer; commodity-exporter EM with similar twin-deficit profile.
India	SENSEX	^BSESN	Fragile-Five peer; demographic giant; structural EM benchmark.
Greece	ATHEX	GD.AT	Regional and geopolitical referent; epicentre of European debt crisis.

Source: Yahoo Finance, retrieved 4 May 2026. All series are daily closing values in local currency.

Descriptive Statistics and Stationarity

Daily logarithmic returns were calculated as $r_t = 100 \times [\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})]$. Summary statistics are reported in Table 2. The highest average daily return was observed for the BIST 100 (0.085%), reflecting high nominal returns associated with a high-inflation regime—a pattern consistent with Sumer and Ozorhon (2021). Greece is the only market with a negative average return,

reflecting the prolonged stagnation of ATHEX following the 2010 sovereign debt crisis. Each index exhibits significantly excess kurtosis (4.42–13.82), and the Jarque-Bera test rejects normality at the 1% level for all series, providing empirical justification for the quantile and asymmetric methodologies used below. The augmented Dickey–Fuller (Dickey & Fuller, 1979), Phillips–Perron (Phillips & Perron, 1988) and KPSS (Kwiatkowski et al., 1992) tests show that all log-price series are $I(1)$ and all log-return series are $I(0)$.

Table 2: Descriptive Statistics of Daily Log>Returns (%), 2002–2025

Index	N	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Skew.	Ex. Kurt.
BIST 100	5,124	0.0854	1.9187	−11.76	13.42	−0.237	4.42
S&P 500	5,124	0.0349	1.2794	−12.77	13.20	−0.295	13.13
DAX	5,124	0.0304	1.5154	−13.05	14.04	−0.074	7.35
FTSE 100	5,124	0.0126	1.2208	−11.51	12.77	−0.227	10.84
BOVESPA	5,124	0.0479	1.8038	−15.99	23.57	0.041	12.38
SENSEX	5,124	0.0635	1.4449	−14.10	15.99	−0.115	13.82
ATHEX	5,124	−0.0042	1.9624	−17.71	19.53	−0.349	10.20

Note: The Jarque–Bera test rejects normality at the 1% level for all series.

Pairwise Correlations and Endogenous Structural Breaks

Table 3 shows the unconditional Pearson correlation matrix of daily logarithmic returns. The highest pairwise correlation is between the DAX and FTSE 100 (0.83), reflecting the deep integration of European equity markets. The BIST 100's highest pairwise correlations are with FTSE 100 (0.42) and DAX (0.40), confirming the persistence of the Türkiye–Europe nexus. The correlation with the S&P 500 is markedly lower (0.29), suggesting that the dominant transmission channel runs through European rather than American intermediaries at the unconditional level.

Table 3: Unconditional Correlation Matrix of Daily Log>Returns

	BIST	S&P	DAX	FTSE	BOVE	SENS	ATHEX
BIST	1.000	0.291	0.403	0.420	0.310	0.333	0.329
S&P	0.291	1.000	0.634	0.598	0.622	0.300	0.336
DAX	0.403	0.634	1.000	0.833	0.475	0.394	0.482
FTSE	0.420	0.598	0.833	1.000	0.508	0.431	0.469
BOVE	0.310	0.622	0.475	0.508	1.000	0.330	0.315
SENS	0.333	0.300	0.394	0.431	0.330	1.000	0.350
ATHEX	0.329	0.336	0.482	0.469	0.315	0.350	1.000

Note: All correlation coefficients are statistically significant at the 1% level (two-tailed).

The Bai and Perron (1998, 2003) multiple structural break methodology is applied to the squared returns of each market, with a minimum segment length of 250 trading days and the optimal number of breaks selected via the Bayesian information criterion. Two principal system-wide break clusters emerge: early March 2008 (six of seven markets, GFC onset) and early July 2009 (five of seven, post-Lehman recovery). Two breaks are unique to the BIST 100—13 December 2021 (lira

crisis) and 27 October 2023 (post-election monetary policy normalisation). Detailed break dates are reported in the Online Appendix (Table A.6).

Methodology

This section sets out the five complementary econometric techniques employed. The connectedness analyses are conducted on GARCH(1,1) conditional volatilities, following standard practice (Diebold & Yilmaz, 2012; Antonakakis et al., 2020). For each return series r_{ij} , we estimate

$$\sigma_{i,t}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i \sigma_{i,t-1}^2 \quad (1)$$

by maximum likelihood. Estimated persistence parameters $(\alpha_i + \beta_i)$ range from 0.970 to 0.991, consistent with the well-documented persistence of financial volatility (Bollerslev, 1986).

Static Diebold–Yilmaz Spillover Framework

Let $y_t = (y_{1,t}, \dots, y_{n,t})'$ denote the $N \times 1$ vector of GARCH conditional volatilities. We estimate a covariance-stationary VAR(p), with the optimal lag length $p = 4$ chosen by the Schwarz information criterion. Following Pesaran and Shin (1998), we compute the H-step generalised forecast-error variance decomposition (GFEVD):

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' \Phi_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' \Phi_h \Sigma \Phi_h' e_i)} \quad (2)$$

where Φ_h are the moving-average coefficient matrices, e_i is a selection vector, and σ_{ij} is the j -th diagonal element of Σ . The total spillover index (TSI) is the average of the row-normalised off-diagonal elements; directional spillovers and net spillovers are defined analogously. We set $H = 10$, in line with Diebold and Yilmaz (2012).

TVP-VAR Connectedness

To capture the time variation of the spillover indices, we adopt the TVP-VAR connectedness framework of Antonakakis et al. (2020) as our primary dynamic specification. In the TVP-VAR(p) model, the autoregressive coefficient matrices and the time-varying variance-covariance matrix evolve continuously according to a Kalman filter–smoother. Following the standard implementation, we set lag length $p = 4$, forecast horizon $H = 10$, and forgetting factors $\kappa_1 = 0.99$ (state equation) and $\kappa_2 = 0.96$ (measurement equation). At each point in time, the GFEVD and the resulting connectedness measures are computed exactly as in the static framework, generating continuous trajectories of the total spillover index, directional spillovers, and pairwise spillovers. TVP-VAR results are complemented by sliding-window VAR estimation as a robustness check (Section 5.7).

Quantile Connectedness

The quantile-VAR connectedness approach of Ando et al. (2022) replaces conditional-mean equations with conditional-quantile equations

$$Q_{y_{i,t}}(\tau | I_{t-1}) = c_i(\tau) + \sum_k a_{i,k}(\tau)' y_{t-k} \quad (3)$$

estimated by quantile regression (Koenker & Bassett, 1978). Connectedness measures are computed at $\tau = 0.05$ (lower tail), $\tau = 0.50$ (median), and $\tau = 0.95$ (upper tail), permitting direct comparison of crisis-period and median connectedness.

Asymmetric Causality

Following Hatemi-J (2012), each return series is decomposed into positive and negative cumulative components. The Toda-Yamamoto (1995) augmented Wald test is applied to each of the four directional permutations $\{+\rightarrow+, +\rightarrow-, -\rightarrow+, -\rightarrow-\}$ for each ordered pair, yielding 168 tests. Critical values for tests involving BIST 100 are bootstrap-distributed (500 replications); remaining tests use asymptotic chi-square critical values.

Frequency-Domain Decomposition

Following Baruník and Křehlík (2018), the spectral GFEVD is integrated over three frequency bands: short term ($\omega \in (\pi/5, \pi]$, 1–5 trading days), medium term ($\omega \in (\pi/22, \pi/5]$, 5–22 days), and long term ($\omega \in (0, \pi/22]$, >22 days). The decomposition isolates the channel through which connectedness operates: high-frequency dominance signals portfolio-rebalancing transmission; long-frequency dominance signals macroeconomic-fundamentals transmission.

Empirical Results

Static Diebold–Yilmaz Spillover Analysis

Table 4 presents the static Diebold–Yilmaz spillover matrix estimated over the full 2002–2025 sample. The total spillover index of 51.0% indicates that, on average, slightly more than half of the H-step-ahead forecast-error variance of any given market is explained by shocks originating in the other six markets, consistent with the broader empirical literature on systems comprising mixed developed and emerging markets (Vardar et al., 2015; Diebold & Yilmaz, 2012).

Directional spreads reveal a clear hierarchy. The United Kingdom (FTSE 100) is the dominant net transmitter (+28.1%), followed by Germany (+13.9%). BIST 100 is the largest net receiver (−17.8%), followed by India (SENSEX, −11.9%) and Greece (ATHEX, −7.7%). A heatmap visualisation is presented as Figure 1.

Table 4: Static Diebold–Yilmaz Spillover Matrix (%), 2002–2025

From → To	BIST	S&P	DAX	FTSE	BOVE	SENS	ATHEX
BIST 100	62.1	4.2	8.2	9.9	7.0	5.3	3.3
S&P 500	2.6	39.2	16.9	20.0	13.7	2.7	4.9
DAX	3.6	13.6	38.6	25.9	7.8	4.2	6.4
FTSE 100	3.5	14.4	23.3	39.3	8.5	4.2	6.7
BOVESPA	3.7	14.0	11.0	14.7	44.4	6.6	5.6
SENSEX	4.4	6.4	6.3	8.2	9.7	59.6	5.5
ATHEX	2.4	6.1	9.5	10.2	6.4	5.6	59.8
FROM	37.9	60.8	61.4	60.8	55.6	40.4	40.2
NET	−17.8	−2.0	+13.9	+28.1	−2.6	−11.9	−7.7

Note: TSI = 51.02%. Each row shows the share of forecast-error variance of the row-market explained by shocks originating in each column-market. NET = TO − FROM.

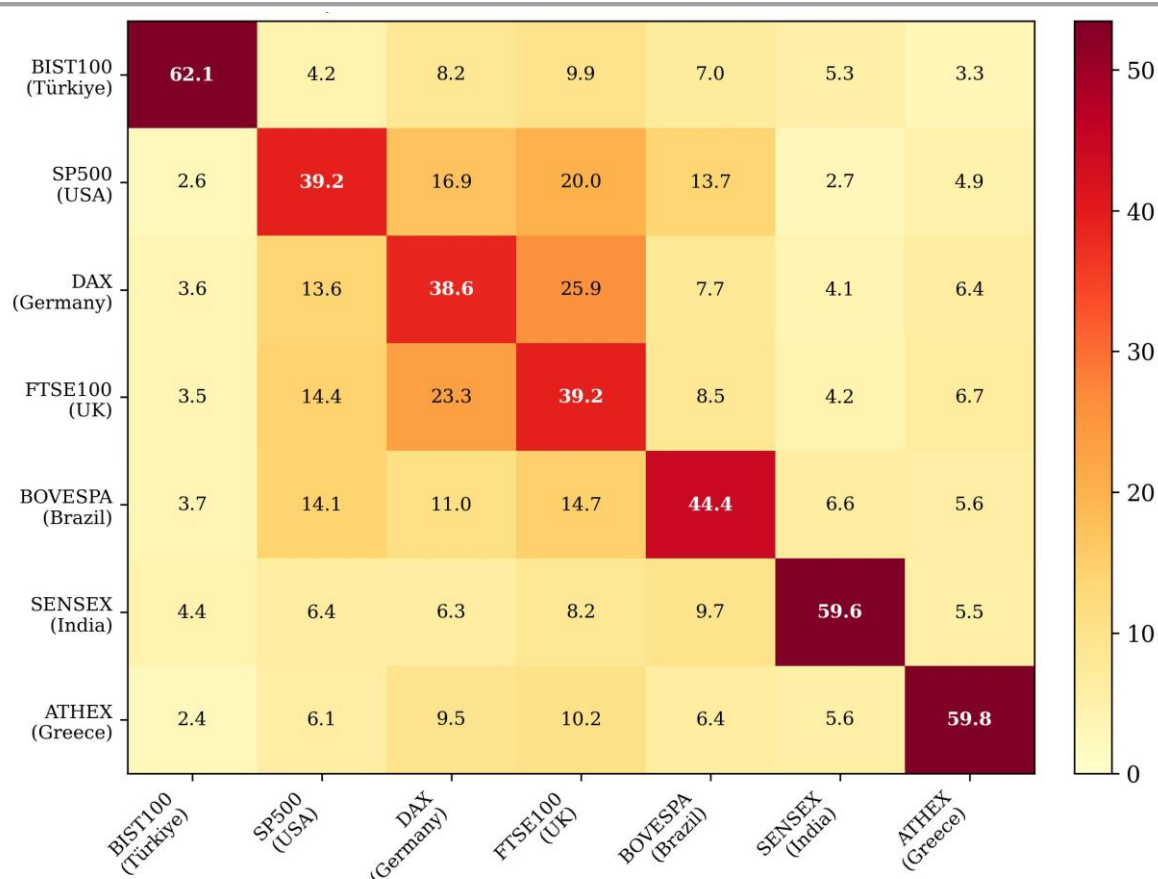


Figure 1: Static Spillover Matrix (%), 2002–2025. Row = receiver, Column = transmitter. Colour intensity is proportional to spillover magnitude. Source: Authors' calculations.

Dynamic Spillover Index

Figure 2 shows the total spillover index estimated by the TVP-VAR connectedness framework. The horizontal dashed line shows the full-sample static estimate of 51.0%; the shaded areas indicate major crisis periods. The total spillover index is highly variable over time, ranging from a sample minimum of 24.3% (early February 2018) to a sample maximum of 82.7% (13 March 2020). Five distinct regimes are visible: (i) a moderate spillover regime over 2003–2006 (mean TSI = 47.4%); (ii) sustained elevation from 2007 through 2012 (mean = 61.7%); (iii) substantial decline over 2013–2017 reflecting post-crisis normalisation (mean = 42.7%); (iv) a sharp spike in early 2020 corresponding to the COVID-19 shock, with TSI exceeding 80%; and (v) a return to a moderate regime since 2022 (mean = 43.3%).



Figure 2: Dynamic Total Spillover Index (TVP-VAR), 2002–2025. Note: Estimated using the TVP-VAR connectedness framework of Antonakakis et al. (2020), with forgetting factors $\kappa_1 = 0.99$ and $\kappa_2 = 0.96$. Shaded regions denote major crisis episodes. The horizontal dashed line indicates the full-sample static TSI of 51.0%. Source: Authors' calculations.

These patterns yield three economically meaningful implications. First, the COVID-19 spike at 82.7% is substantially higher than the GFC peak (~75%), suggesting that future global shocks with strong information content may generate equally synchronised responses. Second, the post-2022 mean of 43.3% indicates a moderate de-synchronisation phase, possibly reflecting divergent post-pandemic monetary cycles. Third, the persistence of regime-dependent connectedness motivates the quantile and frequency-domain extensions reported below.

Net Pairwise Spillovers — Türkiye in Focus

Time series analysis of net directional and net pairwise spreads confirms two patterns. First, Borsa Istanbul (BIST 100) has consistently been a net receiver throughout the sample period. Second, the largest inflows come from the S&P 500, DAX, and FTSE 100, while smaller and more variable contributions come from BOVESPA, SENSEX, and ATHEX. Crisis periods—particularly the 2008 global financial crisis and the 2020 COVID-19 shock—cause noticeable increases in absolute net inflows. Figure 3 presents the net directional spillover by index and Figure 4 shows the net pairwise spillover between BIST 100 and each counterpart index.



Figure 3: Net Directional Spillover (TO – FROM) by Index, 2002–2025. Note: Green shading indicates net transmitting episodes; red shading indicates net receiving episodes. Shaded vertical bands denote major crisis periods. Source: Authors' calculations.

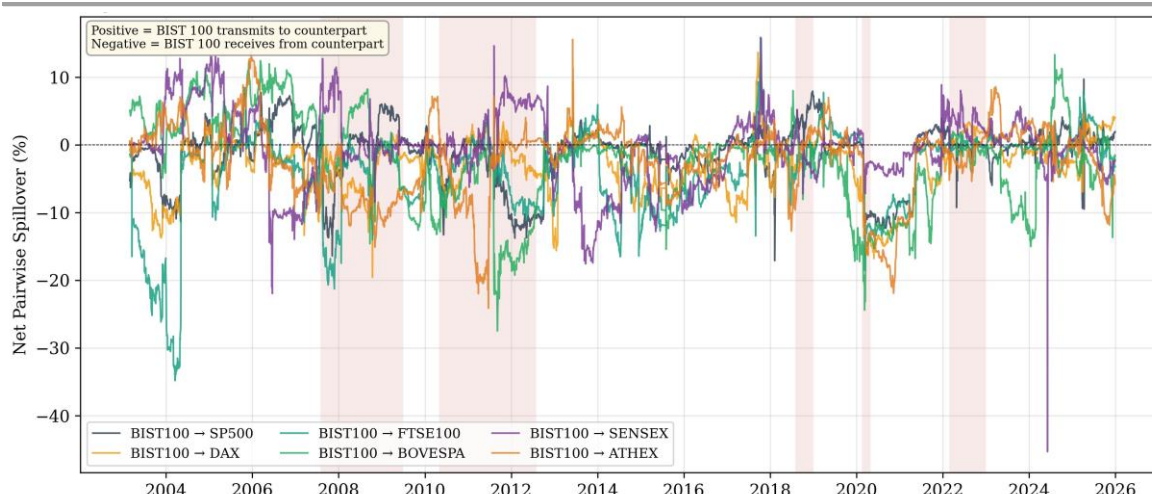


Figure 4: Net Pairwise Spillover: BIST 100 vs. Other Indices, 2002–2025. Note: Positive values indicate BIST 100 is a net transmitter to the counterpart index; negative values indicate BIST 100 is a net receiver from the counterpart. Source: Authors' calculations.

Quantile Connectedness

Table 5 reports the total spillover index and net spread for each market across three conditional quantiles. The total spillover index is significantly higher than the median value (55.0%) at both tails (81.4% at $\tau = 0.05$; 80.0% at $\tau = 0.95$), confirming strong tail dependence documented by Ando et al. (2022) and others. The asymmetry is broadly symmetric at both ends: the lower and upper tail total spillover indices are within two percentage points of each other, indicating that markets are similarly synchronised during extreme negative and extreme positive return periods. Türkiye's net receiver position is paradoxically largest at the median (−12.3%) and smaller at both tails (−6.6% in crisis, −4.8% in rally). We interpret this as evidence that Türkiye-specific shocks (e.g., the 2018 and 2021 lira crises) create significant variance flows from Türkiye to the rest of the system during tail periods, partially offsetting the global-to-Türkiye flow. Figure 5 visually illustrates this pattern.

Table 5: Quantile Connectedness — Total and Net Spillover (%) by Conditional Quantile

Index	Country	$\tau = 0.05$ (Crisis)	$\tau = 0.50$ (Median)	$\tau = 0.95$ (Rally)
BIST 100	Türkiye	−6.62	−12.34	−4.80
S&P 500	USA	+5.40	+8.95	+3.04
DAX	Germany	+7.03	+14.87	+6.35
FTSE 100	UK	+4.47	+16.40	+5.99
BOVESPA	Brazil	−0.45	−1.58	+0.39
SENSEX	India	−5.92	−15.07	−6.37
ATHEX	Greece	−3.90	−11.24	−4.60
Total TSI	(System-wide)	81.36	54.98	79.95

Note: Net spillover values for each market across three conditional quantiles. Bottom row reports total system-wide spillover at each quantile.

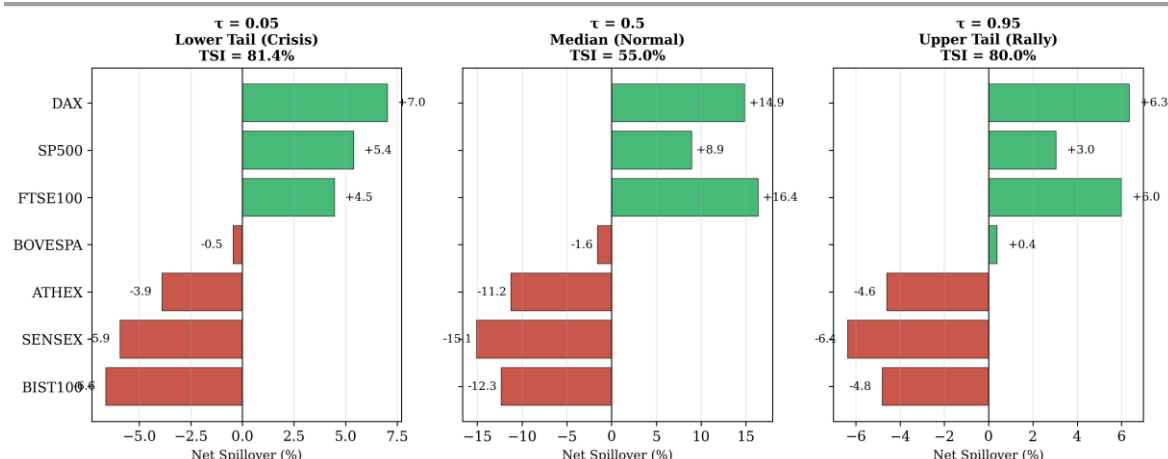


Figure 5: Quantile Connectedness — Net Spillover by Conditional Quantile. Note: Green bars indicate net transmitters; red bars indicate net receivers. $\tau = 0.05$ (crisis), $\tau = 0.50$ (normal), $\tau = 0.95$ (rally). Source: Authors' calculations.

Asymmetric Causality

Hatemi-J (2012) tests generate 168 directional permutations; 99 (58.9%) are significant at the 5% level and 92 (54.8%) are significant at the 1% level. The most striking pattern is the highly significant negative-positive causality from the BIST 100 to the S&P 500 (Wald = 130.33, bootstrap $p < 0.001$). This pattern is consistent with a safe-haven flight mechanism: negative shocks to Turkish equities lead international investors to liquidate emerging market positions and reallocate capital to US assets. Other developed markets also exhibit similar negative-positive patterns toward the S&P 500 (DAX: Wald = 454.92; FTSE 100: Wald = 488.55). Full test results for all 168 directional permutations are reported in the Online Appendix (Table A.7).

Frequency-Domain Decomposition

Table 6 shows the decomposition of the total spillover index into short, medium, and long-frequency components. The short-term band (1–5 trading days) accounts for 31.8% of total connectedness—representing approximately 74% of the total—indicating that integration is largely a high-frequency phenomenon. The long-frequency component (>22 trading days) contributes only 2.8% (6.7% of the total), suggesting that the persistent structural component associated with macroeconomic fundamentals is relatively modest. This frequency profile is consistent with international portfolio rebalancing as the dominant transmission channel. Figure 6 visualises the decomposition of net spillover across frequency bands; Türkiye's long-term net diffusion effect is essentially zero (−0.82%), indicating effective independence from global structural shocks in the long run.

Table 6: Frequency-Domain Decomposition of the Total Spillover Index

Frequency Band	Cycle Length	Share of Total TSI (%)
Short term	1–5 trading days	31.77
Medium term	5–22 trading days	7.40
Long term	> 22 trading days	2.81
Total	All frequencies	42.49

Note: Total connectedness values computed via the spectral GFEVD of Baruník and Křehlík (2018). Bands sum to the total.

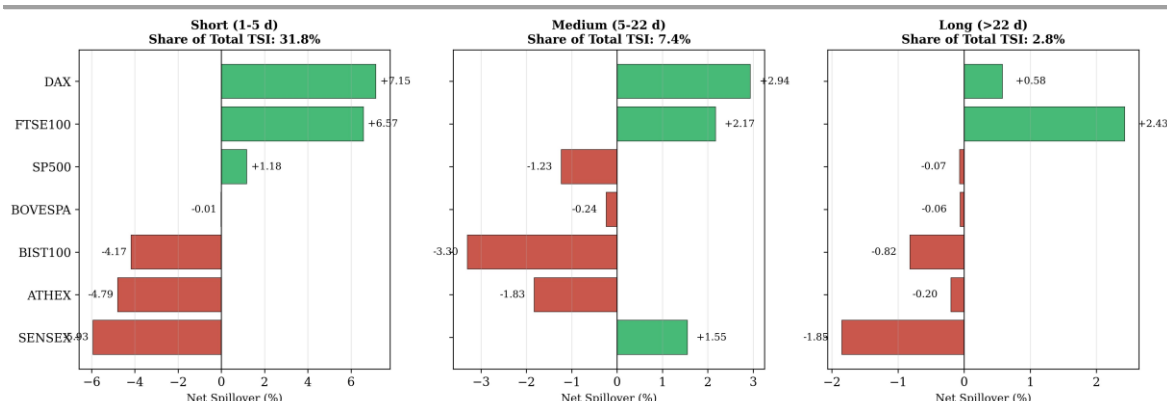


Figure 6: Frequency-Domain Decomposition of Net Spillover (Baruník–Křehlík 2018). Note: Three frequency bands — short-term (1–5 trading days), medium-term (5–22 days), and long-term (>22 days). Green bars: net transmitters; red bars: net receivers. Source: Authors' calculations.

Robustness

The main results are robust to several specifications. Re-estimating the dynamic TSI using rolling-window VAR with windows of 100, 150, 250, and 500 days yields trajectories closely tracking the TVP-VAR baseline. Varying TVP-VAR forgetting factors over $\kappa_1 \in \{0.97, 0.99\}$ and $\kappa_2 \in \{0.94, 0.96, 0.98\}$ preserves the timing of crisis peaks. Alternative VAR lag selections ($p = 2, 3, 5, 6, 8$) yield static TSIs from 49.3% to 52.4%; alternative forecast horizons ($H = 5, 15, 20$) preserve all qualitative patterns. Sub-sample analysis confirms that Borsa Istanbul was the largest net receiver before the global financial crisis (TSI mean = 51.5%), during the 2008–2014 crisis period (54.3%), and after 2014 (47.1%). Detailed robustness tables are reported in the Online Appendix (Tables A.8.1–A.8.2).

Discussion and Policy Implications

The empirical findings reconcile and expand upon previous Turkish literature. Korkmaz and Çevik (2008) and Vardar et al. (2015) reported long-term cointegration between the BIST 100 and European indices during the 2000s, but short-term linkages were modest. The TVP-VAR results confirm this for the pre-crisis period (average TSI = 47.4% between 2003–2006) but reveal a structural break thereafter: after 2007, Borsa Istanbul becomes the largest net receiver in the system, and crisis-induced jumps intensify the long-term relationship rather than disrupt it (Greenwood-Nimmo et al., 2023).

The most significant finding is the discrepancy between mean-based and quantile-based connectedness. The total spillover index rises from 55.0% at the conditional median to 81.4% at the lower tail and 80.0% at the upper tail. For portfolio managers, this demonstrates that the diversification benefits derived from mean correlations are misleading precisely when diversification is most needed. The broadly symmetrical tail dependency also shows that downside hedging cannot be financed by long-volatility exposure during upside rallies, as both tails exhibit similar amplification.

Frequency-domain decomposition contributes to the long-standing debate about transmission channels. The dominance of the high-frequency band (over 74% of total spillover in 1–5 trading days) and the negligible long-frequency component (below 7%) identify short-term portfolio rebalancing, rather than slow-moving macroeconomic fundamentals, as the primary channel. This is consistent with post-2008 emerging market evidence (Bouri et al., 2021; Adekoya et al., 2022) and aligns with the view that Türkiye's financial market linkages are strongly cyclical and crisis-reinforced.

Three policy implications emerge. First, real-time TVP-VAR-based monitoring would usefully complement the current financial stability indicators of the Central Bank of the Republic of Turkey, especially given the 82.7% peak observed during COVID-19—a level exceeding the peak of the global financial crisis. Second, the negative-to-positive BIST 100 → S&P 500 causality (Wald = 130.33, bootstrap $p < 0.001$) shows that stress in the Turkish equity market functions as an early warning signal for safe-haven pricing. Third, the prominence of the 2018 lira crisis and the 2021 monetary policy period among BIST-specific structural breaks confirms that distinguishing Türkiye-specific shocks from globally synchronised shocks is necessary for policy calibration. Three limitations are acknowledged: the analysis is limited to equity markets, excludes Russia and China, and uses GARCH(1,1) volatilities.

Conclusion

This study examines the volatility linkage between Borsa Istanbul (BIST 100) and six major global equity markets between 2002 and 2025 using a TVP-VAR connectedness framework enhanced with quantile, asymmetric causality, and frequency-domain decomposition. Four findings define the study's contribution. First, the dynamic TSI ranges from 24.3% to 82.7%, peaking during the COVID-19 shock; the BIST 100 is the system's largest net receiver (net spread = -17.79%). Second, quantile connectedness reveals strong tail amplification (81.4% lower tail, 80.0% upper tail, compared to 55.0% median), highlighting the limitations of average-based diversification measures. Third, frequency-domain decomposition identifies short-term portfolio rebalancing—rather than macroeconomic fundamentals—as the dominant transmission channel (over 74% in 1–5 trading days). Fourth, the asymmetric causality test documents a flight-to-safety pattern where negative BIST 100 shocks translate into positive S&P 500 returns.

These results reveal that what average-based metrics indicate as moderate integration is actually a regime-dependent, sign-asymmetric, and tail-strengthening phenomenon with direct implications for portfolio diversification, contagion risk monitoring, and macroprudential policy design in Türkiye. Future research could extend this framework to multi-layered asset-class systems and include currently excluded regional partners.

www.turkishstudies.net/economy**Turkish Studies - Economics, Finance, Politics**

eISSN: 2667-5625

ANKARA SCIENCE
UNIVERSITY

Borsa İstanbul ve Başlıca Küresel Hisse Senedi Piyasaları Arasında Zamana Bağlı Oynaklık Bağlantısallığı: Kantil ve Frekans Alanı Kanıtları (2002–2025)

Giriş

Finansal şokların uluslararası yayılımı, otuz yılı aşkın süredir ampirik finasta merkezi bir konu olmuştur; ancak 2008 sonrası ortam, akademisyenlerin bu olguyu kavramsallaştırma biçimini kökten yeniden şekillendirmiştir. Diebold ve Yılmaz'ın (2023) geriye dönük değerlendirmelerinde ileri sürdükleri gibi, küresel finansal kriz (KFK), akademik odağı statik bütünleşme kavramlarından (uzun dönemli eşbütünleşme, ortalama korelasyonlar) şokların piyasalar ve frekanslar arasındaki yayılım örüntülerinin heterojen ve asimetrik yönlerini yakalayabilen zamana bağlı ağ temsillerine kaydırmıştır. Son on beş yılın ardışık krizleri, bu fikirleri sınamak ve genişletmek için benzeri görülmemiş bir doğal laboratuvar sunmuştur (Antonakakis vd., 2020; Chatziantoniou vd., 2022).

Türkiye, gelişmekte olan piyasa bütünleşmesini incelemek için neredeyse ideal bir ortam sunmaktadır: Yapısal olarak büyük, derin Avrupa ticaret ve finans bağlarına sahip açık bir ekonomi ve 2018 ile 2023 arasında yinelenen konvansiyonel olmayan politika dönemleri yaşamış bir yurt içi para politikası rejimi. 24 yıllık örneklem penceresi; 2008 küresel finansal krizini, 2010–2012 Avrupa borç krizini, 2013 Taper Tantrum (Varlık Alımlarını Azaltma) olayını, 2018 lira krizini, 2020 COVID-19 şokunu ve 2022 Rusya–Ukrayna çatışmasını kapsayarak dinamik ve asimetrik bağlantı analizi için benzersiz zenginlikte bir laboratuvar sağlamaktadır.

Artan bağlantılılık yazınına rağmen, Türkiye örneği için birbiriyle ilişkili üç soru eksiksiz biçimde yanıtlanmamış durumdadır. İlki: BIST 100 ile başlıca küresel endeksler arasındaki oynaklık yayılımlarının gücü ve yönü son 24 yılda nasıl evrilmiştir ve ardışık kriz dönemleri sistem geneli bağlantılılık açısından nasıl karşılaştırılır? İkincisi: Bu yayılım örüntüleri koşullu kantiller arasında asimetri sergiliyor mu — yani Türk piyasası alt kuyrukta (kriz) medyana veya üst kuyruğa (ralliler) kıyasla küresel piyasalarla daha mı (yoksa daha az mı) bütünleşmiştir? Üçüncüsü: Bütünleşme hangi frekans ufuklarında işlemektedir — geçici, yüksek frekanslı portföy yeniden dengelemesi aracılığıyla mı yoksa kalıcı, düşük frekanslı yapısal bağlar aracılığıyla mı?

Bu çalışma dört temel katkı sunmaktadır. İlk olarak, Türk hisse senedi piyasasının başlıca küresel piyasalarla bütünleşmesinin kuyruk asimetrisini ve frekans profilini nitelendiriyoruz. İkinci olarak, Antonakakis vd. (2020) TVP-VAR bağlantılılık çerçevesini birincil belirlemenim olarak benimsiyor ve onu kuramsal olarak gerekçelendirilmiş üç boyutta genişletiyoruz: kantil-VAR (Ando vd., 2022), bootstrap kritik değerleriyle Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik ve Barunik ve Křehlík (2018) frekans alanı ayrıştırması. Üçüncü olarak, ülke örneklemini küresel finans merkezini (Amerika Birleşik Devletleri), Türkiye'nin başlıca Avrupalı ortaklarını (Almanya, Birleşik Krallık), Kırılgan Beşli benzerlerini (Brezilya, Hindistan) ve bölgesel referansı (Yunanistan) kapsamakta; içsel rejim değişimleri Bai ve Perron (1998, 2003) kırılmaları aracılığıyla belirlenmektedir. Dördüncü olarak,

Türkiye yazınında daha önce tanımlanmamış olan BIST 100'den S&P 500'e doğru bir güvenli-limana-kaçış asimetrisini belgeliyoruz (Bouri vd., 2021; Adekoya vd., 2022; Cunado vd., 2024).

Temel bulgular dört noktada özetlenebilir. İlk olarak, dinamik TVP-VAR toplam yayılım endeksi %24,3 ile %82,7 arasında değişmekte olup zirveleri tam olarak KFK, Avrupa borç krizi ve COVID-19 şoku ile çakışmaktadır; Türkiye sistemdeki en büyük net alıcı olarak öne çıkmaktadır. İkinci olarak, bütünleşme koşullu kuyruklarda medyandan belirgin biçimde daha güçlü hale gelmektedir — ortalamaya dayalı ölçütlerin tamamen gözden kaçırıldığı bir özellik. Üçüncü olarak, toplam yayılımın yaklaşık dörtte üçü bir ile beş işlem günü içinde gerçekleşmekte olup bu, baskın aktarım kanalı olarak portföy yeniden dengelemesine işaret etmektedir. Dördüncü olarak, asimetrik nedensellik, negatif BIST 100 şoklarının S&P 500'de pozitif yenilikler ürettiği bir güvenli-limana-kaçış örüntüsünü belgelemektedir.

Makalenin geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. 2. Bölüm ilgili yazını gözden geçirir. 3. Bölüm veriyi açıklar. 4. Bölüm yöntemi ortaya koyar. 5. Bölüm ampirik sonuçları sunar. 6. Bölüm ekonomik ve politik çıkarımları tartışır ve sınırlılıkları kabul eder. 7. Bölüm sonuç bölümüdür.²

Literatür Taraması

Bağlantılılık Çerçevesi ve Türkiye'ye İlişkin Ampirik Kanıtlar

Sınır ötesi finansal aktarımın ampirik incelenmesi tarihsel olarak üç metodolojik kuşağı izlemiştir. Birincisi, uzun dönemli bağlantıları belirlemek için eşbütünleşme analizine (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1991) dayanmıştır. Türkiye için Korkmaz ve Çevik (2008) ile Vardar vd. (2015), BIST 100 ile başlıca Avrupa endeksleri arasında eşbütünleşme belgelemiş, ancak kısa dönemli bağlantıları mütevazı düzeyde bulmuşlardır. İkinci kuşak, genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasını ayrıştırarak tek sayılı bir Toplam Yayılım Endeksi, yönlü farklar ve net farklar — tümü değişkenlerin sıralamasına göre değişmez biçimde — sunan Diebold ve Yılmaz (2009, 2012, 2014) bağlantılılık çerçevesine odaklanır. Bunun doğal ardılı, Kalman filtresi–düzleştiricisi aracılığıyla sürekli parametre evrimine olanak tanıyan ve hızla standart bir dinamik belirlenim hâline gelen Antonakakis vd. (2020) zamana bağlı parametrelili (TVP) VAR belirlenimidir (Chatziantoniou vd., 2022; Bouri vd., 2021).

Kantil, Asimetrik ve Frekans Alanı Uzantıları

Bağlantılılık çerçevesinin kuramsal olarak gerekçelendirilmiş üç uzantısı bu çalışma için merkezidir. Ando vd. (2022) tarafından geliştirilen kantil-VAR bağlantılılık yaklaşımı, koşullu ortalama denklemlerini koşullu kantil denklemleriyle değiştirerek bağlantılılığın koşullu dağılım boyunca değişmesine ve uçlarda güçlenmesine olanak tanır. Hatemi-J (2012), getirileri pozitif ve negatif kümülatif bileşenlere ayıran ve her yönlü bileşime Toda-Yamamoto (1995) genişletilmiş Wald testini uygulayan asimetrik bir nedensellik testi önermektedir. Baruník ve Křehlík (2018), GFEVD'yi frekans bantları boyunca ayrıştırarak kısa (1–5 gün), orta (5–22 gün) ve uzun frekanslı (>22 gün) bağlantılılığı yalıtılmaktadır; bu, portföy yeniden dengelemesini makroekonomik temel kanallardan ayırt etmek için önemli bir tanılayıcı araçtır.

² Ayrıca Borsa ve Borsa İstanbul ile ilgili şu kaynaklara da bk. Gönüllü, 2020; Kesebir & Yıldırım, 2019; Ağırman & Osman, 2019; Akten Çürük, 2018; Alsu, 2019; Barut & Kaya, 2021; Bayraktar, 2021; Dertli & Eryüzlü, 2021; Gönüllü, 2018; Gülhan, 2020; Levent, 2020; Özmen, 2021; Topaloğlu & Turaboğlu, 2018; Yılmaz & Yerdelen Kaygın, 2018; Ezer, 2019; Avcı, 2020; Çimen, 2019; Ertuğrul & Qureshi, 2020; Girgin & Özgen, 2020; Hatır & Kartal, 2020; Kanat, 2020; Kuloğlu, 2020; Münyas, 2020; Paksoy, 2021; Süslü & Altın, 2021; Şeyranlıoğlu & Karavardar, 2019; Yürük, 2022; Kaya ve Gülhan, 2023; Saatcioğlu ve Kula, 2023; Avcı ve Avcı, 2023; Sarıhan, 2024; Çipe ve Aslan, 2024; Bozkurt ve Şimşek, 2024; Özari, 2024; Demirkale, 2024; Can, 2024; Keskin ve Aytüre, 2024; Yüzbaşıoğlu, 2025; Talaş, 2025; Öztürk, 2025; Tuncay, 2025; Keyifli ve Ergün, 2025.

Araştırma Boşluğu

Türkiye bağlantılılık yazınında iki önemli boşluk bulunmaktadır. İlk olarak, daha önceki hiçbir çalışma BIST'in başlıca küresel piyasalarla bütünleşmesinin kuyruk asimetrisini ve frekans profilini birlikte nitelendirmemiştir; oysa bu iki tanılayıcı boyut birbirine taban tabana zıt politika önerileri doğurmaktadır. İkinci olarak, mevcut Türkiye çalışmaları BIST'i genel olarak net alıcı olarak raporlamış (Can Ergün & Karabıyık, 2020; Gökbulut, 2017), ancak pozitif ve negatif şokların simetrik biçimde aktarılıp aktarılmadığını araştırmamıştır. Bu çalışma, kantil, asimetrik nedensellik ve frekans alanı uzantılarıyla güçlendirilmiş birleşik bir TVP-VAR çerçevesi kullanarak her iki boşluğu da ele almaktadır.

Veri

Örneklem, Ülke Seçimi ve Endeksler

Ampirik analiz, 2 Ocak 2002 ile 30 Aralık 2025 arasındaki günlük kapanış değerlerini kapsamakta ve yedi piyasada 5.124 ortak işlem gözlemini içermektedir. Başlangıç tarihi, Türkiye'ye özgü yapısal şokları ülkeler arası finansal bütünleşme olgusuyla birbirine karıştıracak olan 2000–2001 Türk bankacılık krizi ve dalgalı kura geçiş gibi olayları dışarıda bırakmak için bilinçli olarak seçilmiştir (Akçay & Güngen, 2019). 24 yıllık dönem altı büyük şoku kapsamaktadır: 2008 Küresel Finansal Kriz, 2010–2012 Avrupa devlet borcu krizi, 2013 Taper Tantrum, 2018 Türk kur krizi, Mart 2020 COVID-19 pandemi şoku ve 2022 Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ile onu izleyen küresel sıkılaştırma döngüsü.

Ülke örnekleme kuramsal ve ampirik değerlendirmeleri bir araya getirmektedir. Yedi endeks dört işlevsel rolü temsil etmektedir: (i) küresel finans merkezi (S&P 500), (ii) Türkiye'nin başlıca Avrupalı ticaret ve finans ortakları (DAX, FTSE 100), (iii) Kırılgan Beşli gelişmekte olan piyasa benzerleri (BOVESPA, SENSEX) ve (iv) bölgesel ve jeopolitik referans noktası olarak Yunanistan (ATHEX). Tablo 1 tüm ayrıntıları sunmaktadır.

Tablo 1: Ülke Örnekleme, Endeksler ve Kuramsal Gerekçe

Ülke	Endeks	Kod	Kuramsal Rol
Türkiye	BIST 100	XU100.IS	Odak piyasa — ikiz açıklara ve sermaye akımı duyarlılığına sahip gelişmekte olan ekonomi.
ABD	S&P 500	^GSPC	Küresel finans merkezi; para politikası yayımlarının başlıca kaynağı.
Almanya	DAX	^GDAXI	Türkiye'nin en büyük ticaret ortağı; Avrupa sınai faaliyetinin gösterge endeksi.
Birleşik Krallık	FTSE 100	^FTSE	Küresel finans merkezi olarak Londra; sterlin ve Brexit aktarım kanalları.
Brezilya	BOVESPA	^BVSP	Kırılgan Beşli benzeri; benzer ikiz açık profiline sahip emtia ihracatçısı gelişmekte olan piyasa.
Hindistan	SENSEX	^BSESN	Kırılgan Beşli benzeri; demografik dev; yapısal gelişmekte olan piyasa gösterge endeksi.
Yunanistan	ATHEX	GD.AT	Bölgesel ve jeopolitik referans noktası; Avrupa borç krizinin merkez üssü.

Kaynak: Yahoo Finance, 4 Mayıs 2026'da alınmıştır. Tüm seriler yerel para birimi cinsinden günlük kapanış değerleridir.

Betimsel İstatistikler ve Durağanlık

Günlük logaritmik getiriler $r_t = 100 \times [\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})]$ olarak hesaplanmıştır. Özet istatistikler Tablo 2'de raporlanmaktadır. En yüksek ortalama günlük getiri BIST 100'de gözlenmiş (%0,085) olup bu, yüksek enflasyon rejimiyle ilişkili yüksek nominal getirileri yansıtmaktadır — Sumer ve Ozorhon (2021) ile tutarlı bir örüntü. Yunanistan, 2010 devlet borcu krizinin ardından

ATHEX'in uzun süreli durgunluğunu yansıtan negatif ortalama getiriye sahip tek piyasadır. Her endeks anlamlı biçimde fazla basıklık (4,42–13,82) sergilemekte ve Jarque-Bera testi tüm seriler için normalliği %1 düzeyinde reddederek aşağıda kullanılan kantil ve asimetrik yöntemler için ampirik gerekçe sağlamaktadır. Genişletilmiş Dickey–Fuller (Dickey & Fuller, 1979), Phillips–Perron (Phillips & Perron, 1988) ve KPSS (Kwiatkowski vd., 1992) testleri, tüm logaritmik-fiyat serilerinin I(1) ve tüm logaritmik-getiri serilerinin I(0) olduğunu göstermektedir.

Tablo 2: Günlük Logaritmik Getirilerin Betimsel İstatistikleri (%), 2002–2025

Endeks	N	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Maks.	Çarp.	Fazla Bas.
BIST 100	5.124	0,0854	1,9187	–11,76	13,42	–0,237	4,42
S&P 500	5.124	0,0349	1,2794	–12,77	13,20	–0,295	13,13
DAX	5.124	0,0304	1,5154	–13,05	14,04	–0,074	7,35
FTSE 100	5.124	0,0126	1,2208	–11,51	12,77	–0,227	10,84
BOVESPA	5.124	0,0479	1,8038	–15,99	23,57	0,041	12,38
SENSEX	5.124	0,0635	1,4449	–14,10	15,99	–0,115	13,82
ATHEX	5.124	–0,0042	1,9624	–17,71	19,53	–0,349	10,20

Not: Jarque–Bera testi tüm seriler için normalliği %1 düzeyinde reddetmektedir.

İkili Korelasyonlar ve İşsel Yapısal Kırılmalar

Tablo 3, günlük logaritmik getirilerin koşulsuz Pearson korelasyon matrisini göstermektedir. En yüksek ikili korelasyon DAX ile FTSE 100 arasındadır (0,83) ve Avrupa hisse senedi piyasalarının derin bütünleşmesini yansıtmaktadır. BIST 100'ün en yüksek ikili korelasyonları FTSE 100 (0,42) ve DAX (0,40) ile olup Türkiye–Avrupa ekseninin sürekliliğini teyit etmektedir. S&P 500 ile korelasyon belirgin biçimde daha düşüktür (0,29); bu da koşulsuz düzeyde baskın aktarım kanalının Amerikan değil Avrupalı araçlar üzerinden işlediğini düşündürmektedir.

Tablo 3: Günlük Logaritmik Getirilerin Koşulsuz Korelasyon Matrisi

	BIST	S&P	DAX	FTSE	BOVE	SENS	ATHEX
BIST	1,000	0,291	0,403	0,420	0,310	0,333	0,329
S&P	0,291	1,000	0,634	0,598	0,622	0,300	0,336
DAX	0,403	0,634	1,000	0,833	0,475	0,394	0,482
FTSE	0,420	0,598	0,833	1,000	0,508	0,431	0,469
BOVE	0,310	0,622	0,475	0,508	1,000	0,330	0,315
SENS	0,333	0,300	0,394	0,431	0,330	1,000	0,350
ATHEX	0,329	0,336	0,482	0,469	0,315	0,350	1,000

Not: Tüm korelasyon katsayıları %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır (çift taraflı).

Bai ve Perron (1998, 2003) çoklu yapısal kırılma yöntemi, her piyasanın kare alınmış getirilerine, en az 250 işlem günlük asgari segment uzunluğuyla ve optimal kırılma sayısı Bayes bilgi ölçütüyle seçilerek uygulanmıştır. Sistem geneli iki ana kırılma kümesi ortaya çıkmaktadır: Mart 2008 başı (yedi piyasadan altısı, KFK başlangıcı) ve Temmuz 2009 başı (yedide beş, Lehman sonrası toparlanma). İki kırılma BIST 100'e özgüdür — 13 Aralık 2021 (lira krizi) ve 27 Ekim 2023 (seçim sonrası para politikası normalleşmesi). Ayrıntılı kırılma tarihleri Çevrimiçi Ek'te (Tablo A.6) raporlanmaktadır.

Yöntem

Bu bölüm, kullanılan beş tamamlayıcı ekonometrik tekniği ortaya koymaktadır. Bağlantılılık analizleri, standart uygulamaya uygun olarak GARCH(1,1) koşullu oynaklıkları üzerinde yürütülmektedir (Diebold & Yilmaz, 2012; Antonakakis vd., 2020). Her r_{ij} getiri serisi için aşağıdaki modeli maksimum olabilirlik yöntemiyle tahmin ediyoruz:

$$\sigma_{i,t}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i \sigma_{i,t-1}^2 \quad (1)$$

Statik Diebold–Yılmaz Yayılım Çerçevesi

$y_t = (y_{1,t}, \dots, y_{n,t})'$, GARCH koşullu oynaklıklarının $N \times 1$ vektörünü gösterebilir. Schwarz bilgi ölçütüyle seçilen optimal gecikme uzunluğu $p = 4$ ile kovaryans-durağan bir VAR(p) tahmin ediyoruz. Pesaran ve Shin (1998) izlenerek H adımlık genelleştirilmiş tahmin hatası varyans ayrıştırmasını (GFEVD) hesaplıyoruz:

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' \Phi_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' \Phi_h \Sigma \Phi_h' e_i)} \quad (2)$$

Burada Φ_h hareketli-ortalama katsayı matrisleridir, e_i bir seçim vektörüdür ve σ_{ij} , Σ 'nin j 'inci köşegen ögesi. Toplam yayılım endeksi (TYE), satır-normalleştirilmiş köşegen dışı ögelerin ortalamasıdır; yönlü yayılımlar ve net yayılımlar benzer biçimde tanımlanır. Diebold ve Yılmaz (2012) ile uyumlu olarak $H = 10$ alıyoruz.

TVP-VAR Bağlantılılığı

Yayılım endekslerinin zaman içindeki değişimini yakalamak için Antonakakis vd. (2020) TVP-VAR bağlantılılık çerçevesini birincil dinamik belirlenimimiz olarak benimsiyoruz. TVP-VAR(p) modelinde, otoregresif katsayı matrisleri ve zamana bağlı varyans-kovaryans matrisi bir Kalman filtresi–düzleştiricisine göre sürekli olarak evrilir. Standart uygulamayı izleyerek gecikme uzunluğunu $p = 4$, tahmin ufkunu $H = 10$ ve unutma faktörlerini $\kappa_1 = 0,99$ (durum denklemi) ve $\kappa_2 = 0,96$ (ölçüm denklemi) olarak belirliyoruz. Her zaman noktasında GFEVD ve bundan türeyen bağlantılılık ölçütleri, statik çerçevedekiyle tam olarak aynı şekilde hesaplanarak toplam yayılım endeksinin, yönlü yayılımların ve ikili yayılımların sürekli yörüngelerini üretir. TVP-VAR sonuçları, sağlamlık kontrolü olarak kayan pencere VAR tahminiyle tamamlanmaktadır (Bölüm 5.7).

Kantil Bağlantılılığı

Ando vd. (2022) kantil-VAR bağlantılılık yaklaşımı, koşullu ortalama denklemlerini aşağıdaki koşullu kantil denklemleriyle değiştirir:

$$Q_{y_{i,t}}(\tau | I_{t-1}) = c_i(\tau) + \sum_k a_{i,k}(\tau)' y_{t-k} \quad (3)$$

Bu denklem kantil regresyonu (Koenker & Bassett, 1978) tahmin edilir. Bağlantılılık ölçütleri $\tau = 0,05$ (alt kuyruk), $\tau = 0,50$ (medyan) ve $\tau = 0,95$ (üst kuyruk) değerlerinde hesaplanarak kriz dönemi ile medyan bağlantılılığının doğrudan karşılaştırılmasına olanak tanır.

Asimetrik Nedensellik

Hatemi-J (2012) izlenerek her getiri serisi pozitif ve negatif kümülatif bileşenlere ayrıştırılır. Toda-Yamamoto (1995) genişletilmiş Wald testi, her sıralı çift için dört yönlü permütasyonun $\{+ \rightarrow +, + \rightarrow -, - \rightarrow +, - \rightarrow -\}$ her birine uygulanarak 168 test elde edilir. BIST 100'ü içeren testler için kritik değerler bootstrap-dağılımlıdır (500 yineleme); kalan testler asimptotik ki-kare kritik değerlerini kullanır.

Frekans Alanı Ayrıştırması

Baruník ve Křehlík (2018) izlenerek spektral GFEVD üç frekans bandı üzerinde integre edilir: kısa dönem ($\omega \in (\pi/5, \pi]$, 1–5 işlem günü), orta dönem ($\omega \in (\pi/22, \pi/5]$, 5–22 gün) ve uzun dönem ($\omega \in (0, \pi/22]$, >22 gün). Ayrıştırma, bağlantılılığın işlediği kanalı yalıtır: yüksek frekans baskınlığı portföy-yeniden-dengeleme aktarımına; uzun frekans baskınlığı makroekonomik-temel aktarımına işaret eder.

Ampirik Bulgular

Statik Diebold–Yılmaz Yayılım Analizi

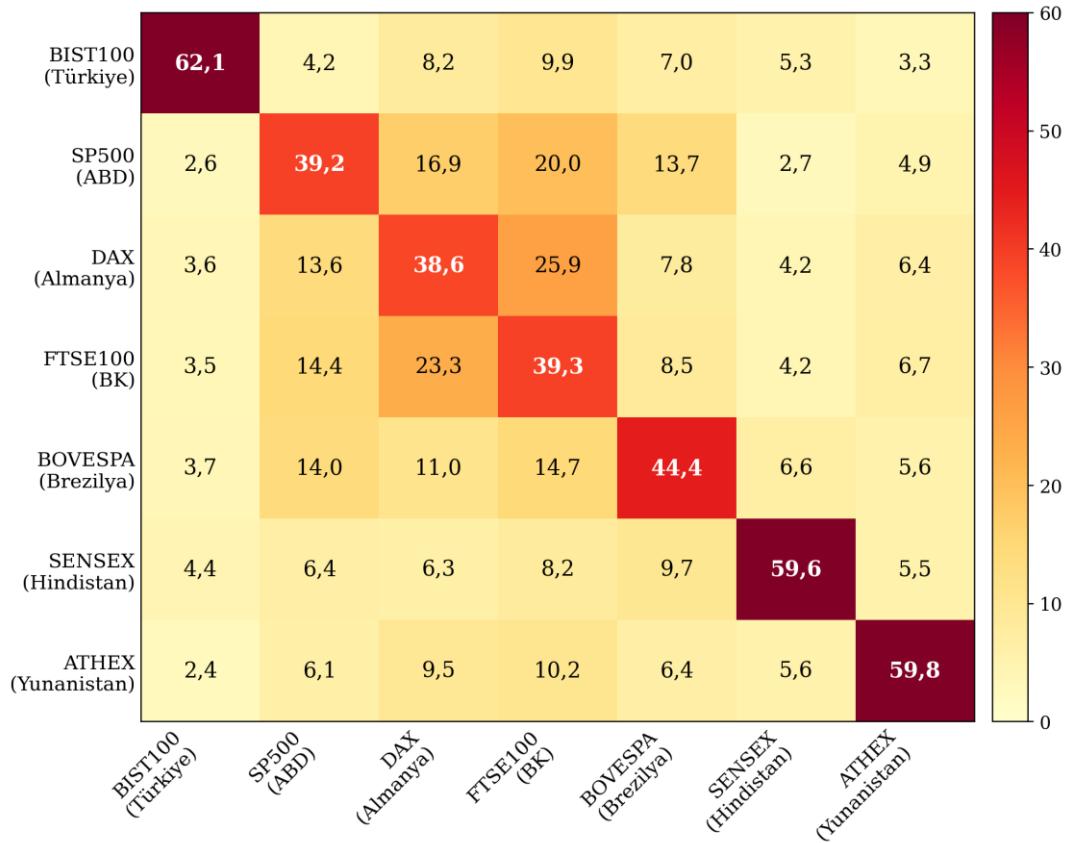
Tablo 4, 2002–2025 tam örnekleme üzerinden tahmin edilen statik Diebold–Yılmaz yayılım matrisini sunmaktadır. %51,0’lik toplam yayılım endeksi, ortalama olarak herhangi bir piyasanın H adım ileri tahmin hatası varyansının yarısından biraz fazlasının diğer altı piyasadan kaynaklanan şoklarca açıklandığını göstermekte olup bu, gelişmiş ve gelişmekte olan piyasaları bir arada içeren sistemlere ilişkin daha geniş ampirik yazınla tutarlıdır (Vardar vd., 2015; Diebold & Yılmaz, 2012).

Yönlü farklar açık bir hiyerarşi ortaya koymaktadır. Birleşik Krallık (FTSE 100) baskın net verici (+%28,1), onu Almanya (+%13,9) izlemektedir. BIST 100 en büyük net alıcı (–%17,8), onu Hindistan (SENSEX, –%11,9) ve Yunanistan (ATHEX, –%7,7) izlemektedir. Bir ısı haritası görselleştirmesi Şekil 1’de sunulmaktadır.

Tablo 4: Statik Diebold–Yılmaz Yayılım Matrisi (%), 2002–2025

Kaynak → Alıcı	BIST	S&P	DAX	FTSE	BOVE	SENS	ATHEX
BIST 100	62,1	4,2	8,2	9,9	7,0	5,3	3,3
S&P 500	2,6	39,2	16,9	20,0	13,7	2,7	4,9
DAX	3,6	13,6	38,6	25,9	7,8	4,2	6,4
FTSE 100	3,5	14,4	23,3	39,3	8,5	4,2	6,7
BOVESPA	3,7	14,0	11,0	14,7	44,4	6,6	5,6
SENSEX	4,4	6,4	6,3	8,2	9,7	59,6	5,5
ATHEX	2,4	6,1	9,5	10,2	6,4	5,6	59,8
Diğerlerinden (FROM)	37,9	60,8	61,4	60,8	55,6	40,4	40,2
NET	–17,8	–2,0	+13,9	+28,1	–2,6	–11,9	–7,7

Not: TYE = %51,02. Her satır, ilgili satır-piyasasının tahmin hatası varyansının her sütun-piyasasından kaynaklanan şoklarca açıklanan payını gösterir. NET = TO – FROM.



Şekil 1: Statik Yayılım Matrisi (%), 2002–2025. Satır = alıcı, Sütun = verici. Renk yoğunluğu yayılım büyüklüğüyle orantılıdır. Kaynak: Yazarların hesaplamaları.

Dinamik Yayılım Endeksi

Şekil 2, TVP-VAR bağlantılılık çerçevesiyle tahmin edilen toplam yayılım endeksini göstermektedir. Yatay kesikli çizgi %51,0'lık tam örneklem statik tahminini; gölgeli alanlar başlıca kriz dönemlerini göstermektedir. Toplam yayılım endeksi zaman içinde oldukça değişken olup %24,3'lük bir örneklem asgarisi (Şubat 2018 başı) ile %82,7'lik bir örneklem azamisi (13 Mart 2020) arasında değişmektedir. Beş belirgin rejim görülmektedir: (i) 2003–2006 boyunca ılımlı bir yayılım rejimi (ortalama TYE = %47,4); (ii) 2007'den 2012'ye sürdürülen yükseklik (ortalama = %61,7); (iii) kriz sonrası normalleşmeyi yansıtan 2013–2017 boyunca belirgin düşüş (ortalama = %42,7); (iv) COVID-19 şokuna karşılık gelen ve TYE'nin %80'i aştığı 2020 başındaki keskin sıçrama; ve (v) 2022'den bu yana ılımlı bir rejime dönüş (ortalama = %43,3).



Şekil 2: Dinamik Toplam Yayılım Endeksi (TVP-VAR), 2002–2025. Not: Antonakakis vd. (2020) TVP-VAR bağlantılılık çerçevesi kullanılarak, $\kappa_1 = 0,99$ ve $\kappa_2 = 0,96$ unutm faktörleriyle tahmin edilmiştir. Gölge bölgeler başlıca kriz dönemlerini gösterir. Yatay kesikli çizgi %51,0'lık tam örneklem statik TYE'sini gösterir. Kaynak: Yazarların hesaplamaları.

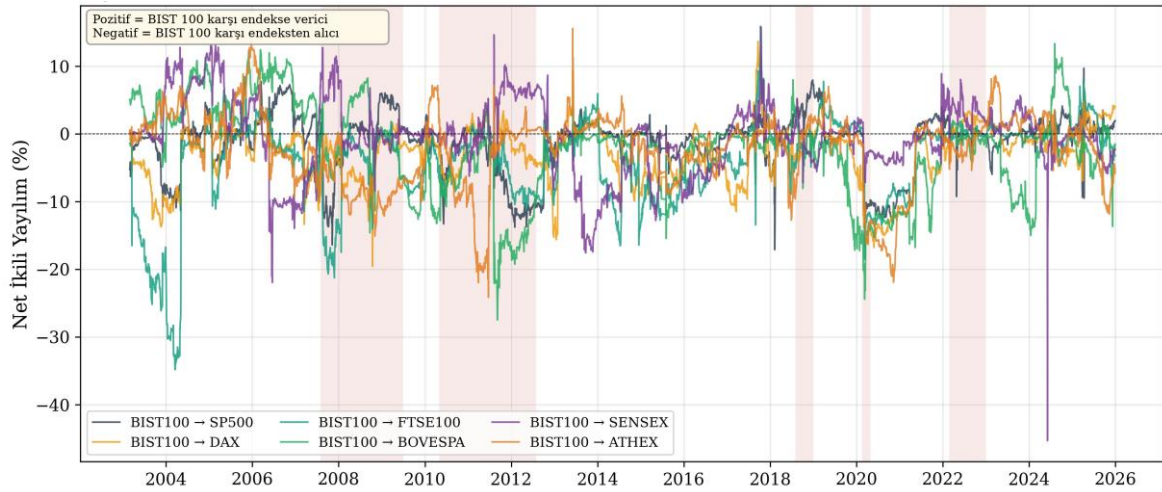
Bu örüntüler ekonomik açıdan anlamlı üç çıkarım doğurmaktadır. İlk olarak, %82,7'lik COVID-19 sıçraması KFK zirvesinden (~%75) belirgin biçimde yüksektir; bu da güçlü bilgi içeriğine sahip gelecekteki küresel şokların eşit derecede eşzamanlı tepkiler üretebileceğini düşündürmektedir. İkinci olarak, 2022 sonrası %43,3'lük ortalama, muhtemelen pandemi sonrası birbirinden ayrılan para politikası döngülerini yansıtan ılımlı bir eşzamansızlaşma evresine işaret etmektedir. Üçüncü olarak, rejime bağlı bağlantılılığın kalıcılığı, aşağıda raporlanan kantil ve frekans alanı uzantılarını gerekçelendirmektedir.

Net İkili Yayılımlar — Türkiye Odaklı

Net yönlü ve net ikili farkların zaman serisi analizi iki örüntüyü teyit etmektedir. İlk olarak, Borsa İstanbul (BIST 100) örneklem dönemi boyunca istikrarlı biçimde net alıcı olmuştur. İkinci olarak, en büyük girişler S&P 500, DAX ve FTSE 100'den gelmekte; daha küçük ve daha değişken katkılar ise BOVESPA, SENSEX ve ATHEX'ten gelmektedir. Kriz dönemleri — özellikle 2008 küresel finansal krizi ve 2020 COVID-19 şoku — mutlak net girişlerde belirgin artışlara yol açmaktadır. Şekil 3 endekse göre net yönlü yayılımı, Şekil 4 ise BIST 100 ile her karşı endeks arasındaki net ikili yayılımı sunmaktadır.



Şekil 3: Endekse Göre Net Yönlü Yayılm (TO – FROM), 2002–2025. Not: Yeşil gölge net verici dönemleri, kırmızı gölge net alıcı dönemleri gösterir. Gölge dikey bantlar başlıca kriz dönemlerini belirtir. Kaynak: Yazarların hesaplamaları.



Şekil 4: Net İkili Yayılım: BIST 100'e Karşı Diğer Endeksler, 2002–2025. Not: Pozitif değerler BIST 100'ün karşı endekse net verici olduğunu; negatif değerler BIST 100'ün karşı endeksten net alıcı olduğunu gösterir. Kaynak: Yazarların hesaplamaları.

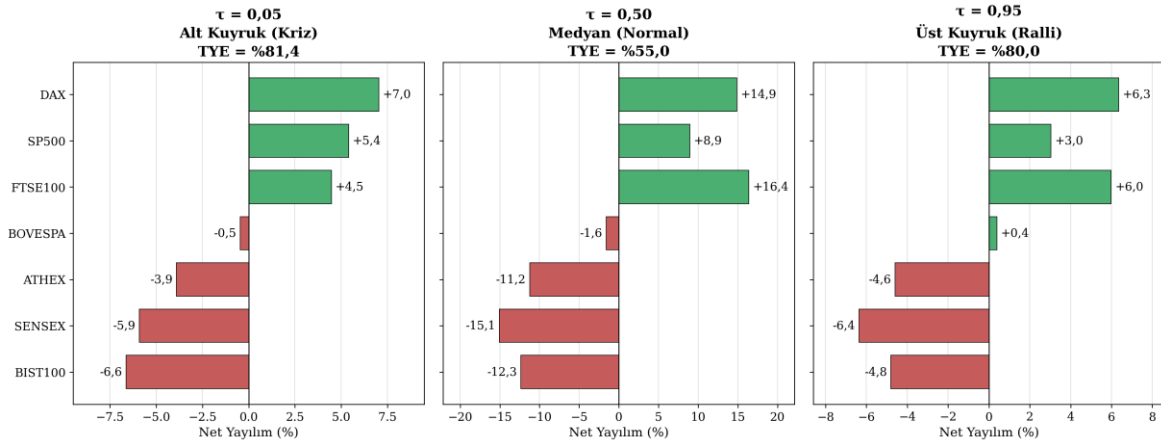
Kantil Bağlantılılığı

Tablo 5, her piyasa için üç koşullu kantil boyunca toplam yayılım endeksini ve net farkı raporlamaktadır. Toplam yayılım endeksi, her iki kuyrukta da medyan değerden (%55,0) belirgin biçimde yüksektir ($\tau = 0,05$ 'te %81,4; $\tau = 0,95$ 'te %80,0); bu da Ando vd. (2022) ve diğerleri tarafından belgelenen güçlü kuyruk bağımlılığını teyit etmektedir. Asimetri her iki uçta da genel olarak simetrik: alt ve üst kuyruk toplam yayılım endeksleri birbirinin iki puanı içindedir; bu da piyasaların aşırı negatif ve aşırı pozitif getiri dönemlerinde benzer biçimde eşzamanlı hâle geldiğini göstermektedir. Türkiye'nin net alıcı konumu, paradoksal biçimde medyanda en büyük (–%12,3) ve her iki kuyrukta daha küçüktür (krizde –%6,6; rallide –%4,8). Bunu, Türkiye'ye özgü şokların (örn. 2018 ve 2021 lira krizleri) kuyruk dönemlerinde Türkiye'den sistemin geri kalanına önemli varyans akışları yaratarak küresel-Türkiye yönlü akışı kısmen dengelediğinin kanıtı olarak yorumluyoruz. Şekil 5 bu örüntüyü görsel olarak canlandırmaktadır.

Tablo 5: Kantil Bağlantılılığı — Koşullu Kantile Göre Toplam ve Net Yayılım (%)

Endeks	Ülke	$\tau = 0,05$ (Kriz)	$\tau = 0,50$ (Medyan)	$\tau = 0,95$ (Ralli)
BIST 100	Türkiye	–6,62	–12,34	–4,80
S&P 500	ABD	+5,40	+8,95	+3,04
DAX	Almanya	+7,03	+14,87	+6,35
FTSE 100	Birleşik Krallık	+4,47	+16,40	+5,99
BOVESPA	Brezilya	–0,45	–1,58	+0,39
SENSEX	Hindistan	–5,92	–15,07	–6,37
ATHEX	Yunanistan	–3,90	–11,24	–4,60
Toplam TYE	(Sistem geneli)	81,36	54,98	79,95

Not: Her piyasa için üç koşullu kantildeki net yayılım değerleri. Alt satır, her kantildeki sistem geneli toplam yayılımı gösterir.



Şekil 5: Kantil Bağlantılılığı — Koşullu Kantile Göre Net Yayılım. Not: Yeşil çubuklar net vericileri, kırmızı çubuklar net alıcıları gösterir. $\tau = 0,05$ (kriz), $\tau = 0,50$ (normal), $\tau = 0,95$ (ralli).
Kaynak: Yazarların hesaplamaları.

Asimetrik Nedensellik

Hatemi-J (2012) testleri 168 yönlü permütasyon üretmektedir; 99'u (%58,9) %5 düzeyinde ve 92'si (%54,8) %1 düzeyinde anlamlıdır. En çarpıcı örüntü, BIST 100'den S&P 500'e doğru oldukça anlamlı negatif-pozitif nedenselliktir (Wald = 130,33; bootstrap $p < 0,001$). Bu örüntü bir güvenli-liman kaçış mekanizmasıyla tutarlıdır: Türk hisse senetlerine yönelik negatif şoklar, uluslararası yatırımcıları geliştirmekte olan piyasa pozisyonlarını tasfiye etmeye ve sermayeyi ABD varlıklarına yeniden tahsis etmeye yöneltmektedir. Diğer gelişmiş piyasalar da S&P 500'e doğru benzer negatif-pozitif örüntüler sergilemektedir (DAX: Wald = 454,92; FTSE 100: Wald = 488,55). Tüm 168 yönlü permütasyona ilişkin tam test sonuçları Çevrimiçi Ek'te (Tablo A.7) raporlanmaktadır.

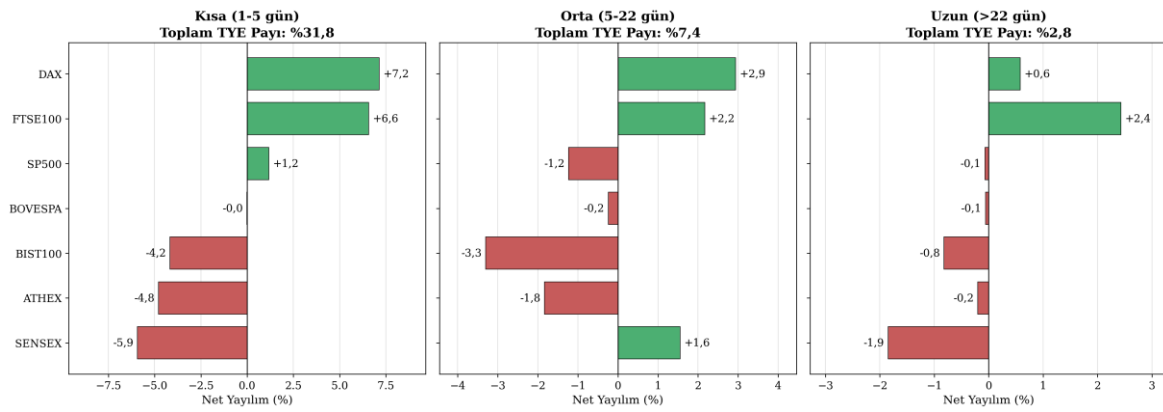
Frekans Alanı Ayrıştırması

Tablo 6, toplam yayılım endeksinin kısa, orta ve uzun frekanslı bileşenlere ayrıştırılmasını göstermektedir. Kısa dönem bandı (1–5 işlem günü) toplam bağlantılılığın %31,8'ini oluşturmaktadır — toplamın yaklaşık %74'ünü temsil etmekte — ve bütünleşmenin büyük ölçüde yüksek frekanslı bir olgu olduğunu göstermektedir. Uzun frekanslı bileşen (>22 işlem günü) yalnızca %2,8 (toplamın %6,7'si) katkı sağlamakta; bu da makroekonomik temellerle ilişkili kalıcı yapısal bileşenin görece mütevazı olduğunu düşündürmektedir. Bu frekans profili, baskın aktarım kanalı olarak uluslararası portföy yeniden dengelemesiyle tutarlıdır. Şekil 6, net yayılımın frekans bantları boyunca ayrıştırılmasını görselleştirmektedir; Türkiye'nin uzun dönemli net difüzyon etkisi esasen sıfırdır (–%0,82); bu da uzun vadede küresel yapısal şoklardan etkin bağımsızlığı göstermektedir.

Tablo 6: Toplam Yayılım Endeksinin Frekans Alanı Ayrıştırması

Frekans Bandı	Döngü Uzunluğu	Toplam TYE Payı (%)
Kısa dönem	1–5 işlem günü	31,77
Orta dönem	5–22 işlem günü	7,40
Uzun dönem	> 22 işlem günü	2,81
Toplam	Tüm frekanslar	42,49

Not: Toplam bağlantılılık değerleri Barunik ve Křehlík (2018) spektral GFEVD'si aracılığıyla hesaplanmıştır. Bantların toplamı, toplamı verir.



Şekil 6: Net Yayılımın Frekans Alanı Ayırıştırması (Baruník–Křehlík 2018). Not: Üç frekans bandı — kısa dönem (1–5 işlem günü), orta dönem (5–22 gün) ve uzun dönem (>22 gün). Yeşil çubuklar: net vericiler; kırmızı çubuklar: net alıcılar. Kaynak: Yazarların hesaplamaları.

Sağlamlık

Temel sonuçlar çeşitli belirlenimlere karşı sağlamdır. Dinamik TYE'nin 100, 150, 250 ve 500 günlük pencerelerle kayan pencere VAR kullanılarak yeniden tahmin edilmesi, TVP-VAR temel çizgisini yakından izleyen yörüngeler vermektedir. TVP-VAR unutma faktörlerinin $\kappa_1 \in \{0,97; 0,99\}$ ve $\kappa_2 \in \{0,94; 0,96; 0,98\}$ üzerinde değiştirilmesi, kriz zirvelerinin zamanlamasını korumaktadır. Alternatif VAR gecikme seçimleri ($p = 2, 3, 5, 6, 8$) %49,3 ile %52,4 arasında statik TYE'ler vermekte; alternatif tahmin ufukları ($H = 5, 15, 20$) tüm niteliksel örüntüleri korumaktadır. Alt örneklem analizi, Borsa İstanbul'un küresel finansal krizden önce (TYE ortalaması = %51,5), 2008–2014 kriz döneminde (%54,3) ve 2014'ten sonra (%47,1) en büyük net alıcı olduğunu teyit etmektedir. Ayrıntılı sağlamlık tabloları Çevrimiçi Ek'te (Tablo A.8.1–A.8.2) raporlanmaktadır.

Tartışma ve Politika Çıkarımları

Ampirik bulgular, önceki Türkiye yazını hem uzlaştırmakta hem de genişletmektedir. Korkmaz ve Çevik (2008) ile Vardar vd. (2015), 2000'li yıllarda BIST 100 ile Avrupa endeksleri arasında uzun dönemli eşbütünleşme raporlamış, ancak kısa dönemli bağlantılar mütevazı kalmıştı. TVP-VAR sonuçları bunu kriz öncesi dönem için teyit etmekte (2003–2006 arası ortalama TYE = %47,4) ancak sonrasında bir yapısal kırılma ortaya koymaktadır: 2007'den sonra Borsa İstanbul sistemdeki en büyük net alıcı hâline gelmekte ve krizin tetiklediği sıçramalar uzun dönemli ilişkiyi bozmak yerine yoğunlaştırmaktadır (Greenwood-Nimmo vd., 2023).

En önemli bulgu, ortalamaya dayalı ve kantile dayalı bağlantılılık arasındaki uyumsuzluktur. Toplam yayılım endeksi koşullu medyanda %55,0'ten alt kuyrukta %81,4'e ve üst kuyrukta %80,0'e yükselmektedir. Portföy yöneticileri açısından bu, ortalama korelasyonlardan elde edilen çeşitlendirme faydalarının tam da çeşitlendirmeye en çok gereksinim duyulduğu anda yanıtıcı olduğunu göstermektedir. Genel olarak simetrik kuyruk bağımlılığı ayrıca, her iki kuyruk da benzer bir büyütme sergilediğinden, aşağı yönlü korunmanın yukarı yönlü ralliler sırasında uzun-oyunluk pozisyonuyla finanse edilemeyeceğini de göstermektedir.

Frekans alanı ayırıştırması, aktarım kanallarına ilişkin uzun süredir devam eden tartışmaya katkı sunmaktadır. Yüksek frekans bandının baskınlığı (1–5 işlem gününde toplam yayılımın %74'ünden fazlası) ve ihmal edilebilir uzun frekanslı bileşen (%7'nin altında), yavaş hareket eden makroekonomik temeller yerine kısa dönemli portföy yeniden dengelemesini birincil kanal olarak belirlemektedir. Bu, 2008 sonrası gelişmekte olan piyasa kanıtlarıyla tutarlıdır (Bouri vd., 2021; Adekoya vd., 2022) ve Türkiye'nin finansal piyasa bağlantılarının güçlü biçimde devresel ve krizle pekişen olduğu görüşüyle örtüşmektedir.

Üç politika çıkarımı ortaya çıkmaktadır. İlk olarak, gerçek zamanlı TVP-VAR temelli izleme, özellikle COVID-19 sırasında gözlenen ve küresel finansal kriz zirvesini aşan %82,7'lik düzey göz önüne alındığında, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın mevcut finansal istikrar göstergelerini yararlı biçimde tamamlayabilir. İkinci olarak, negatiften-pozitive BIST 100 → S&P 500 nedenselliği (Wald = 130,33; bootstrap $p < 0,001$), Türk hisse senedi piyasasındaki stresin güvenli-liman fiyatlaması için bir erken uyarı sinyali işlevi gördüğünü göstermektedir. Üçüncü olarak, BIST'e özgü yapısal kırılmalar arasında 2018 lira krizinin ve 2021 para politikası döneminin öne çıkması, Türkiye'ye özgü şokları küresel olarak eşzamanlı şoklardan ayırt etmenin politika kalibrasyonu için gerekli olduğunu teyit etmektedir. Üç sınırlılık kabul edilmektedir: Analiz hisse senedi piyasalarıyla sınırlıdır, Rusya ve Çin'i dışarıda bırakmakta ve GARCH(1,1) oynaklıkları kullanmaktadır.

Sonuç

Bu çalışma, Borsa İstanbul (BIST 100) ile altı büyük küresel hisse senedi piyasası arasındaki oynaklık bağlantısını 2002 ile 2025 arasında, kantil, asimetric nedensellik ve frekans alanı ayrıştırmasıyla güçlendirilmiş bir TVP-VAR bağlantılılık çerçevesi kullanarak incelemektedir. Dört bulgu çalışmanın katkısını tanımlamaktadır. İlk olarak, dinamik TYE %24,3 ile %82,7 arasında değişmekte ve zirvesini COVID-19 şoku sırasında yapmaktadır; BIST 100 sistemin en büyük net alıcısıdır (net fark = -%17,79). İkinci olarak, kantil bağlantılılığı güçlü bir kuyruk büyütmesi ortaya koymakta (medyan %55,0'e kıyasla alt kuyruk %81,4; üst kuyruk %80,0) ve ortalamaya dayalı çeşitlendirme ölçütlerinin sınırlılıklarını vurgulamaktadır. Üçüncü olarak, frekans alanı ayrıştırması, makroekonomik temeller yerine kısa dönemli portföy yeniden dengelemesini baskın aktarım kanalı olarak belirlemektedir (1-5 işlem gününde %74'ün üzerinde). Dördüncü olarak, asimetric nedensellik testi, negatif BIST 100 şoklarının pozitif S&P 500 getirilerine dönüştüğü bir güvenli-limana-kaçış örüntüsünü belgelemektedir.

Bu sonuçlar, ortalamaya dayalı ölçütlerin ılımlı bütünleşme olarak gösterdiği olgunun gerçekte rejime bağlı, işaret bakımından asimetric ve kuyruğu güçlendiren bir olgu olduğunu; Türkiye'de portföy çeşitlendirmesi, bulaşma riski izleme ve makro ihtiyati politika tasarımı açısından doğrudan çıkarımları bulunduğunu ortaya koymaktadır. Gelecekteki araştırmalar bu çerçeveyi çok katmanlı varlık sınıfı sistemlerine genişletebilir ve hâlihazırda dışarıda bırakılan bölgesel ortakları dâhil edebilir.

References

- Adekoya, O. B., Akinseye, A. B., Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Oliyide, J. (2022). Crude oil and Islamic sectoral stocks: Asymmetric TVP-VAR connectedness and investment strategies. *Resources Policy*, 78, 102877. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102877>
- Ağırman, E., & Osman, A. B. (2019). İşsizlik oranları ve hisse senedi getirileri: OECD ülkeleri üzerine bir çalışma. *Turkish Studies*, 14(4), 1959–1968. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.22534>
- Ahnert, T., & Bertsch, C. (2022). A wake-up call theory of contagion. *Review of Finance*, 26(4), 829–854. <https://doi.org/10.1093/rof/rfac025>
- Akçay, Ü., & Güngen, A. R. (2019). *The making of Turkey's 2018–2019 economic crisis* (IPE Working Paper No. 120). Berlin School of Economics and Law, Institute for International Political Economy.
- Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., & Goodell, J. W. (2023). Did the collapse of Silicon Valley Bank catalyze financial contagion? *Finance Research Letters*, 56, 104082. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104082>
- Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., Lucey, B. M., & Sensoy, A. (2021). Is gold a hedge or a safe-haven asset in the COVID-19 crisis? *Economic Modelling*, 102, 105588. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105588>
- Akten Çürük, S. (2018). Sermaye piyasalarında İslami endekslerin kullanımı: Borsa İstanbul örneği. *Turkish Studies: International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 13(14), 51–62. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.13769>
- Alsul, E. (2019). Kredi not duyurularının pay senedi piyasaları üzerine etkisi: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *Turkish Studies*, 14(4), 2973–2994. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.25323>
- Ando, T., Greenwood-Nimmo, M., & Shin, Y. (2022). Quantile connectedness: Modeling tail behavior in the topology of financial networks. *Management Science*, 68(4), 2401–2431. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2021.3984>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2020). Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 84. <https://doi.org/10.3390/jrfm13040084>
- Arif, M., Hasan, M., Alawi, S. M., & Naeem, M. A. (2021). COVID-19 and time-frequency connectedness between green and conventional financial markets. *Global Finance Journal*, 49, 100650. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2021.100650>
- Arshanapalli, B., & Doukas, J. (1993). International stock market linkages: Evidence from the pre- and post-October 1987 period. *Journal of Banking & Finance*, 17(1), 193–208. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(93\)90088-U](https://doi.org/10.1016/0378-4266(93)90088-U)
- Avcı, P., & Avcı, Ş. (2023). Enerji fiyatları ve döviz kuru değişimlerinin firma performansına etkisi: Borsa İstanbul'da bir uygulama. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 18(2), 371–384. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.67061>
- Avcı, T. (2020). İşletmelerin borsa performansını etkileyen finansal oranların belirlenmesi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(2), 663–673. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.39952>

- Bai, J., & Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, 66(1), 47–78. <https://doi.org/10.2307/2998540>
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, 18(1), 1–22. <https://doi.org/10.1002/jae.659>
- Baruník, J., & Křehlík, T. (2018). Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk. *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 271–296. <https://doi.org/10.1093/jfinec/nby001>
- Barut, A., & Kaya, E. (2021). COVID-19 ve seçilmiş BIST sektör indeksleri ilişkisinde sıcaklığın moderatör etkisi. *Turkish Studies*, 16(1), 155–167. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.44474>
- Bayraktar, A. (2021). COVID-19 pandemisinin finansal etkileri: BİST imalat sektörü uygulaması. *Turkish Studies*, 16(4), 3415–3427. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.46807>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bouri, E., Cepni, O., Gabauer, D., & Gupta, R. (2021). Return connectedness across asset classes around the COVID-19 outbreak. *International Review of Financial Analysis*, 73, 101646. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101646>
- Bozkurt, A. A., & Şimşek, A. (2024). BİST çimento sektörü işletmelerinin finansal performansının MEREK tabanlı WEDBA ve CoCoSo yöntemleriyle analizi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(4), 805–843. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.72707>
- Can Ergün, Z., & Karabıyık, C. (2020). Türkiye ve dünya hisse senedi piyasaları arasındaki getiri ve oynaklık yayılımlarının ölçülmesi: Yayılma endeksi yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 27(3), 741–758. <https://doi.org/10.18657/yonveek.686545>
- Can, E. N. (2024). Finansal sıkıntı ve finansal hatalar veya hileler arasındaki ilişkiyi keşfetmek: Borsa İstanbul örneği. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(6), 1283–1295. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.72753>
- Chadwick, M. G. (2019). Dependence of the 'Fragile Five' and 'Troubled Ten' emerging market financial systems on US monetary policy. *Research in International Business and Finance*, 49, 251–268. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.04.002>
- 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. *Journal of Cleaner Production*, 361, 132088. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132088>
- Cunado, J., Gabauer, D., & Gupta, R. (2024). Realized volatility spillovers between energy and metal markets: A time-varying connectedness approach. *Financial Innovation*, 10, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00554-7>
- Çimen, A. (2019). The impact of innovation on firm performance: Evidence from Borsa Istanbul. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 14(3), 781–792. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.23275>
- Çipe, B., & Aslan, A. (2024). Get used to or adapt: Adaptive market hypothesis testing with linear and nonlinear unit root tests. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(6), 1309–1329. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.70805>

- Demirer, M., Diebold, F. X., Liu, L., & Yilmaz, K. (2018). Estimating global bank network connectedness. *Journal of Applied Econometrics*, 33(1), 1–15. <https://doi.org/10.1002/jae.2585>
- Demirkale, Ö. (2024). VIX korku endeksi ile borsa turizm endeksleri arasındaki uzun dönem asimetrik ilişki: Türkiye ve seçilmiş ülkeler örneği. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(6), 1351–1366. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.72751>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x>
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182(1), 119–134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2023). On the past, present, and future of the Diebold-Yilmaz approach to dynamic network connectedness. *Journal of Econometrics*, 234(1), 115–120. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2023.01.021>
- Ekim Dertli, S., & Eryüzlü, H. (2021). Covid-19 salgını başlangıcında küresel finansal piyasalardan erken uyarı sinyalleri. *Turkish Studies*, 16(4), 3507–3520. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.45694>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Erten, B., Korinek, A., & Ocampo, J. A. (2021). Capital controls: Theory and evidence. *Journal of Economic Literature*, 59(1), 45–89. <https://doi.org/10.1257/jel.20191457>
- Ertuğrul, M., & Qureshi, F. J. (2020). Yatırımcı aşırı özgüvenine yol açan faktörler: Pakistan pay piyasası örneği. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(2), 1327–1338. <https://doi.org/10.47644/TurkishStudies.42950>
- Ezer, F. (2019). Dünya ekonomik krizi sonrası Türkiye'nin devletçiliğe intikali ve izlemiş olduğu kalkınma politikaları. *Turkish Studies – Historical Analysis*, 14(4), 833–846. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.39838>
- Forbes, K. J. (2012). *The 'big C': Identifying contagion* (NBER Working Paper No. 18465). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w18465>
- Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223–2261. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
- Forbes, K. J., Fratzscher, M., & Straub, R. (2015). Capital-flow management measures: What are they good for? *Journal of International Economics*, 96(S1), S76–S97. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2014.11.004>

- Girgin, M. S., & Özgen, T. (2020). Borsa İstanbul banka hisse senetleri ile BIST-100 Endeksi korelasyon analizi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(4), 2071–2082. <https://doi.org/10.47644/TurkishStudies.43453>
- Gökbulut, R. İ. (2017). An empirical analysis of volatility transmission between BIST and international stock markets. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 141–159. <https://izlik.org/JA38GN97EN>
- Gönüllü, O. (2018). Makroekonomik faktörlerin sermaye yapısı kararları üzerindeki etkisi: BİST sanayi şirketleri üzerine bir uygulama. *Turkish Studies: International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 13(30), 133–146. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14235>
- Gönüllü, O. (2020). Borsa İstanbul ile Asya Pasifik sermaye piyasaları arasındaki eşbütünleşme analizi: Panel ARDL modeli. *Turkish Studies – Social Sciences*, 15(1), 221–238. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.40612>
- Greenwood-Nimmo, M., Nguyen, V. H., & Shin, Y. (2023). What is mine is yours: Sovereign risk transmission during the European debt crisis. *Journal of Financial Stability*, 65, 101103. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2023.101103>
- Gunay, S., & Can, G. (2022). The source of financial contagion and spillovers: An evaluation of the COVID-19 pandemic and the global financial crisis. *PLOS ONE*, 17(1), e0261835. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261835>
- Gülhan, Ü. (2020). Covid-19 pandemisine BIST 100 reaksiyonu: Ekonometrik bir analiz. *Turkish Studies*, 15(2), 497–509. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.44122>
- Hatemi-J, A. (2012). Asymmetric causality tests with an application. *Empirical Economics*, 43(1), 447–456. <https://doi.org/10.1007/s00181-011-0484-x>
- Hatır, Y., & Kartal, C. (2020). Politik risk endeksinin Borsa İstanbul hisse senedi getirileri üzerine etkisi: Sektörel bir uygulama. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(2), 1275–1292. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.39596>
- Ji, Q., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2019). Information interdependence among energy, cryptocurrency and major commodity markets. *Energy Economics*, 81, 1042–1055. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.005>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2–3), 231–254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551–1580. <https://doi.org/10.2307/2938278>
- Kanat, E. (2020). Borsada optimum yapay sınır ağının belirlenmesi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(1), 239–252. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.40033>
- Kasa, K. (1992). Common stochastic trends in international stock markets. *Journal of Monetary Economics*, 29(1), 95–124. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(92\)90025-W](https://doi.org/10.1016/0304-3932(92)90025-W)
- Kaya, A., & Gülhan, Ü. (2023). Beklenmedik olayların menkul kıymetler piyasası üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 18(2), 459–474. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.66201>
- Kesebir, M., & Yıldırım, H. (2019). Borsa İstanbul’da yer alan bazı sektör endekslerinin aylık ihracat rakamlarına etkisi: Robust regresyon modeli uygulaması. *Turkish Studies – Social Sciences*, 14(3), 1577–1590. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.23005>

- Keskin, M., & Aytüre, S. (2024). İstanbul gümrüklerinden yapılan ihracatın BIST İstanbul Şehir Endeksi (XSIST) üzerine etkisi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(6), 1405–1415. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.75796>
- Keyifli, A., & Ergün, B. (2025). Firma düzeyi ihracatın finansal performansa etkisi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 20(6), 2347–2363. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.88426>
- Koenker, R., & Bassett, G., Jr. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33–50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Korkmaz, T., & Çevik, E. İ. (2008). Türkiye ve uluslararası hisse senedi piyasaları arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ve portföy tercihleri. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 2(1), 59–84. <https://izlik.org/JA54HU63EU>
- Kuloğlu, E. (2020). Holdinglerin yapısı ve XUTUM (Borsa İstanbul Ulusal Tüm) Endeksi ile XHOLD (Borsa İstanbul Holding ve Yatırım) Endeksi arasındaki ilişkilerin analizi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(2), 1441–1453. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.39480>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, 54(1–3), 159–178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
- Levent, C. E. (2020). Covid-19 salgınının gıda ve içecek sektöründeki şirketlerin hisse senedi getiri ve volatilitesine etkisi. *Turkish Studies*, 15(2), 721–737. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.44417>
- Longin, F., & Solnik, B. (2001). Extreme correlation of international equity markets. *The Journal of Finance*, 56(2), 649–676. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00340>
- Mansour-Ichraikie, L., & Zeaiter, H. (2019). The role of geopolitical risks on the Turkish economy. *The North American Journal of Economics and Finance*, 50, 101000. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101000>
- Münyas, T. (2020). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde demokrasi endeksi ile borsa performansı arasındaki ilişki. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 15(4), 2271–2287. <https://doi.org/10.47644/TurkishStudies.43284>
- Orhangazi, Ö., & Yeldan, A. E. (2021). The re-making of the Turkish crisis. *Development and Change*, 52(3), 460–503. <https://doi.org/10.1111/dech.12644>
- Özari, Ç. (2024). Finansal hataların veya hilelerin belirlenmesi için Beneish M-Skor modeli ile ekonomik değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi: Borsa İstanbul üzerine bir çalışma. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(6), 1463–1475. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.72750>
- Özmen, E. S. (2021). SARIMAX ile zaman serisi performansı ve sınırlamaları: Perakende verileri içeren bir uygulama. *Turkish Studies*, 16(2), 1583–1592. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.49699>
- Öztürk, E. (2025). Pazartesi farklı mı? Ocak kazançlı mı? Takvim anomalilerinin ilk halka arz getirilerine etkisi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 20(6), 3419–3467. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.81804>
- Paksoy, S. (2021). Covid-19’un Türkiye ekonomisine etkileri: Ekonomistler ile yapılan nicel bir araştırma. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 16(2), 1193–1207. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.49915>

- Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letters*, 58(1), 17–29. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(97\)00214-0](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0)
- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Saatcioğlu, F., & Kula, M. E. (2023). Kripto para birimlerinin değerini öngörmek: Yöneticiler için etkileri. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 18(1), 267–292. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.66497>
- Sarihan, A. Y. (2024). BIST’te listelenen ihracatçı şirketleri içeren bir yatırım fonunun veri zarflama analizi ile performans incelemesi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 19(2), 533–549. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.70702>
- Sumer, L., & Ozorhon, B. (2021). Investing in gold or REIT index in Turkey: Evidence from the global financial crisis, the 2018 Turkish currency crisis and the COVID-19 crisis. *Journal of European Real Estate Research*, 14(1), 84–99. <https://doi.org/10.1108/JERER-04-2020-0023>
- Süslü, C., & Altın, H. (2021). Borsa İstanbul 100 Endeksine etki eden makroekonomik faktörlerin incelenmesi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 16(1), 139–156. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.50939>
- Şeyranlıoğlu, O., & Karavardar, A. (2019). Katılım bankacılığında selem finansman yöntemine dayalı bir model önerisi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 14(2), 523–538. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.22870>
- Talaş, H. (2025). Vergiden kaçınma stratejilerinin BIST gıda sektöründe etkin vergi oranına etkisi: Likidite, kaldıraç ve vergi planlaması üzerine panel veri analizi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 20(2), 921–932. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.81749>
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1–2), 225–250. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8)
- Topaloğlu, E. E., & Turaboğlu, T. T. (2018). Finansal bağımsızlık, mali özerklik ve kârlılık: BİST Kimya, Petrol, Plastik Endeksinde faaliyet gösteren firmalar üzerine bir araştırma. *Turkish Studies: International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 13(30), 785–799. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14307>
- Tsai, I. C. (2014). Spillover of fear: Evidence from the stock markets of five developed countries. *International Review of Financial Analysis*, 33, 281–288. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2014.03.007>
- Tuncay, M. (2025). Yükselen ekonomiler dünyasında sermaye piyasaları jeopolitik ve finansal risklere nasıl tepki verir? D-8 ülkelerinden kanıtlar. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 20(3), 1059–1084. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.82132>
- Vardar, G., Aydoğan, B., & Acar, E. E. (2015). International portfolio diversification benefits among developed and emerging markets within the context of the recent global financial crisis. In I. Management Association (Ed.), *Banking, Finance, and Accounting: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1303–1326). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-6268-1.ch070>
- Yarovaya, L., Brzeszczyński, J., Goodell, J. W., Lucey, B., & Lau, C. K. M. (2022). Rethinking financial contagion: Information transmission mechanism during the COVID-19 pandemic.

-
- Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 79, 101589. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2022.101589>
- Yılmaz, T., & Yerdelen Kaygın, C. (2018). Türk ve Alman borsalarında fiyat-hacim ilişkisini incelemeye yönelik karşılaştırmalı bir analiz. *Turkish Studies: International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 13(22), 607–618. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.13991>
- Yılmaz, K. (2010). Return and volatility spillovers among the East Asian equity markets. *Journal of Asian Economics*, 21(3), 304–313. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2009.09.001>
- Yürük, M. F. (2022). Rusya-Ukrayna savaşının Borsa İstanbul BİST 100 Endeksine etkisinin olay çalışması ile analizi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 17(4), 869–881. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.62043>
- Yüzbaşıoğlu, N. (2025). Büyük teknoloji şirketlerinin hisse senetleri arasındaki etkileşimin dalgacık uyumu analiziyle incelenmesi. *Turkish Studies – Economics, Finance, Politics*, 20(1), 491–516. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.78756>

ETHICAL DECLARATIONS**Research and Publication Ethics**

The author(s) declare that this manuscript is an original work prepared in accordance with the principles of scientific research and publication ethics. The manuscript has not been previously published and is not currently under consideration for publication elsewhere. All sources used in the preparation of this study have been properly cited and referenced. The author(s) confirm that the work contains no plagiarism, fabrication, falsification, or manipulation of data. The research findings are presented honestly and transparently in accordance with the principles of academic integrity.

Author Contributions

All authors have significantly contributed to the conception, design, analysis, and preparation of the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript and agree to its submission and publication.

Conflict of Interest

The author(s) declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this manuscript.

Funding

This research did not receive any specific grant, financial support, or funding from any public, commercial, or non-profit funding agencies.

Artificial Intelligence (AI) Usage Disclosure

During the preparation of this manuscript, artificial intelligence tools may have been used solely for limited purposes such as language editing, translation assistance, and stylistic improvement. Any AI-assisted translations or language corrections were carefully reviewed and verified by the author(s). Artificial intelligence tools were not used to generate the core scientific content, research design, analysis, or scholarly conclusions. All academic responsibility for the content of the manuscript rests entirely with the author(s).

Copyright and Permissions

The author(s) confirm that all necessary permissions for copyrighted materials have been obtained where required and that the manuscript does not violate any intellectual property rights.

Author Approval

All authors confirm that they have read and approved the final version of the manuscript and consent to its submission and publication.

ETİK BEYANLAR**Araştırma ve Yayın Etiği**

Yazar(lar), bu makalenin özgün bir çalışma olduğunu ve bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hazırlandığını beyan eder. Makale daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış olup başka bir dergide değerlendirme sürecinde değildir.

Çalışmada kullanılan tüm kaynaklar akademik kurallara uygun biçimde atıf lanmıştır. Yazar(lar), çalışmanın intihal, veri uydurma, veri tahrifi veya manipölasyon içermediğini; araştırma bulgularının bilimsel dürüstlük ilkelerine uygun şekilde sunulduğunu beyan eder.

Yazar Katkısı

Tüm yazarlar çalışmanın tasarlanması, yürütülmesi, analizi ve makalenin hazırlanmasına önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Tüm yazarlar makalenin son hâlini okuyup onaylamış ve yayımlanmasını kabul etmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazar(lar), bu makalenin yayımlanmasına ilişkin herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

Finansal Destek

Bu araştırma herhangi bir kamu kurumu, ticari kuruluş veya kâr amacı gütmeyen kuruluş tarafından finansal olarak desteklenmemiştir.

Yapay Zekâ Kullanım Beyanı

Makalenin hazırlanması sürecinde yapay zekâ araçlarından yalnızca dil düzenleme, çeviri desteği ve anlatım iyileştirmesi amacıyla sınırlı ölçüde yararlanılmış olabilir. Yapay zekâ araçları tarafından yapılan çeviri ve dil düzenlemeleri yazar(lar) tarafından dikkatle kontrol edilmiştir. Yapay zekâ araçları çalışmanın bilimsel içeriğinin, araştırma tasarımının, analizlerinin veya akademik sonuçlarının oluşturulmasında kullanılmamıştır. Makalenin içeriğine ilişkin tüm akademik sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Telif Hakları ve İzinler

Yazar(lar), telif hakkı gerektiren materyaller kullanılmışsa gerekli izinlerin alındığını ve çalışmanın herhangi bir fikrî mülkiyet hakkını ihlal etmediğini beyan eder.

Yazar Onayı

Tüm yazarlar makalenin son hâlini okuduklarını, onayladıklarını ve yayımlanmasını kabul ettiklerini beyan eder.