



Adaptive Market Hypothesis in BRICS-T Countries: Dynamic Effects of Geopolitical Risks and Market Predictability

Cengizhan Karaca^{1,*}

¹Social Sciences Vocational School, Gaziantep University, Gaziantep, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 12/12/2024

Accepted: 13/02/2025

JEL Codes: G14, G15, D81

ABSTRACT

This study aims to reveal the time-varying dynamics of market efficiency by analyzing the financial markets of BRICS-T countries (Brazil, Russia, India, China, South Africa, and Turkey) within the framework of the Adaptive Market Hypothesis (AMH). Using monthly stock market index data for the period November 1997 - November 2024, the APH is tested with the Generalized Spectral (GS) test, Automatic Portmanteau (AQ) test, and Wild-Bootstrap Automatic Variance Ratio (WBAVR) test. To examine time-dependent adaptive behavior, we apply the sliding windows technique to test whether APH exhibits adaptive market characteristics across different periods. Furthermore, the impact of geopolitical risks on market predictability is analyzed using Kernel Regularized Least Squares (KRLS), a machine learning-based method capable of performing nonlinear modeling. According to the findings, no country is found to exhibit adaptive market characteristics across all periods. However, using the rolling window method, Brazil and Russia exhibited strong adaptive market characteristics between 2008 and 2011; India was very limited in 2006, China was strong in 2014 and 2015, and Turkey was very limited in 2003, 2007, and 2011 and was strong in 2023 and 2024. South Africa does not exhibit adaptive market characteristics in any period. Additionally, KRLS non-dynamic results reveal that geopolitical risks increase the predictability of Brazil's stock market, whereas they decrease the predictability of all other countries' stock markets. In this study, the KRLS dynamic results and the marginal effects of geopolitical risks on the stock markets of countries are revealed, and policy recommendations are proposed according to these findings.

Keywords: Adaptive Market Hypothesis, BRICS – T Countries, Variance-Ratio Tests, KRLS Machine Learning

BRICS-T Ülkelerinde Adaptif Piyasa Hipotezi: Jeopolitik Risklerin Dinamik Etkileri ve Piyasa Tahmin Edilebilirliği

Süreç

Geliş: 12/12/2024

Kabul: 13/02/2025

Jel Kodları: G14, G15, D81

ÖZET

Bu çalışma, BRICS-T ülkelerinin (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) finansal piyasalarını, Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çerçevesinde analiz ederek piyasa etkinliğinin zamanla değişen dinamiklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Kasım 1997 - Kasım 2024 dönemine ait aylık borsa endeksi verileri kullanılarak APH, Genelleştirilmiş Spektral (GS) testi, Otomatik Portmanteau (AQ) testi ve Wild-Bootstrap Otomatik Varyans Oranı (WBAVR) testi ile sınanmıştır. Zamana bağlı adaptif davranışları incelemek için kayan pencereler tekniği uygulanmış ve APH'nin farklı dönemlerdeki adaptif piyasa özelliği sergileyip sergilemediği test edilmiştir. Ayrıca, jeopolitik risklerin piyasaların tahmin edilebilirliği üzerindeki etkileri doğrusal olmayan modelleme yapabilen ve makine öğrenimine dayalı bir yöntem olan KRLS (Kernel Regularized Least Squares) ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, tüm dönemler baz alındığında hiçbir ülkenin adaptif piyasa özelliği göstermediği tespit edilmiştir. Ancak, kayan pencereler yöntemiyle ele alındığında Brezilya ve Rusya 2008-2011 arasında güçlü, Hindistan 2006'da çok sınırlı, Çin 2014 ve 2015'te güçlü, Türkiye 2003, 2007, 2011'de çok sınırlı; 2023 ve 2024'te güçlü adaptif piyasa özelliği sergilemiştir. Güney Afrika'nın hiçbir dönemde adaptif piyasa özelliği sergilemediği görülmektedir. Ayrıca, KRLS dinamik olmayan sonuçları, Jeopolitik risklerin Brezilya borsa tahmin edilebilirliğini artırdığını, diğer tüm ülkelerin borsa tahmin edilebilirliğini azalttığını ortaya çıkarmaktadır. Çalışmada, KRLS dinamik sonuçları ile jeopolitik risklerin marjinal etkilerinin ülke borsaları üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmakta ve bu sonuçlara göre politika önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adaptif Piyasa Hipotezi, BRICS – T ülkeleri, Varyans Oran Testleri, KRLS Makine Öğrenimi

License



This work is licensed under
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License International License

Giriş

Finansal piyasalarda fiyatların mevcut tüm bilgileri tam olarak yansıttığı durumlarda piyasaların etkin olduğunu öne sürülmektedir. Ayrıca, Etkin Piyasa Hipotezi (EPH), piyasaların yeni bilgilere anında tepki verdiğini ve arbitraj fırsatlarının hızla ortadan kalktığı savunmaktadır (Fama, 1980, 1991; Malkiel & Fama, 1970). Ancak bu görüşün aksine, finansal piyasaların statik bir yapıya sahip olmadığını vurgulayarak, Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) geliştirilmiş ve piyasa etkinliğinin zaman içinde değişkenlik gösterebileceğini, bu değişkenliğin piyasa koşullarından etkilendiği öne sürülmüştür (Lo, 2004). Adaptif Piyasa Hipotezi (APH), etkinliğin durağan bir özellik olmadığını, krizler ve balonlar gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle dinamik olarak değiştiğini kabul etmektedir. Bu bağlamda, Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) yalnızca piyasa anomalilerini anlamak için değil, aynı zamanda piyasaların etkin ve etkin olmayan durumlarını zaman içinde açıklamak için kapsamlı bir teorik çerçeve sunmaktadır (López-Martín, 2023).

Adaptif Piyasa Hipotezi'nin (APH) ülke piyasaları üzerinde test edilmesi, piyasa etkinliğinin dinamik ve evrimsel doğasının anlaşılması açısından özellikle gelişmekte olan piyasalarda kritik bir öneme sahiptir. Bu hipotez, piyasa etkinliğinin zamanla ve piyasa koşullarına bağlı olarak değişebileceğini savunarak, krizler, finansal şoklar ve pandemiler gibi olağanüstü durumların piyasa davranışları üzerindeki etkilerini inceleme fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, Adaptif Piyasa Hipotezi'nin (APH) test edilmesi, yatırımcıların ve portföy yöneticilerinin piyasa etkinliğindeki dalgalanmalara adapte olabilecek esnek stratejiler geliştirmesine yardımcı olurken, düzenleyici politikaların daha etkili bir şekilde tasarlanmasına da katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, Adaptif Piyasa Hipotezi'nin (APH) farklı ülkelerdeki gelişmiş, gelişmekte olan ve frontier piyasalardaki farklılıkları karşılaştırmaya olanak tanıması, küresel ve yerel koşulların piyasa etkinliğini nasıl etkilediğini anlamayı mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda, makroekonomik politikaların piyasa dinamikleri üzerindeki etkilerini değerlendirme imkânı sunan bu hipotez, aynı zamanda takvim anomalileri gibi piyasa anomalilerinin neden ve nasıl oluştuğunu açıklamada değerli bir çerçeve sunmaktadır. Bu noktada, özellikle gelişmekte olan piyasalarda, Adaptif Piyasa Hipotezi (AMH), piyasa dalgalanmalarını ve Jeopolitik risklerin etkisini anlamak için etkili bir çerçeve sunabilir mi? Bu bağlamda, piyasa koşullarına uyum sağlayarak etkinliği artıracak stratejiler geliştirmek mümkün müdür?

Bu soruların cevaplanması için Adaptif Piyasa Hipotezi (APH), birçok ülke borsaları ve çeşitli finansal araçlar üzerinde çok sayıda çalışma ile test edilmektedir. Örneğin, Türkiye finansal piyasaları üzerine yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmaları, genel piyasa etkinliği, sektörel farklılıklar ve kriz dönemlerindeki adaptasyon olmak üzere üç ana başlık altında ele alınmaktadır (Aytekin & Doğan, 2023; Burhan & Acar, 2021; Ertaş & Özkan, 2018; Eyüboğlu & Eyüboğlu, 2020; İçigen & Kayali, 2022; Kılıç, 2020; Mandacı vd., 2019; Özkan, 2020c, 2020a, 2020d, 2020b). Ayrıca, Asya ülkelerinden Pakistan, Hindistan ve Çin finansal piyasaları üzerine yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmaları, piyasa etkinliğinin zamanla değişen yapısını, kriz dönemlerindeki tahmin edilebilirliği ve sektörel dinamikleri ele almıştır. Bu çalışmalar, ekonomik koşullar ve finansal şoklara adaptasyon sürecini anlamada önemli bulgular sunmaktadır (Adnan vd., 2023; Bhuyan vd., 2020; Görgel & Ege, 2024; Hiremath & Kumari, 2014; Hiremath & Narayan, 2016; Okorie & Lin, 2021; Özkan, 2021a; Saha vd., 2021.; Shahid vd., 2020; Xiong vd., 2019). Buna ilave olarak, Afrika ve Baltık ülkelerine ait finansal piyasalar da incelemeye konu olmaktadır (Aleksnevičienė vd., 2022; Kyei vd., 2023; Lekhal & Oubani, 2020, 2020; Ndubuisi & Okere, 2018; Obalade & Muzindutsi, 2020; Tweneboah vd., 2022). Bu çalışmaların yanında ABD, küresel piyasalar, kripto piyasaları ve enerji/emtia piyasalarına yönelik Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmalarına yer verilmektedir (Akbar vd., 2024; Charles vd., 2017; Chu vd., 2019; Ghazani & Ebrahimi, 2019; Karaömer & Kakilli Acaravci, 2023; Noreen vd., 2022; Santos vd., 2023; Shahid vd., 2020; Tiwari vd., 2024; Yaman & Topaloğlu, 2023; Zhang vd., 2023). Bu çalışmalar literatüre geniş bir bakış açısı sunmasına rağmen, gelişmekte olan piyasalara sahip BRICS-T ülkelerinin finansal piyasalarının Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) kapsamında sistematik bir şekilde test edildiğine dair bir çalışmaya, bildiğimiz kadarıyla henüz rastlanmamıştır. Bu bağlamda, bu çalışma, BRICS-T ülkeleri özelinde APH'yi test ederek literatüre özgün bir katkı sunmayı ve bu alandaki ilk kapsamlı incelemeyi gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca, Adaptif piyasa özelliği gösteren ülke borsalarının jeopolitik riskten etkilenme düzeylerine ilişkin bir regresyon modeline rastlanmamıştır.

Bu çalışma, literatüre dört yönlü katkı sunmaktadır. İlk olarak, BRICS-T ülkeleri özelinde Adaptif Piyasa Hipotezi'ni (APH) sistematik bir şekilde test eden ilk kapsamlı araştırma olması nedeniyle, bu hipotezin gelişmekte olan piyasalardaki dinamiklerini ortaya koymaktadır. İkinci olarak, APH testinde bootstrap tabanlı yöntemler kullanılarak hem tüm dönemler boyunca piyasa davranışları ele alınmış hem de kayan pencereler tekniğiyle zamana bağlı adaptif hareketler dinamik bir yapıda analiz edilmiştir. Üçüncü olarak, ülke borsalarının tahmin edilebilirliği ile jeopolitik risk arasındaki ilişkiler, doğrusal olmayan ve makine öğrenmesine dayalı Kernel Regularized Least Squares (KRLS) yöntemiyle detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu bağlamda, çalışmada, belirsizlik ve risk faktörlerinin piyasa etkinliği üzerindeki etkisini dinamik bir perspektifle ele alan özgün bir metodolojik yaklaşım sunmaktadır. Son olarak, kullanılan yöntemlerin dinamik adaptif davranışları yakalamadaki etkinliği, piyasa katılımcıları ve politika yapıcılar için pratik çıkarımlar sağlamaktadır. Böylelikle, hem finansal teorinin genişletilmesine hem de küresel ve yerel bağlamda daha etkili politika tasarımlarına katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taramasına, üçüncü bölümünde veri seti ve metodolojiye, dördüncü bölümde ampirik bulgular ve tartışmaya ve beşinci bölümde ise sonuç ve değerlendirmeye yer verilmiştir.

Literatür Taraması

Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çerçevesinde literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmaları bölgesel bazda sırasıyla Türkiye Finansal Piyasalarında Adaptif Piyasa Hipotezi, Asya ülkeleri (Pakistan, Hindistan, Çin özelinde) finansal piyasalarındaki Adaptif Piyasa Hipotezi, Afrika ve Baltık Ülkelerindeki finansal piyasalarda Adaptif Piyasa Hipotezi ve ABD, Küresel Piyasalar, Kripto Piyasalar, Enerji/Emtia Piyasalarında Adaptif Piyasa Hipotezi sınamaları olmak üzere dört grupta ele almak mümkündür.

Literatürdeki birinci grupta yer alan ve Türkiye finansal piyasaları üzerine yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmaları, genel piyasa etkinliği, sektörel farklılıklar ve kriz dönemlerindeki adaptasyon olmak üzere üç ana başlık altında ele alınmaktadır. Genel piyasa etkinliği bağlamında, Eyüboğlu & Eyüboğlu (2020), Borsa İstanbul (BIST) endekslerinde iki yıllık alt dönemlerde etkinlik farklılıkları gözlemlemiş ve sürekli tahmin edilebilirliğin piyasa verimsizliğini işaret ettiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Burhan & Acar (2021), BIST 100 endeksinde periyodik etkinlik dalgalanmalarını vurgulamış ve piyasa katılımcılarının kriz dönemlerinde adaptif davranışlar sergilediğini göstermiştir. Ancak, Kılıç (2020), BIST100’de zamanla değişen bir etkinlik bulunmadığını, piyasanın sürekli olarak aynı etkinlik düzeyinde kaldığını ifade etmiştir. Sektörel farklılıklar bağlamında, Aytekin & Doğan (2023), BIST100 ve sektörel endekslerin (XBANK, XGIDA, XTEKS, XTRZM) krizlere farklı tepkiler verdiğini, finans sektörünün krizlere daha hızlı adaptasyon sağladığını, tekstil gibi sektörlerin ise daha uzun süreli verimsizlik yaşadığını belirtmiştir. Mandacı vd. (2019), 2013-2016 döneminde BIST endekslerinde etkinliğin arttığını ve bu durumun piyasa koşullarındaki iyileşmelerle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Kriz dönemlerinde piyasa adaptasyonu üzerine yapılan çalışmalarda, Ertaş & Özkan (2018), BIST 100 endeksinin kriz dönemlerinde etkinlik kaybı yaşadığını, ancak kriz sonrası adaptif bir iyileşme gösterdiğini belirtmiştir. İçgen & Kayalı (2022), altın fiyatları, döviz kurları ve para arzı gibi makroekonomik değişkenlerin BIST100 tahmin edilebilirliğini artırdığını ve bu etkinin kriz dönemlerinde daha belirgin hale geldiğini vurgulamıştır. Ayrıca, Özkan (2020b), Türkiye’nin de dahil olduğu MIST (Meksika, Endonezya, Güney Kore, Türkiye) ülkelerindeki piyasa etkinliğini analiz etmiş ve kriz dönemlerinde piyasalardaki adaptasyon kapasitesinin arttığını belirtmiştir. Aynı zamanda, Özkan (2020a) Türkiye’deki farklı sektörlerin zayıf form piyasa etkinliğini, Borsa İstanbul’da yer alan 19 birincil sektör endeksinin günlük verilerini kullanarak Ulaştırma, Sigorta, Elektrik ve Metal Ürünler ve Makineler sektörlerinde getiri öngörülebilirlik dönemleri daha fazla olduğunu; Yiyecek ve İçecek, Bankalar, Toptan Satış ve Perakende Ticaret ile Odun, Kağıt ve Baskı sektörlerinde getiri öngörülebilirlik dönemleri diğer sektörlerle göre daha düşük olduğu için bu sektörlerin zayıf formda daha etkin olduğunu tespit etmiştir. Diğer taraftan, Özkan (2020d), Türkiye döviz piyasasındaki varlıkların tarihsel fiyat bilgileriyle getiri oranı tahmin edilebilirliğini analiz ederek, piyasadaki zayıf form etkinliğin dönemsel değişimlerini ortaya koymuştur ve EURO/TL ile YEN/TL’nin tahmin edilebilirlik açısından diğer döviz kurlarından daha öne çıktığını göstermektedir. Sonuç olarak, Türkiye finansal piyasalarındaki APH çalışmaları, piyasa dinamiklerinin ekonomik koşullara ve krizlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ve bu bağlamda APH’nin Türkiye finansal piyasalarının adaptif yapısını açıklamada başarılı bir çerçeve sunduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürün ikinci grubundaki Asya ülkelerinden Pakistan, Hindistan ve Çin finansal piyasaları üzerine yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmaları, piyasa etkinliğinin zamanla değişen yapısını, kriz dönemlerindeki tahmin edilebilirliği ve sektörel dinamikleri ele almıştır. Bu çalışmalar, ekonomik koşullar ve finansal şoklara adaptasyon sürecini anlamada önemli bulgular sunmaktadır. Pakistan açısından bakıldığında, Adnan vd. (2023), PSX ve FOREX piyasalarının zamanla değişen etkinlik düzeylerini incelemiş ve piyasa katılımcılarının ekonomik çevrimlere uyum sağladığını ortaya koymuştur. Çalışma, piyasa verimliliğinin kriz dönemlerinde azaldığını ancak sonrasında yeniden iyileşebildiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, Shahid vd. (2020), Pakistan’daki emtia piyasalarının makroekonomik şoklara duyarlılığını incelemiş, özellikle altın ve metal piyasalarında kriz dönemlerinde tahmin edilebilirliğin arttığını ancak bunun adaptif stratejilerle dengelendiğini belirtmiştir.

Hindistan finansal piyasalarında yapılan çalışmalar, NSE (Ulusal Borsa) ve BSE (Bombay Borsa) gibi büyük piyasalardan döviz ve ETF piyasalarına kadar geniş bir yelpazede Adaptif Piyasa Hipotezi’nin (APH) geçerliliğini araştırmış ve önemli bulgular sunmuştur. Örneğin, Bhuyan vd. (2020), NSE ve BSE piyasalarını karşılaştırarak, NSE’nin daha yüksek etkinlik gösterdiğini ve global ile yerel olayların piyasa dinamikleri üzerindeki etkisini analiz etmiştir; bu bağlamda, NSE’nin global krizlere karşı daha dirençli olduğu, ancak BSE’nin kriz dönemlerinde verimlilik kaybı yaşadığı bulunmuştur. Benzer şekilde, Hiremath & Kumari (2014), Hindistan piyasalarında döngüsel etkinlik ve doğrusal olmayan tahmin edilebilirlik dinamiklerini incelemiş ve krizlerin piyasa adaptasyonunu şekillendirdiğini göstermiştir. Ayrıca, Hiremath & Narayan (2016), finansal krizlerin piyasa etkinliğini düşürdüğünü ve tahmin edilebilirliği artırdığını vurgulamış; yabancı portföy yatırımlarının piyasa dinamiklerinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Görgel & Ege (2024) ise Hindistan’ı E7 ülkeleri arasında analiz etmiş ve kriz dönemlerinde Hindistan piyasalarının adaptif davranışlar sergilediğini ifade ederek, piyasa etkinliğinin kısmen korunduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra, Okorie & Lin (2021), COVID-19 pandemisi sonrası Hindistan piyasalarında uzun vadeli etkinliğin azaldığını ve tahmin edilebilirliğin arttığını ortaya koymuştur; bu durum, kriz dönemlerinde piyasa adaptasyonunun sınırlı kalabileceğini göstermektedir. Saha vd. (2021), Hint ETF piyasalarında

zamanla değişen dinamik etkinlik düzeylerini tespit etmiş ve piyasa koşullarına adaptif tepkilerin ETF piyasalarında öne çıktığını vurgulamıştır. Son olarak, Özkan (2021a), BRICS-T bağlamında Hindistan döviz piyasasında INR/USD çiftini incelemiş ve düşük etkinlik bulgularına ulaşmıştır; bu durum, döviz piyasasının diğer piyasalara kıyasla daha sınırlı bir adaptif kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak, Hindistan finansal piyasalarına yönelik bu çalışmalar, APH'nin Hindistan bağlamında geçerliliğini desteklemekte ve piyasa dinamiklerinin değişen ekonomik koşullara adaptif tepkiler verdiğini ortaya koymaktadır.

Çin finansal piyasalarındaki çalışmalar, hisse senedi, döviz ve ETF piyasaları bağlamında Adaptif Piyasa Hipotezi'nin (APH) geçerliliğini araştırmaktadır. Bu çalışmalar, piyasa etkinliğinin zamanla değişen yapısını ve adaptif özelliklerini ortaya koymaktadır. Örneğin, Xiong vd. (2019), Çin hisse senedi piyasasındaki takvim anomalilerini incelemiş ve bu anomalilerin zamanla değiştiğini, piyasa koşullarına bağlı olarak farklılık gösterdiğini bulmuşlardır; bu da piyasa katılımcılarının stratejik davranışlarının adaptif bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Özkan (2021a), Çin döviz piyasasında CNY/USD çiftini analiz etmiş ve düşük etkinlik gözlemleyerek döviz piyasalarının tarihsel fiyat bilgisine dayalı tahmin edilebilirlik kapasitesinin sınırlı olduğunu belirtmiştir; ancak, piyasanın global ekonomik şoklara adaptif tepki verebildiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, Saha vd. (2021), Çin ETF piyasalarında zamanla değişen dinamik etkinlik düzeylerini ortaya koymuş ve ETF'lerin piyasa koşullarına göre değişkenlik sergilediğini vurgulamıştır. Bu bulgular, hisse senedi, döviz ve ETF piyasalarının her birinin farklı düzeylerde adaptif yapılar sergilediğini, ancak döviz piyasasının diğer piyasalara kıyasla daha sınırlı bir adaptasyon kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak, Çin finansal piyasaları, piyasa katılımcılarının bilgiye duyarlılığı ve değişen ekonomik koşullara stratejik tepkileri ile APH'nin varsayımlarına uygun bir dinamik yapı sergilemektedir.

Literatürün üçüncü grubundaki Afrika ve Baltık ülkeleri üzerine yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmaları, bu bölgelerdeki finansal piyasalarda etkinlik düzeylerinin zamanla nasıl değiştiğini ve krizlere verilen adaptif tepkileri incelemiştir. Bu çalışmalar, piyasa katılımcılarının davranışlarının ekonomik ve finansal koşullara uyum sağlama kapasitelerini vurgulamaktadır. Afrika bağlamında, Ndubuisi & Okere (2018), Nijerya hisse senedi piyasasını analiz ederek doğrusal testlerde etkinlik bulunurken, doğrusal olmayan testlerde kalıcı verimsizlik gözlemlemiştir. Bu sonuç, piyasa adaptasyonunun sınırlı olduğunu ve katılımcıların bilgiye duyarlılıklarının yetersiz olduğunu göstermektedir. Obalade & Muzindutsi (2020), Tunus piyasasında kriz dönemlerinde artan tahmin edilebilirliği incelemiş ve bu durumun piyasanın krizlere duyarlı bir yapı sergilediğini ortaya koymuştur. Kyei vd. (2023), Gana'nın bankacılık sektöründe emtia fiyatlarındaki dalgalanmalara verilen adaptif tepkileri ele almış ve sektörün ekonomik dalgalanmalara uyum sağlama kabiliyetini vurgulamıştır. Lekhal & El Oubani (2020), Fas piyasasında momentum bazlı yatırım stratejilerinin dönemsel olarak etkinlik sağladığını ve piyasa koşullarına göre değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir. Tweneboah vd. (2022), Güney Afrika döviz piyasasında ZAR çiftlerinde tahmin edilebilirlik ve tahmin edilemezlik arasında dalgalanmalar olduğunu ortaya koymuş, bu dinamiklerin piyasa adaptasyonunu desteklediğini vurgulamıştır. Baltık ülkelerine bakıldığında ise Aleknevičienė vd. (2022), Litvanya, Letonya ve Estonya piyasalarında takvim anomalilerinin zamanla değiştiğini ve finansal krizlerin bu anomalileri önemli ölçüde azalttığını gözlemlemiştir. Çalışma, 2007-2009 finansal krizinin piyasa verimsizliklerini azaltarak etkinliği artırdığını ve Baltık piyasalarının kriz dönemlerinde adaptif bir yapı sergilediğini ortaya koymuştur. Cuma ve ay başı etkilerinin finansal krizler sırasında kaybolması, piyasa katılımcılarının kriz koşullarına uyum sağladığını göstermektedir.

Literatürün dördüncü grubunda ABD, küresel piyasalar, kripto piyasaları ve enerji/emtia piyasaları üzerine yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çalışmaları, finansal piyasaların dinamik doğasını anlamada önemli katkılar sunmaktadır. Örneğin, Akbar vd. (2024), İslamî ve geleneksel endekslerin zamanla değişen etkinlik düzeylerini inceleyerek APH'nin bu dinamikleri açıklamada başarılı olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Charles vd. (2017), kriz dönemlerinde İslamî endekslerin geleneksel endekslere kıyasla daha yüksek etkinlik sergilediğini belirlemiş; bu da kriz dönemlerindeki farklı risk algılarına işaret etmiştir. Öte yandan, Tiwari vd. (2024), G7 ülkelerinin tahvil ve hisse senedi piyasaları arasındaki bilgi akışını analiz etmiş ve bu akışların piyasa koşullarına göre değiştiğini, özellikle kriz dönemlerinde APH'nin varsayımlarını doğruladığını ortaya koymuştur. Özkan (2020c), G-20 üye ülkelerinin borsa endekslerinin haftalık verilerini kullanarak 07.06.2009 - 09.02.2020 tarihleri arasında getirilerin tahmin edilebilirliğini (zayıf form piyasa etkinliği) karşılaştırmalı olarak analiz etmektedir. Çalışmada, zayıf ve kısmen zayıf formda etkin olan ülkeler ortaya çıkarılarak Japonya, Avustralya, Çin, Suudi Arabistan ve özellikle Meksika'nın borsalarının getirilerinin daha yüksek bir tahmin edilebilirliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Santos vd. (2023), 50 farklı ülkenin finansal piyasalarında çevrimsel etkinlik düzeylerini incelemiş ve kurumsal faktörlerin etkinlik üzerinde belirleyici bir rol oynadığını vurgulamıştır. Özkan (2021b), COVID-19 pandemisinin önemli ölçüde etkilediği altı gelişmiş ülkenin (ABD, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, İtalya ve İspanya) borsa etkinliği üzerindeki etkisini inceleyerek, pandemi sırasında özellikle ABD ve Birleşik Krallık borsalarında piyasa etkinliğinden önemli sapmalar olduğunu ve hisse fiyatı tahmin edilebilirliği ile anormal getirilerde artış yaşandığını ortaya koymaktadır. ABD bağlamında, Noreen vd. (2022), kriz dönemlerinde ABD piyasalarında yatırımcıların myopik davranışlar sergilediğini ve bunun tahmin edilebilirliği artırırken uzun vadeli etkinliği azalttığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra, kripto para piyasalarına yönelik çalışmalarda Chu vd. (2019), Bitcoin ve Ethereum piyasalarının zamanla değişen etkinlik seviyelerini analiz etmiş ve bu değişkenliğin piyasa adaptasyonu ile uyumlu olduğunu göstermiştir; aynı şekilde, Karaömer & Kakilli Acaravci (2023), kripto para piyasalarının haber ve piyasa olaylarına duyarlılığının adaptif bir yapı sergilediğini vurgulamıştır. Enerji ve emtia piyasalarında ise Ghazani & Ebrahimi

(2019), Brent ve WTI piyasalarının yüksek etkinlik gösterdiğini, ancak OPEC Sepeti'nin daha düşük etkinlik sergilediğini tespit etmiştir. Bu bağlamda, Yaman & Topaloğlu (2023), Türkiye enerji ve emtia piyasalarında balon oluşumlarının krizler sırasında değişkenlik gösterdiğini ve piyasa katılımcılarının adaptif davranışlar sergilediğini belirtmiştir. Genel olarak, bu çalışmalar, APH'nin farklı piyasa türlerinde geçerliliğini desteklerken, piyasa katılımcılarının bilgiye duyarlılıklarının ve adaptif stratejiler geliştirme kapasitelerinin piyasaların etkinlik düzeylerini şekillendirdiğini ortaya koymaktadır.

Mevcut literatür, Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çerçevesinde bölgesel ve sektörel analizlere geniş yer vermekle birlikte, BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkelerinin finansal piyasalarını karşılaştırmalı olarak ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. BRICS ülkelerinin dinamik piyasa yapıları sıkça araştırılmış olsa da, Türkiye'nin bu grubun bir parçası olarak APH bağlamında analiz edilmesi literatürde önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Ayrıca, piyasa etkinliği üzerindeki ekonomik belirsizlik, jeopolitik riskin etkisi, özellikle ülkeler arası karşılaştırmalarda yeterince ele alınmamıştır. Bu çalışma, Türkiye'nin BRICS ülkeleriyle finansal piyasa dinamiklerini, jeopolitik risk altında verdiği adaptif tepkilerle birlikte analiz ederek, APH literatürüne ilk karşılaştırmalı katkısı sunmayı hedeflemektedir.

Veri Seti ve Methodoloji

Çalışmada Adaptif Piyasa Hipotezi'nin (APH) geçerliliğini araştırmak ve BRICS-T ülkeleri arasındaki dinamikleri ortaya koymak amacıyla, Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye'ye ait borsa endekslerinin Ocak 1990 – Kasım 2024 dönemi için aylık verileri incelenmiştir. Çalışmanın verileri, investing.com adresinden sağlanmış ve incelenen ülkeler için çalışmada kullanılan endeksler şu şekildedir: Brezilya için Bovespa (IBOV), Rusya için MOEX Russia Index (IMOEX), Hindistan için Nifty 50 (NSEI), Çin için Shanghai Composite (SSEC), Güney Afrika için South Africa Top 40 (JTOPI) ve Türkiye için BIST 100 endeksi. Her bir endeks serisi, aylık kapanış fiyatları kullanılarak toplam gözlem sayısına bağlı logaritmik getiri serisine dönüştürülmüştür. Çalışmanın analiz sürecinde sırasıyla, APH'nin test edilmesi için Escanciano & Velasco (2006) tarafından geliştirilen genelleştirilmiş spektral (GS) yöntemi, Escanciano & Lobato (2009) tarafından ortaya çıkarılan otomatik portmanteau (AQ) yöntemi ve Kim (2009) tarafından geliştirilen wild-bootstrap otomatik varyans oranı (WBAVR) yöntemi kullanılmıştır. Analizler sonuçları R paket programı kullanılarak elde edilmiş ve söz konusu testler için "vrtest" paketi kullanılmıştır.

Genelleştirilmiş Spektral Yöntemi

Charles vd. (2011), varyans oran testlerinin, finansal getirilerin tahmin edilemez bir yapı sergilediği durumlarda, doğrusal olmayan bağımlılıkları tespit edemeyebileceğini dile getirmiştir. Bu duruma çözüm olarak, Escanciano & Velasco (2006)'ın önerdiği GS testinin, doğrusal ve doğrusal olmayan bağımlılıkları analiz etmede daha etkili bir araç olduğu ifade edilmiştir. Escanciano & Velasco (2006), temel hipotezini test etmek amacıyla, getirilerin öngörülemez bir yapıya sahip olduğu Martingale fark serisini tanımlayan bir test istatistiği oluşturmuşlardır. Söz konusu test istatistiği Denklem 1'de sunulmuştur:

$$H(\lambda, \chi) = \gamma_0(\chi)\lambda + 2 \sum_{j=1}^{\infty} \gamma_j(\chi) \frac{\sin j\pi\lambda}{j\pi} \quad (1)$$

Burada yer alan λ sıfır ile bir $[0,1]$ arasında yer alan gerçel bir sayı olarak modele dahil edilmiştir. $H(\lambda, \chi) = \gamma_0(\chi)\lambda$ eşitliği altında H_0 ("temel hipotezi") hipotezini test etmek amacıyla aşağıdaki model önerilmiştir:

$$S_T(\lambda, \chi) = (0.5T)^{1/2} \{ \hat{H}(\lambda, \chi) - \hat{H}_0(\lambda, \chi) \} \quad (2)$$

λ ve χ nin alabileceği muhtemel tüm değerler için $S_T(\lambda, \chi)$ ile sıfır değeri arasındaki uzaklık Cramer – Von Mises kuralına dayalı olarak D_n^2 istatistiği türetilmiştir. Söz konusu istatistik 3 numaralı denklemde yer almaktadır:

$$D_n^2 = \sum_{j=1}^{n-1} (n-j) \frac{1}{(j\pi)^2} \sum_{t=j+1}^n \sum_{s=j+1}^n (Y_t - \bar{Y}_{n-j})(Y_s - \bar{Y}_{n-j}) \exp \left(-0.5(Y_{t-j} - Y_{s-j})^2 \right) \quad (3)$$

3 numaralı denklemdeki D_n^2 test istatistiğinin değeri sayıca çok büyük olduğunda, testin temel hipotezi ret edildiği bildirilmiştir (Khuntia & Pattanayak, 2018).

Otomatik Portmanteau Yöntemi

Box & Pierce (1970) tarafından ortaya koyulan portmanteau yöntemi, bir finansal zaman serisinin otokorelasyon katsayılarının anlamlı şekilde sıfırdan farklı olup olmadığını değerlendirmek için kullanılan önemli yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemin çalışma prensibi, 4 numaralı denklemde yer almaktadır:

$$Q_p = T \sum_{i=1}^k \hat{\rho}^2(i) \quad (4)$$

4 numaralı denklemde yer alan T , örneklem boyutunu ve k , ise gecikme uzunluğunu temsil etmektedir. Bu yöntemin test edilen hipotezi aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} H_0: \rho_1 &= \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_k = 0 \\ H_1: \rho_1 &\neq \rho_2 \neq \rho_3 = \dots \neq \rho_k = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

4 numaralı denklem test edilirken bağımlı değişken olan Y_t 'nin koşullu değişen varyans ortaya çıkarması halinde daha tutarlı sonuçlar ortaya çıkarmak için ayrı bir test istatistiği 6 numaralı denklem ile öne sürülmüştür:

$$Q_p^* = T \sum_{i=1}^k \tilde{\rho}^2(i) \quad (6)$$

6 numaralı denklemde yer alan $\tilde{\rho}(i) = \hat{y}^2(i)/\hat{t}(j)$ eşitliğinden hareketle $\hat{y}(i)$, Y_t' 'nin i 'nci dereceden örnekleme ait olan otokorvaryansını temsil etmektedir. $\hat{t}(i)$ ise Y_t^2 'nin i 'nci dereceden örnekleme ait otokovaryansını ifade etmektedir. Escanciano & Lobato (2009), otokorelasyon sayısının otomatik belirlenmesine olanak tanıyan ve Akaike (AIC) ile Bayesyen bilgi kriterini (BIC) esas alan bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem, asimptotik olarak ki-kare dağılımına sahip denklem 7'deki gibi AQ testi ile ilişkilendirmiştir.

$$AQ = Q_k^* = T \sum_{j=1}^k \tilde{\rho}_j^2 \quad (7)$$

Wild-bootstrap Varyans Oran yöntemi

Lo & MacKinlay (1988) tarafından keşfedilen varyans oran testi, bir zaman serisinin, örneğin bir menkul kıymetin zamana bağlı değişen fiyatlarının, ardışık olarak ortaya çıkan artışların varyansının örneklem aralığıyla orantılı olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu yöntemde göre, eğer x_t , örneklem boyutu T olan bir finansal varlığın getirilerini temsil ediyorsa, bu serinin bağımsız ve aynı dağılıma sahip (iid) ya da martingale fark serisi olduğuna yönelik temel hipotezi, Denklem 8'de tanımlanan varyans oranı testi ile değerlendirilebilir.

$$V(k) = 1 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} \left(\frac{(k-i)}{k} \right) \rho_i \quad (8)$$

Denklem 8'de ifade edilen $\rho_i, \{x_t\}$ notasyonlu zaman serisinin i . gecikmesinde ortaya çıkan otokorelasyon katsayısını temsil etmektedir. Eğer getirilerin zaman boyunca ilişkisiz olduğu varsayılırsa, herhangi bir elde bulundurma süresi olan " k " parametresi için temel hipotezi $V(k) = 1$ şeklinde tanımlanmaktadır. Ampirik uygulamalarda elde bulundurma süresi, günlük getiriler için $k \in \{2,5,10,30\}$, haftalık getiriler için ise $k \in \{2,4,8,16\}$ olarak belirlenmektedir (Charles vd., 2011). Buradan hareketle, Choi (1999), " k " parametresinin optimal değerini otomatik olarak belirlemeye yönelik, frekans alanı yaklaşımını temel alan bir otomatik varyans oranı testi (AVR) geliştirmiştir. Bu yöntemde kullanılan varyans oran tahmincisi, denklem 8'de matematiksel olarak ifade edilmiştir.

$$\widehat{VR}(l) = 1 + 2 \sum_{i=1}^{l-1} k \left(\frac{i}{l} \right) \hat{\rho}(i), \hat{\rho}(i) = \sum_{t=1}^{T-i} \frac{\Delta r_t \Delta r_{t+i}}{\sum_{t=1}^T \Delta r_t^2}; k(x) = \frac{25}{12\pi^2 x^2} \left[\frac{\sin\left(\frac{6\pi x}{5}\right)}{\frac{6\pi x}{5}} - \cos\left(\frac{6\pi x}{5}\right) \right] \quad (9)$$

Denklem 9, standartlaştırıldığında, otomatik varyans oranı testi aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.

$$AVR = \sqrt{T/l} [\widehat{VR}(l) - 1] / \sqrt{2} \quad (10)$$

Kim (2009), $AVR(k)$ testinin şartlı değişen varyans (heteroscedastisite) varsayımı altında küçük örneklem performansını iyileştirmek amacıyla, optimal elde bulundurma süresinin otomatik olarak seçildiği bir yöntem önermiştir. Bu yaklaşım, Mammen (1993) wild bootstrap tekniğine dayalı otomatik varyans oranı yöntemi (WBAVR) olarak adlandırılmıştır. Bu yaklaşıma göre, WBAVR testi üç temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, ham getiri serisi kullanılarak T gözlemden oluşan bir örneklem, bootstrap yöntemiyle oluşturulur. İkinci aşamada, bu örneklem üzerinden AVR istatistikleri hesaplanır. Üçüncü aşamada ise, AVR istatistiğinin bootstrap dağılımını elde etmek amacıyla birinci ve ikinci aşamalar tekrar edilir. Bu süreç, testin asimptotik varsayımlardan bağımsız olarak daha güvenilir sonuçlar sunmasına olanak tanımaktadır.

Kayan Pencere ve Makine Öğrenme Tabanlı KRLS Yöntemleri

Bu çalışmada Adaptif Piyasa Hipotezi GS, AQ ve WBAVR testleriyle tüm dönemler itibarıyla sınanmıştır. Ancak, Adaptif Piyasa Hipotezi belli bir zaman aralığında gerçekleşmiş olabileceği düşüncesiyle bootstrap yöntemini temel alan wild-bootstrap varyans oranı testi (WBAVR) kullanılarak Adaptif Piyasa Hipotezi'ni (APH) piyasa etkinliğinin zamanla değişen dinamiklerini daha ayrıntılı bir şekilde analiz edebilmek amacıyla kayan pencereler tekniği de uygulanmıştır. Kayan pencere sayısını belirlerken Phillips vd., (2015) çalışmasından yararlanılmış ve bu tekniğe göre pencere sayısı 36 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bootstrap yöntemini temel alması dolayısıyla WBAVR testi ile elde edilen anlamlılık düzeyleri (p-value) bağımlı değişken olarak ele alınmış ve bu değişken üzerinden ülke borsalarının tahmin edilebilirliği analiz edilmiştir. Bununla birlikte, bağımsız değişken olarak Caldara & Iacoviello (2022) tarafından geliştirilen Dünya Jeopolitik Risk Endeksi kullanılarak jeopolitik risklerin ülke borsalarının tahmin edilebilirliği üzerindeki etkileri doğrusal olmayan ve makine öğrenimine dayalı Kernel Regularized Least Squares (KRLS) yöntemi ile araştırılmıştır. KRLS yöntemi, doğrusal varsayımlar gerektirmeksizin değişkenler arasındaki ilişkileri modelleyerek, jeopolitik risklerin piyasa tahmin edilebilirliği üzerindeki heterojen etkilerini dinamik bir şekilde analiz etmemize olanak tanımaktadır. Bu yaklaşımla, piyasa dinamiklerinin hem tüm dönemler boyunca hem de belirli zaman dilimlerinde jeopolitik faktörlere nasıl tepki verdiği daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur.

KRLS yaklaşımı, doğrusal olmayan yapısı, radikal tabanlı fonksiyonlar kullanarak en uygun yüzeyi bulabilmesi, marjinal etkilerin kolayca elde edilebilmesi, güçlü parametrik varsayımlardan kaçınması ve karmaşık ilişkilerin yorumlanmasına olanak tanınması gibi avantajları nedeniyle sosyal bilimlerde kullanılmaya uygundur (Hainmueller & Hazlett, 2014). Sarkodie vd. (2020)'e göre, KRLS yaklaşımında kısmi türevler, 10 numaralı denklemdeki gibidir:

$$\frac{\delta_y^{\Delta}}{\delta x_j^{(d)}} = \frac{-2}{\sigma^2} \sum_i c_i e^{\frac{-x_i - x_j^2}{\sigma^2}} (x_i^{(d)} - x_j^{(d)}) \quad (11)$$

Burada, $\frac{\delta_y^{\Delta}}{\delta x_j^{(d)}}$ bağımlı değişkenin (y) ve bağımsız değişkenlerin (x) noktasal türevini temsil etmektedir. c_i , ölçeklendirilmiş-ağırlıklı bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Ek olarak, σ^2 , kernel bant genişliğini, "i" toplam gözlem sayısını ve "j" ise tek bir gözlemi göstermektedir. KRLS yaklaşımı ile girdi değişkenlerinin marjinal etkilerini incelemek için, bağımlı değişkenin her bir bağımsız değişkene göre kısmi türevleri ayrı ayrı alınmaktadır. KRLS tahmini 12 numaralı denklem ile ifade edilebilir:

$$APH_{2t} = \forall APH_{2t-1} + \mu_1 JR_{t-1} + v_t \quad (12)$$

KRLS modelleri, noktasal marjinal türevlerin kapalı form tahminini araştırır ve her bir veri noktası için değişkenlerin marjinal etkilerini belirlemektedir (Kartal vd., 2023). 12 numaralı denklemde, $\forall$ ve μ_1 , KRLS kullanılarak tahmin edilen ortalama marjinal etkileri ifade etmektedir. Böylece bu yaklaşım, bir değişkenin noktasal marjinal türevleri ile diğer parametreler arasındaki etkileşimleri de iyi bir şekilde yansıtır (Choi & Lee, 2020). Son olarak, KRLS yaklaşımı, ortalama ikili marjinal etkilerin grafiksel bir temsili ile artan veya azalan jeopolitik risk seviyelerinin APH üzerindeki dinamik etkileri incelememize olanak tanımaktadır.

Bulgular ve Tartışma

Ülke Borsalarına ait Tanımlayıcı İstatistikler

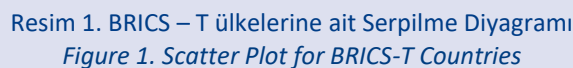
Çizelge 1. BRICS – T ülkelerine ait Tanımlayıcı İstatistikler

Table 1. Descriptive Statistics for BRICS-T Countries

	Brezilya	Rusya	Hindistan	Çin	Güney Afrika	Türkiye
Ortalama	0,008	0,01	0,01	0,01	0,008	0,018
Medya	0,009	0,016	0,014	0,007	0,01	0,023
Maksimum	0,215	0,426	0,247	1,02	0,138	0,587
Minimum	-0,503	-0,583	-0,307	-0,373	-0,34	-0,495
S. Sapma	0,08	0,104	0,065	0,126	0,055	0,11
Çarpıklık	-1,233	-0,912	-0,73	2,406	-0,867	0,162
Basıklık	9,109	9,115	5,767	21,856	7,549	7,408
JB test	589,57***	553,12***	132,95***	5144,13***	321,90***	265,37***
Gözlem	326	326	326	326	326	326

Not: ***, ** ve * sırasıyla 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Ülke Borsalarına ait Serpilme Diyagramı



BRICS-T ülkelerinin borsa getirileri arasındaki ilişkileri sergileyen Resim 1 serpilme grafiği matrisi, ülkeler arasındaki finansal etkileşimlerin doğasını anlamak için önemli ipuçları sunmaktadır. Grafikler, ülkeler arasındaki getirilerin korelasyonunu görsel olarak ortaya koyarken, belirgin çizgisel yapıların gözlemlendiği durumlarda güçlü pozitif veya negatif ilişkiler, düzensiz dağılımların olduğu alanlarda ise zayıf veya ilişkisiz yapılar dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, bazı hücrelerde doğrusal olmayan eğilimlerin varlığı, getiriler arasındaki ilişkinin asimetrik olabileceğine ve piyasa şoklarına farklı tepki dinamikleri sergilenebileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, diyagonal üzerindeki yoğunluk grafikleri, her ülkenin borsa getirilerinin dağılım karakteristiklerini inceleme fırsatı sunarak, piyasa oynaklıkları açısından ülkeler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. Örneğin, Türkiye ve Güney Afrika gibi ülkeler daha geniş bir dağılım sergilerken, Çin gibi ülkelerin getirilerinin daha dar bir aralıkta toplandığı görülmektedir. Bu durum, BRICS-T ülkelerinin piyasa bağımlılıkları ve ekonomik bağlarının gücüne dair önemli çıkarımlarda bulunulmasına olanak tanımaktadır. Öte yandan, ilişkilerin genel zayıflığı veya doğrusal olmaması, bu piyasalar arasındaki finansal etkileşimlerin dinamik ve bağlama duyarlı olduğunu göstermekte ve özellikle küresel belirsizlik dönemlerinde daha derinlemesine analizlere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, elde edilen bulgular, sadece ülkeler arasındaki ticari ve finansal bağların derinliğini değil, aynı zamanda küresel risklerin bu ekonomilere nasıl dağıldığını ve yansıdığını anlamak için de değerli bilgiler sunmaktadır.

Ülke Borsalarına ait Birim Kök Test Sonuçları

Çizelge 2. BRICS – T ülkelerine ait Birim Kök Test Sonuçları

Table 2. Unit Root Test Results for BRICS-T Countries

	Brezilya	Rusya	Hindistan	Çin	Güney Afrika	Türkiye
C						
ADF Test	-5,536***	-7,907***	-5,765***	-7,193***	-9,115***	-5,067***
%1	-3,450	-3,450	-3,451	-3,451	-3,450	-3,451
%5	-2,870	-2,870	-2,870	-2,870	-2,870	-2,870
%10	-2,571	-2,571	-2,571	-2,571	-2,571	-2,571
p-değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T						
ADF Test	-5,633***	-8,697***	-5,754***	-7,069***	-9,122***	-5,051***
%1	-3,987	-3,987	-3,987	-3,988	-3,986	-3,987
%5	-3,424	-3,424	-3,424	-3,424	-3,423	-3,424
%10	-3,135	-3,135	-3,135	-3,135	-3,134	-3,135
p-değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Not: ***, ** ve * sırasıyla 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. %1, %5 ve %10 test istatistiklerine ait kritik değerleri göstermektedir. Birim kök testlerinde optimal gecikme uzunluğu genelden özele yaklaşım sergileyen “t” istatistiğine göre belirlenmiştir. “C” sabitli modeli, “T” sabitli ve trendli modeli temsil etmektedir.

ADF birim kök test sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur. Hem sabitli hem de trendli modellerde tüm BRICS-T ülkeleri için birim kök hipotezini reddetmekte ve getirilerin %1 anlamlılık düzeyinde durağan $I(0)$ olduğunu göstermektedir. Bu durum, ülkelerin borsa getirilerinin ekonomik şoklara geçici tepkiler verdiğini ve zamanla sabit bir ortalama etrafında dalgalandığını ifade etmektedir.

Ülke Borsalarına ait Adaptif Piyasa Hipotezi Test Sonuçları

Çizelge 3. BRICS – T Ülkelerine ait Tüm Dönemler Boyunca Adaptif Piyasa Hipotezi Test Sonuçları

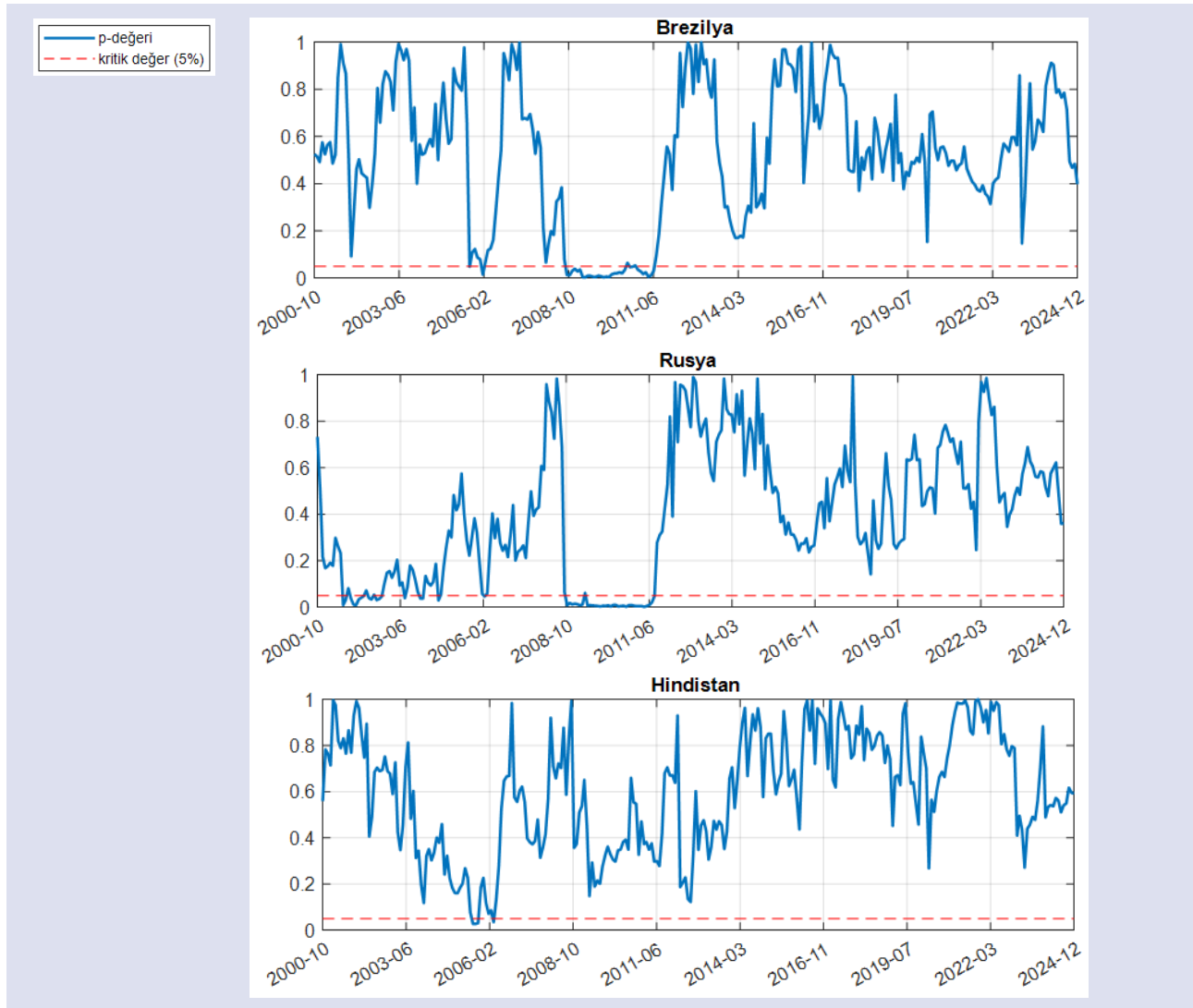
Table 3. Adaptive Market Hypothesis Test Results Across All Periods for BRICS-T Countries

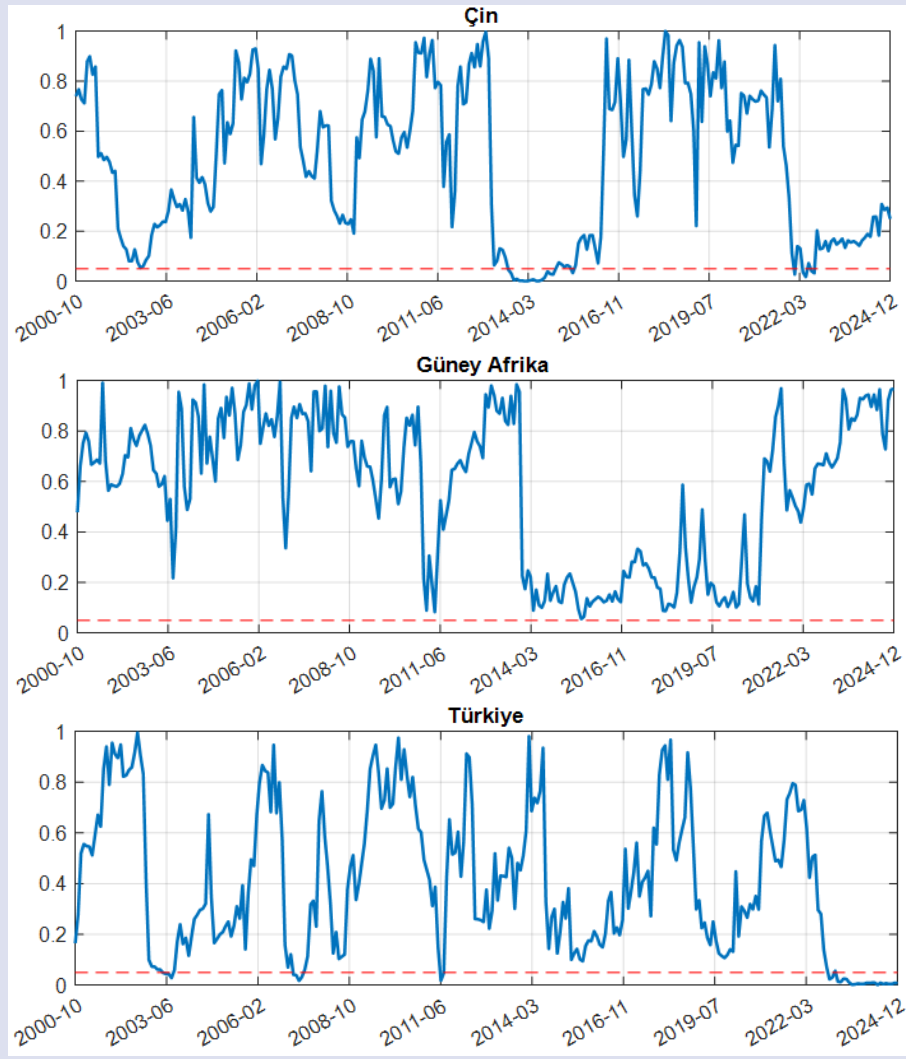
	Brezilya	Rusya	Hindistan	Çin	Güney Afrika	Türkiye
GS Test						
p-değeri	(0,870)	(0,460)	(0,910)	(0,513)	(0,700)	(0,960)
AQ Test						
Test ist.	0,414	1,408	0,075	0,123	0,687	2,506
p-değeri	(0,519)	(0,235)	(0,783)	(0,725)	(0,407)	(0,996)
WBAVR test						
Test ist.	0,660	2,202	0,421	-0,269	-0,297	0,212
VR	1,069	1,279	1,041	0,977	0,972	1,019

p-değeri	(0,375)	(0,064)	(0,544)	(0,705)	(0,629)	(0,699)
Not: Parantez içindeki değerler ilgili testlere ait anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir. WBAVR testinde wild, normal kabul edilmiş ve bootstrap sayısı 5000 replikasyonla gerçekleştirilmiştir.						

Çizelge 3, BRICS ülkeleri ve Türkiye için tüm dönem boyunca yapılan Adaptif Piyasa Hipotezi test sonuçlarını göstermektedir. Genelleştirilmiş spektral (GS) testi sonuçlarına göre, tüm ülkelerde p-değerleri (%5 anlamlılık düzeyinin üzerinde) sırasıyla Brezilya ($p=0.870$), Rusya ($p=0.460$), Hindistan ($p=0.910$), Çin ($p=0.513$), Güney Afrika ($p=0.700$) ve Türkiye ($p=0.960$) için Adaptif Piyasa Hipotezi reddedilmiş ve bu ülkelerde tüm dönemler dikkate alındığında adaptif bir piyasa özelliği gözlemlenmemiştir. AQ testi sonuçları incelendiğinde, p-değerleri yine %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde olup Brezilya ($p=0.519$), Rusya ($p=0.235$), Hindistan ($p=0.783$), Çin ($p=0.725$), Güney Afrika ($p=0.407$) ve Türkiye ($p=0.996$) için Adaptif Piyasa Hipotezi'nin geçerli olmadığı belirlenmiştir. Son olarak, bootstrap tabanlı WBAVR testi sonuçlarına göre, varyans oranı değerleri genelde 1'e yakın olmakla birlikte Brezilya ($VR=1.069$, $p=0.375$), Rusya ($VR=1.279$, $p=0.064$), Hindistan ($VR=1.041$, $p=0.544$), Çin ($VR=0.977$, $p=0.705$), Güney Afrika ($VR=0.972$, $p=0.629$) ve Türkiye ($VR=1.019$, $p=0.699$) için temel hipotezi reddedilememiş ve Adaptif Piyasa Hipotezi'nin geçersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm testler genel olarak BRICS ülkeleri ve Türkiye borsalarının Adaptif Piyasa Hipotezi'ni desteklemediğini göstermektedir.

Bu aşamaya kadar ortaya çıkan sonuçlar tüm dönemler itibarıyla ülke borsalarının hareketliliğine dayanmaktadır. Ancak, tüm dönemler bazında bakıldığında belli tarihlerde ortaya çıkan adaptif hareketler göz ardı edilebilir. Bu nedenle, bu çalışmada, bootstrap tabanlı WBAVR testi üzerinden kayan pencereler (rolling window) tekniği kullanarak ülke borsalarının adaptif bir özellik gösterip göstermedikleri zamana bağlı değişiklikler de incelenmiştir. Böylece, ülke piyasalarında meydana gelen bazı adaptif davranışlar dinamik bir yaklaşımla ortaya çıkarılabilmektedir. BRIC –T ülke borsalarına ait bootstrap tabanlı WBAVR testi üzerinden kayan pencereler tekniğine ilişkin sonuçlar Resim 2'de gösterilmektedir.

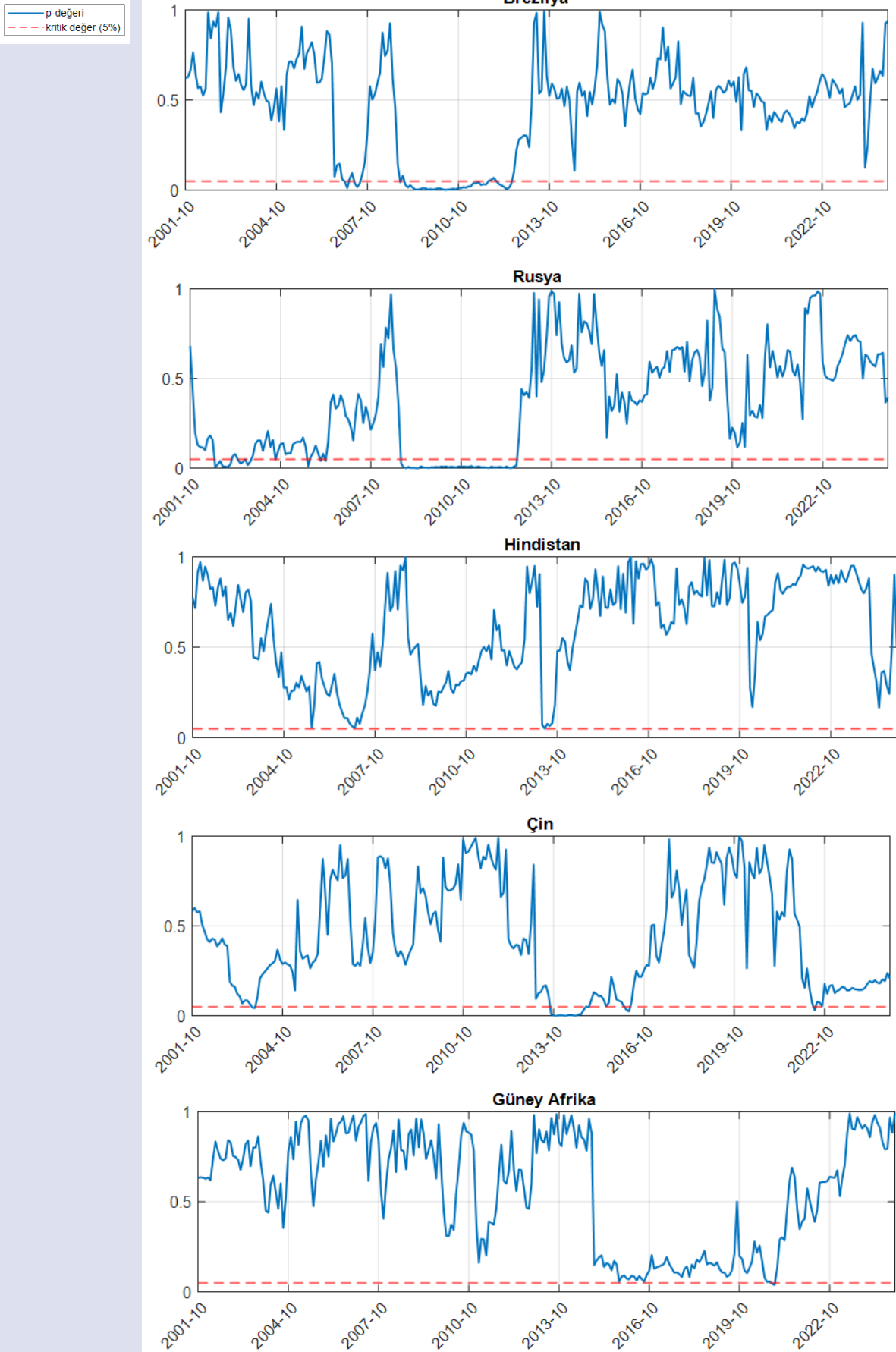


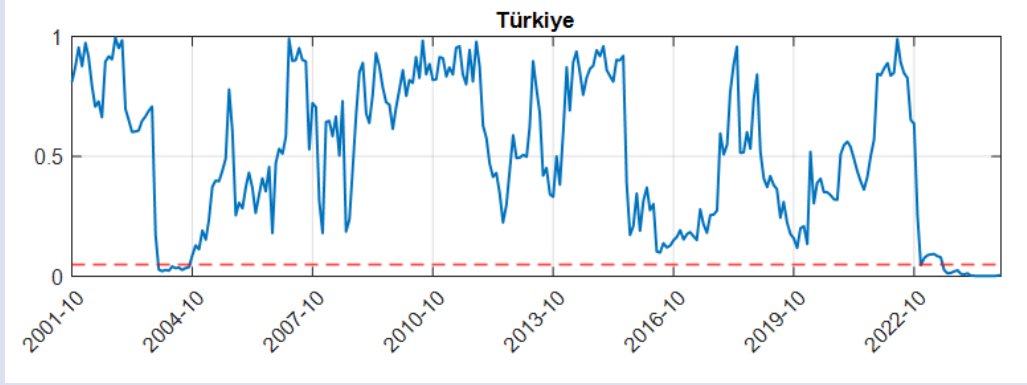


Resim 2. : BRICS –T Ülke Borsalarına İlişkin bootstrap WBAVR Kayan Pencere Test Sonuçları (36 Pencere)
Figure 2. Bootstrap WBAVR Rolling Window Test Results for BRICS-T Stock Markets (36 Windows)

BRICS-T ülkelerinin Adaptif Piyasa Hipotezi testlerine dayalı sonuçlar, her bir ülkenin belirli dönemlerde adaptif piyasa davranışı sergilediğini göstermektedir (Resim 2). Brezilya'nın adaptif piyasa özelliği gösterdiği dönemlerin 2008 ile 2011 arasında ortaya çıktığı görülmektedir. Rusya'da ise bu çalışmanın veri seti dönemi çerçevesinde adaptif piyasa davranışının ilk olarak 2002 yılında ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca, Adaptif piyasa özelliği 2008 ve 2011 yılları arasında belirgin şekilde gözlemlenmektedir. Hindistan'ın adaptif piyasa özelliği yalnızca 2006 yılında kısa süreliğine gözlemlenmiş ve diğer zamanlarda ortaya çıkmamıştır. Çin'de adaptif dönemler, 2014 ile 2015 yılları arasında ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, 2022 yılının başlarında bir kez daha adaptif bir piyasa yapısı gözlemlenmiştir. Bu zamanlar dışında Çin'de anormal bir hareketlilik dikkati çekmemektedir. Güney Afrika'da kayan pençelereler tekniği de dahil olmak üzere tüm dönemlerde 2000 ile 2024 yılları arasında adaptif piyasa hipotezine dair bir bulguya rastlanmamıştır. Türkiye'de ise adaptif piyasa davranışı, çok kısa bir dönem olsa da 2006 yılında gözlemlenmiştir. Ardından, 2007'nin sonları ve 2008'in başlarında yine kısa dönemli bir adaptif davranış sergilemiştir. Sonrasında ise 2011 yılının ortalarında çok kısa bir süre adaptif bir tavır sergilemiştir. Ancak, 2023 ve 2024 yıllarında belirgin bir şekilde adaptif bir yapı sergilediği görülmektedir. Bu sonuçlar, BRICS-T ülkelerinin Adaptif Piyasa Hipotezi'ne uygunluklarının zaman içinde değişiklik gösterdiğini ve özellikle küresel finansal krizlerin Brezilya ve Rusya'da adaptif davranışların ortaya çıkmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye finansal kriz dönemlerinde adaptif bir yapı göstermemektedir.

Ülke Borsalarına ait Adaptif Piyasa Hipotezi Sağlamlık Testi Sonuçları





Resim 3. : BRICS –T Ülke Borsalarına İlişkin bootstrap WBAVR Kayan Pencere Test Sonuçları (48 Pencere)
Figure 2. Bootstrap WBAVR 48 Rolling Window Test Results for BRICS-T Stock Markets (48 Windows)

Çalışmanın sağlamlık testleri kapsamında BRICS –T Ülke Borsalarına ilişkin bootstrap WBAVR Kayan Pencere Test sonuçları 48 pencere boyutunda da incelenmiş ve Resim 3’te sunulmuştur. Elde edilen bulgular çerçevesinde ülkelerin 36 penceredeki adaptif piyasa tepkisinin 48 pencere boyutunda da benzer olduğu ve önemli bir değişiklik olmadığı söylenebilir. Bu kapsamda, farklı pencere boyutları daa çalışmanın analiz sürecinde değerlendirilmiş ve benzer sonuçlar gözlenmiştir.

Çalışmanın bu aşamasında bazı dönemlerde bazı ülke borsalarının adaptif bir piyasa özelliği gösterdiğinin anlaşılması nedeniyle piyasaların tahmin edilebilirliğine yönelik jeopolitik riskin tahmin edilebilirliğine ne derece etki ettiği ortaya çıkarılmıştır. Bu durumun ortaya çıkarılmasında piyasa tahmin edilebilirliğinin ölçüsü olarak bootstrap tabanlı WBAVR testi üzerinden kayan pencereler tekniğine dayalı olarak türetilmiş istatistiki anlamlılık düzeyleri bağımlı değişken ve ülkelere ait jeopolitik risk endeksi ise bağımsız değişken olarak alınmıştır. Jeopolitik riskin piyasa tahmin edilebilirliği doğrusal olmayan ve makine öğrenimine dayalı KRLS yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4 ve Resim 4’te sunulmaktadır.

Ülke Borsalarının Jeopolitik Risk altında Adaptif Piyasa Hipotezi Test Sonuçları

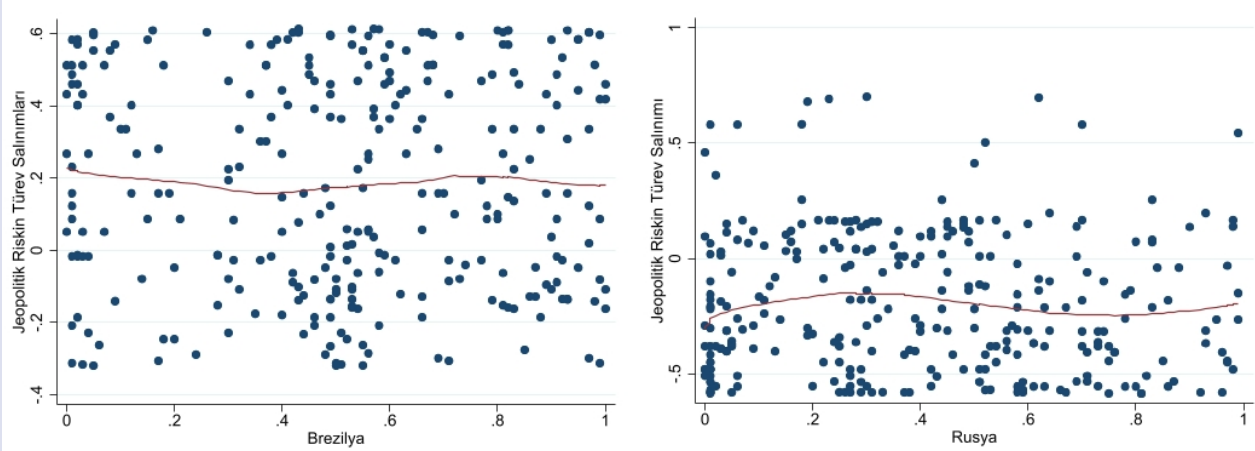
Çizelge 4. : Jeopolitik Risk ve BRICS – T Ülke Borsaları Arasındaki İlişkilere ait KRLS Makine Öğrenme Test Sonuçları
Table 4. İngilizce başlık

	Ortalama Katsayı Değeri	Standart Hatalar	t	P>t	P25	P50	P75
Tolerans (%1)							
Brezilya	0,184***	0,052	3,541	0,000	-0,073	0,159	0,464
Rusya	-0,207***	0,063	-3,313	0,001	-0,475	-0,276	0,057
Hindistan	-0,057	0,055	-1,034	0,302	-0,275	-0,003	0,224
Çin	-0,334***	0,068	-4,905	0,000	-0,635	-0,346	-0,013
Güney Afrika	0,001	0,016	0,092	0,927	-0,025	-0,018	0,028
Türkiye	-0,144***	0,043	-3,365	0,001	-0,335	-0,206	0,030
λ(8); σ(3)							
Brezilya	0,219***	0,062	3,516	0,001	-0,005	0,268	0,471
Rusya	-0,170***	0,062	-2,733	0,007	-0,297	-0,200	-0,092
Hindistan	-0,052	0,055	-0,937	0,349	-0,284	0,057	0,191
Çin	-0,379***	0,063	-6,043	0,000	-0,593	-0,329	-0,208
Güney Afrika	0,002	0,065	0,038	0,969	-0,134	-0,119	0,125
Türkiye	-0,198***	0,062	-3,212	0,001	-0,456	-0,319	0,031

Not: ***, ** ve * sırasıyla 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

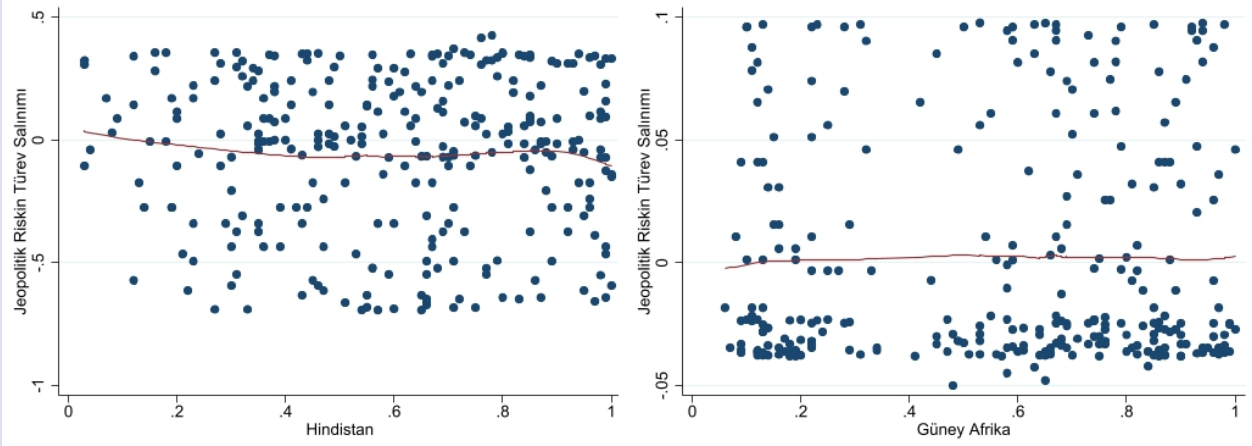
Çizelge 4’ün sonuçları, jeopolitik risklerin BRICS-T ülkeleri üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır. Brezilya ve Güney Afrika borsalarının tahmin edilebilirliği arasında jeopolitik risklere verdikleri tepkiler açısından önemli bir farklılık dikkat çekmektedir. Brezilya borsası için ortalama katsayı değeri tolerans 0.01 düzeyinde 0.184 ($p < 0.01$) ve Lambda(8)-Sigma(3) düzeyinde 0.219 ($p < 0.01$) olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, jeopolitik risklerin

Brezilya borsası tahmin edilebilirliği üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Buna karşın, Güney Afrika borsası tahmin edilebilirliği için tolerans 0.01 düzeyinde ortalama katsayı değeri 0.001 ($p=0.927$) ve Lambda(8)-Sigma(3) düzeyinde 0.002 ($p=0.969$) olarak bulunmuş, her iki durumda da Güney Afrika için anlamlı bir ilişki gözlemlenmemiştir. Bu sonuç, Güney Afrika borsasının jeopolitik risklere karşı duyarsız olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, Rusya, Çin ve Türkiye borsalarının tahmin edilebilirliği, jeopolitik risklerden negatif yönde etkilenmektedir ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Rusya borsasının tahmin edilebilirliği için ortalama katsayı değeri tolerans 0.01 düzeyinde -0.207 ($p<0.01$) ve Lambda (8) -Sigma (3) düzeyinde -0.170 ($p<0.01$) olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde, Çin borsasının tahmin edilebilirliği için tolerans 0.01 düzeyinde ortalama katsayı değeri -0.334 ($p<0.01$) ve Lambda (8)-Sigma(3) düzeyinde -0.379 ($p<0.01$) olarak bulunmuştur. Türkiye borsasının tahmin edilebilirliği ise tolerans 0.01 düzeyinde -0.144 ($p<0.01$) ve Lambda (8) -Sigma (3) düzeyinde -0.198 ($p<0.01$) katsayıları ile negatif ve anlamlı bir ilişki göstermektedir. Bu bulgular, jeopolitik risklerin Rusya, Çin ve Türkiye borsaları üzerinde anlamlı bir şekilde olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Sonuç olarak, Brezilya borsası pozitif ve anlamlı bir ilişki sergilerken, Güney Afrika borsasının tepki vermemesi ve Rusya, Çin ile Türkiye borsalarının negatif tepkiler göstermesi, ülkelerin ekonomik ve politik yapılarının jeopolitik risklere verdikleri tepkilerdeki farklılıklarını açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, jeopolitik risk algılarının ülke bazlı değişkenlik gösterdiğini ve etkilerin heterojen olduğunu işaret etmektedir. Elde edilen bu bulgular, makine öğrenme tekniği ile doğrusal olmayan ilişkiler ülke bazlı olarak da desteklenmektedir.



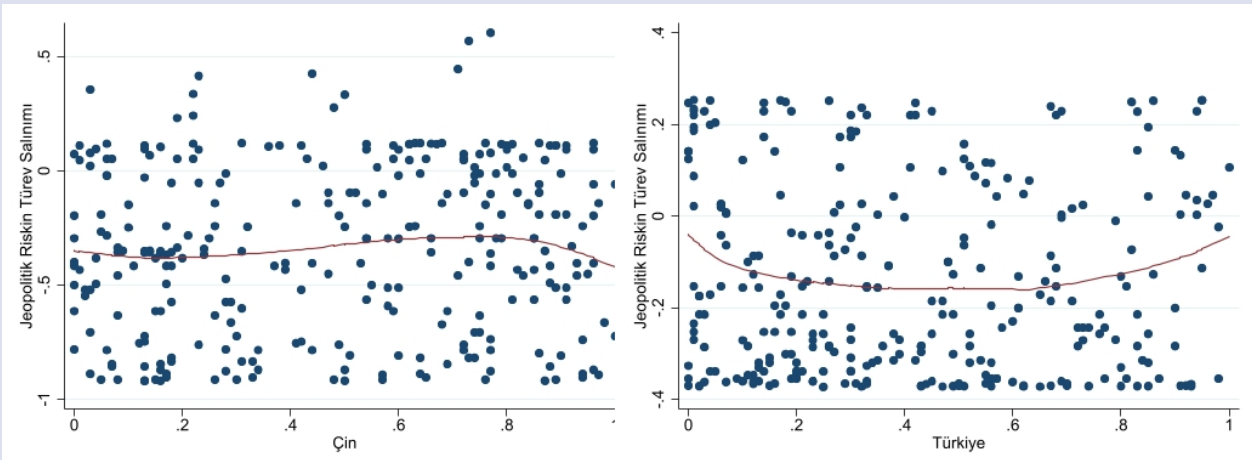
Resim 4. Jeopolitik Risk ile Brezilya ve Rusya Borsası Tahmin Edilebilirliği Arasındaki Dinamik İlişkiler
Figure 3. Dynamic Relationships Between Geopolitical Risk and the Predictability of Brazilian and Russian Stock Markets

Resim 4'te jeopolitik riskin Brezilya ve Rusya Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki dinamik etkisini göstermektedir. Jeopolitik riskin Brezilya Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki pozitif etkisi daha önce vurgulanmıştır (Çizelge 4). Ancak, jeopolitik riskte meydana gelen marjinal değişimlerin Brezilya Borsası'nın tahmin edilebilirliği üzerinde anormal bir değişim neden olmadığı ve aralarında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Brezilya borsası için jeopolitik riskin bir miktar azaltıldığı dönemlerde tahmin edilebilirliğin pozitif etkisinin azaldığı ancak, jeopolitik riskin bir miktar artış meydana geldiği dönemlerde tahmin edilebilirliğin pozitif etkisinin bir miktar arttığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu durumun uzun dönemde kalıcı değil geçici bir etkiye sahip olduğu ve jeopolitik risk ile Brezilya Borsası'nın tahmin edilebilirliği arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, jeopolitik riskin Rusya Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki dinamik etkisi de ortaya çıkarılmaktadır. Daha önceki analizlerde (Çizelge 4) jeopolitik riskin Rusya Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki negatif etkisi belirtilmiştir. İlave olarak, burada jeopolitik risk ile Rusya Borsası tahmin edilebilirliği arasında söz konusu negatif etkinin jeopolitik riskteki marjinal etkilerle değiştiği görülmektedir. Jeopolitik riskin arttığı dönemlerde Rusya Borsası tahmin edilebilirliğinin negatif olan etkisi azalmakta (tahmin edilebilirlik olasılığı sıfıra doğru yaklaşmakta); riskin azaldığı dönemlerde ise negatif etkinin artmaya başladığı (sıfırdan negatife doğru hareket ettiği) görülmektedir. Buradan, Rusya borsasının tahmin edilebilirliği jeopolitik risklere karşı başta negatif tepki verdiği ancak politik riskin artışı tahmin edilebilirliği güçlendirdiği anlaşılmaktadır.



Resim 5. : Jeopolitik Risk ile Hindistan ve Güney Afrika Borsası Tahmin Edilebilirliği Arasındaki Dinamik İlişkiler
Figure 4. Dynamic Relationships Between Geopolitical Risk and the Predictability of Indian and South African Stock Markets

Resim 5'te, jeopolitik riskin Hindistan ve Güney Afrika Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki dinamik etkisini göstermektedir. Ancak, çalışma boyunca yapılan analizlerde Hindistan borsasının adaptif piyasa özelliği sergilememesi ve makine öğrenimine dayalı doğrusal olmayan modeller de dahil olmak üzere jeopolitik riskten etkilenmemiş olması Hindistan borsasının adaptif yapıda tahmin edilebilirliğinin mümkün olmadığı söylenebilir. Benzer şekilde, jeopolitik riskin Güney Afrika Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki dinamik etkisi de incelenmektedir. Ancak, çalışma boyunca yapılan analizlerde Hindistan borsasının adaptif piyasa özelliği sergilememesi ve makine öğrenimine dayalı doğrusal olmayan modeller de dahil olmak üzere Jeopolitik riskten etkilenmemiş olması Güney Afrika borsasının adaptif yapıda tahmin edilebilirliğinin mümkün olmadığı söylenebilir.



Resim 6. : Jeopolitik Risk ile Çin ve Türkiye Borsası Tahmin Edilebilirliği Arasındaki Dinamik İlişkiler
Figure 5. Dynamic Relationships Between Geopolitical Risk and the Predictability of Chinese and Turkish Stock Markets

Resim 6, jeopolitik riskin Çin ve Türkiye Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki dinamik etkisini göstermektedir. Daha önceki analizlerde (Çizelge 4) jeopolitik riskin Rusya Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki negatif etkisi ortaya çıkarılmıştır. Dahası, jeopolitik risk ile Rusya Borsası tahmin edilebilirliği arasında söz konusu negatif etkinin jeopolitik riskteki marjinal etkilerle değiştiği görülmektedir. Jeopolitik riskin azaldığı dönemlerde Çin tahmin edilebilirliğinin negatif olan etkisi bir miktar artmakta (tahmin edilebilirlik olasılığı bir miktar sıfırdan uzaklaşmakta); riskin arttığı dönemlerde ise negatif etkinin azalmaya başladığı (sıfıra doğru hareket ettiği) görülmektedir. Buradan, Çin borsasının tahmin edilebilirliği jeopolitik risklere karşı başta negatif tepki verdiği ancak politik riskin artışı tahmin edilebilirliği sağlamaktadır. Benzer şekilde, jeopolitik riskin Türkiye Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki dinamik etkisi de ele alınmaktadır. Daha önceki analizlerde (Çizelge 4) jeopolitik riskin Rusya Borsası tahmin edilebilirliği üzerindeki negatif etkisi ortaya çıkarılmıştır. Burada, jeopolitik riskin azaldığı dönemlerde Türkiye Borsası tahmin edilebilirliğinin negatif

olan etkisi daha da derinleşmektedir (tahmin edilebilirlik olasılığı sıfırdan uzaklaşmaktadır); riskin arttığı dönemlerde ise negatif etkinin azalmaya başladığı (sıfırdan negatife doğru hareket ettiği) görülmektedir. Buradan, Türkiye borsasının tahmin edilebilirliği jeopolitik risklere karşı başta negatif tepki verdiği ancak politik riskin artışı tahmin edilebilirliği güçlendirdiği anlaşılmaktadır.

Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışmanın amacı, BRICS-T ülkelerinin (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) finansal piyasalarını Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) çerçevesinde sistematik bir şekilde analiz ederek, piyasa etkinliğinin zamanla değişen dinamiklerini ortaya koymaktır. Çalışmada, Ocak 1997 - Kasım 2024 dönemine ait aylık borsa endeksi verileri kullanılmıştır. APH'nin test edilmesinde, genelleştirilmiş spektral test, otomatik portmanteau testi ve wild-bootstrap varyans oranı testi (WBAVR) gibi ileri yöntemler uygulanmıştır. İlave olarak, tüm dönemler boyunca adaptif piyasa hipotezi sonuçları belli dönemlerdeki etkiyi ölçmek amacıyla wild-bootstrap varyans oranı testi (WBAVR) olasılık değerleri kayan pençeler yöntemiyle de ele alınmıştır. Ayrıca, piyasa tahmin edilebilirliği ile jeopolitik risk arasındaki dinamik ilişkiler, doğrusal olmayan ve makine öğrenimine dayalı Kernel Regularized Least Squares (KRLS) yöntemiyle incelenmiştir. Bu kapsamda, çalışma hem tüm dönemler boyunca piyasa davranışlarını hem de kayan pencereler tekniği ile zamana bağlı hareketleri analiz ederek, belirsizlik ve risk faktörlerinin piyasa etkinliği üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde ele almayı amaçlamaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular, BRICS-T ülkelerinin finansal piyasalarının Adaptif Piyasa Hipotezini (APH) belirli dönemlerde destekler nitelikte olduğunu, ancak tüm dönemler boyunca adaptif bir yapıya sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Bootstrap tabanlı WBAVR testi sonuçları, Brezilya ve Rusya gibi ülkelerde özellikle küresel finansal kriz dönemlerinde adaptif piyasa davranışlarının gözlemlendiğini, diğer taraftan Hindistan, Güney Afrika ve Türkiye'de adaptif özelliklerin sınırlı kaldığını göstermiştir. Bunun yanı sıra, KRLS yöntemiyle yapılan analizler, jeopolitik risklerin piyasa tahmin edilebilirliği üzerindeki etkilerinin ülkeler arasında heterojen olduğunu ortaya koymuştur. Brezilya ve Çin gibi ülkelerde jeopolitik risklerin piyasaların tahmin edilebilirliğini anlamlı şekilde etkilediği bulunurken, Güney Afrika'nın bu risklere duyarsız bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Türkiye borsasının ise jeopolitik risklerden negatif yönde etkilendiği, ancak belirli dönemlerde adaptif davranışlar sergileyebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu bulgular, literatürdeki çalışmalarla kısmen uyumludur. Örneğin, Brezilya piyasalarının adaptif davranışlarını küresel finansal kriz dönemlerinde inceleyen Tiwari vd. (2024) çalışması, bulgularımızı destekler niteliktedir. Benzer şekilde, Çin'in piyasa etkinliğini ele alan Xiong vd. (2019) çalışması, adaptif davranışların krizler sırasında arttığını ortaya koyarak bulgularımızı doğrulamaktadır. Hindistan üzerine yapılan Hiremath & Kumari (2014) çalışması ise adaptif özelliklerin sınırlı olduğunu ifade ederek sonuçlarımızla paralellik göstermektedir. Ancak, Güney Afrika üzerine yapılan bazı çalışmaların Tweneboah vd. (2022) adaptif davranışları vurgulamasına karşın, bu çalışma bu piyasaların jeopolitik risklere karşı duyarsız olduğunu tespit ederek farklı bir perspektif sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışmadan elde edilen sonuçlar, hem literatürdeki mevcut bulguları genişletmekte hem de BRICS-T ülkelerindeki piyasa dinamiklerini daha derin bir şekilde anlamaya katkı sağlamaktadır.

Bu bulgular ışığında, BRICS-T ülkeleri için bir takım politika önerileri geliştirilmiştir. Öncelikle, finansal piyasaların adaptif kapasitesini artırmak için kriz dönemlerine yönelik erken uyarı sistemlerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu sistemler, özellikle Brezilya ve Rusya gibi adaptif davranışların gözlemlendiği ülkelerde, piyasa katılımcılarının daha etkin stratejiler geliştirmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, Türkiye ve Çin gibi jeopolitik risklerden olumsuz etkilenen ülkelerde, bu riskleri minimize etmeye yönelik düzenleyici çerçevelerin oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda, uluslararası ilişkilerin daha stratejik bir şekilde yönetilmesi ve ekonomik belirsizlikleri azaltacak politikaların uygulanması önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra, Hindistan ve Güney Afrika gibi adaptif kapasitenin sınırlı olduğu piyasalarda, yatırımcı güvenini artırmak için sağlam bir yasal ve düzenleyici altyapı oluşturulmalı, bilgi asimetrisini azaltmaya yönelik şeffaflık politikaları benimsenmelidir. Ek olarak, makroekonomik ve finansal istikrarı sağlamak amacıyla, faiz oranlarının ve döviz kurlarının volatilitelerini azaltmaya yönelik daha etkili para politikalarının uygulanması önerilmektedir. Son olarak, kayan pencereler tekniğiyle tespit edilen dönemsel adaptif davranışlar dikkate alınarak, dinamik piyasa izleme ve yönetim araçlarının geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu araçlar, piyasa koşullarındaki değişimleri gerçek zamanlı olarak analiz ederek düzenleyici kurumların hızlı ve etkili müdahalelerde bulunmasına olanak tanıyabilecektir.

Bu çalışmanın bulguları, önemli katkılar sunmakla birlikte bazı kısıtları da beraberinde getirmektedir. İlk olarak, çalışmada kullanılan veri seti yalnızca BRICS-T ülkelerine ait borsa endekslerini içermekte olup, diğer finansal piyasalar (örneğin, tahvil, döviz veya emtia piyasaları) kapsam dışı bırakılmıştır. Bu durum, elde edilen sonuçların genelleştirilebilir olma özelliğini sınırlayabilmektedir. İkinci olarak, çalışmada jeopolitik risklerin etkileri detaylı bir şekilde incelenmiş olsa da, diğer potansiyel etkileyici faktörler, örneğin sosyal, çevresel veya teknolojik belirsizlikler, analiz kapsamına dahil edilmemiştir. Üçüncü olarak, kullanılan yöntemler, dinamik piyasa davranışlarını analiz etmek için yeterli olmakla birlikte, daha ileri makine öğrenimi teknikleri veya fourier tabanlı yaklaşımlar gelecekteki çalışmalarda daha kapsamlı analizler ortaya çıkarılabilir. Bu kısıtlar ışığında, gelecek çalışmalar için çeşitli öneriler sunulabilir. İlk olarak, BRICS-T ülkeleri dışında gelişmekte olan diğer piyasa gruplarını veya sektörel bazda farklı finansal piyasaları kapsayacak

karşılaştırmalı analizler yapılabilir. İkinci olarak, jeopolitik risklerin yanı sıra çevresel, sosyal ve kurumsal faktörlerin piyasa dinamiklerine etkileri incelenebilir. Üçüncü olarak, Adaptif Piyasa Hipotezi'ni daha geniş bir zaman diliminde ve farklı veri frekanslarıyla test eden çalışmalar, piyasa davranışlarının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Son olarak, kullanılan yöntemlerin ötesine geçerek, derin öğrenme ve diğer yapay zeka tabanlı tekniklerle tahmin modelleri geliştirilebilir ve bu modellerin doğruluğu farklı piyasa koşullarında karşılaştırılabilir. Böylelikle, bu çalışma, hem mevcut literatüre hem de gelecekteki araştırmalara ışık tutacak bir temel sağlamayı amaçlamaktadır.

Extended Abstract

This study attempts a comprehensive analysis of the financial markets in the BRICS-T countries (Brazil, Russia, India, China, South Africa, and Turkey) within the framework of AMH. This paper examines the time-varying dynamics of market efficiency and predictability using monthly stock market index data from November 1997 to November 2024. This period covers various serious and important events in economic and political spheres and thus may form the seriously grounded background for such an investigation of how financial markets within emerging economies adapt to conditions changes. This paper contributes to understanding the market behavior of these countries, with a focus on the implications of geopolitical risks and dynamic market structures, applying advanced statistical and machine learning techniques. According to the Adaptive Market Hypothesis, market efficiency cannot be considered as something fixed but rather dynamic and changing due to changing market conditions and participants' behaviors. In testing this hypothesis, the study applies three important statistical methods: the Generalized Spectral test, the Automatic Portmanteau test, and the Wild-Bootstrap Automatic Variance Ratio test. These methodologies are complemented by the sliding windows technique in order to study temporal changes in market behavior. Moreover, KRLS is a machine learning approach able to capture nonlinear relationships; hence, it is used in order to assess the impact of geopolitical risks on market predictability.

The findings have shown clear indications of the adaptive nature of the financial markets in the BRICS-T countries. First, the time-varying adaptive behavior of these markets is apparent. For instance, this study found that during the 2008-2011 global financial crisis, Brazil and Russia had strong evidence of an adaptive market. Such adaptation goes by the hypothesis that market efficiency fluctuates in response to external shocks and internal dynamics. India and South Africa's market behavior during this particular target of study were observed to bear only partial adaptive behavior throughout Turkey; China's clear pattern shows evidence between 2014-15 and 2023-2024. Poor adaptability is continuously showing between targeted time reviewed in South African regions studied against other economies. Finally: "The predictive logic developed inclusiveness for determining the key geopolitical risk variable assessment as reflected. The KRLS method has presented heterogeneity in the effect of these risks on the financial markets of BRICS-T. For example, geopolitical risks in Brazil positively influence market predictability. This may indicate that such risks create an opportunity for informed investors. In contrast, geopolitical risk negatively influences market predictability in Russia, China, and Turkey. This indicates that with increased risks, the informational efficiency of the markets goes down and becomes less predictable. It is important to notice that South Africa's market predictability looks generally insensitive to geopolitical risks and raises a question about what structural factors shield its financial system from such external uncertainties. Third, methodological contributions of the study are immense. This paper grounds time-varying market behavior in a sliding windows technique and integrates this with WBAVR tests. Such methodological innovations are quite useful in explaining how the state of market efficiency evolves between periods. The nonlinear and heterogeneous influences of geopolitical risks, added through the KRLS approach, further enrich the analysis. Indeed, evidence confirms both the nature of time variation in market efficiency and the complex dynamics due to external factors in determining market behaviors.

The findings of this study are thus important for policymakers and market participants. For example, for Brazil and Russia showing adaptive market behavior during crises, developments of crisis management countermeasures and/or early warning systems are advised. These can further develop the resilience of financial markets and support adaptive strategies during periods characterized by high uncertainty. In this respect, the negative influence of geopolitical risks on market predictability in Turkey and China requires strong regulatory frameworks that could dampen such risks. These regulatory frameworks should focus on smoothing market conditions and regaining investor confidence. In the case of South Africa, insensitivity to geopolitical risks suggests further research to identify the structural features responsible for such robustness. These factors, if identified, might provide useful lessons for other emerging economies. This study contributes to the literature on financial market dynamics and the Adaptive Market Hypothesis in several ways. First, it systematically tests the AMH in the context of BRICS-T countries, thus addressing a critical gap in comparative analyses of emerging markets. First, this study adopts a wide cross-country perspective, while previous literature either focused on developed economies or on individual emerging markets. Second, the integration of dynamic methodologies-the sliding windows technique and the KRLS method-offers new insights in temporal and nonlinear aspects of market behavior. These methodological developments pave the way for future studies to follow similar approaches for other contexts. Third, the added focus on geopolitical risks is new in the AMH literature and thus places the emphasis on exogenous factors of shaping market dynamics. Given the investigation of how geopolitical uncertainties influence

market predictability, the study further provides insight into vulnerabilities and strengths of financial markets in emerging economies.

Thus, this has implications beyond the ivory tower. For investors, it suggests one should know how shifting market conditions and external risks could alter the direction of an investment strategy. Evidence of time-varying efficiency is suggestive that static investment models most likely fail to capture nuances in emerging markets. Alternatively, dynamic strategies that account for adaptive behavior and geopolitical risks are likely to yield better outcomes. It sends a clear signal for policymakers to focus on being more anticipatory in policy formulations towards securing market resilience. Through dealing with some very specific predicaments, as mentioned throughout this study—for example, how geopolitical risk impairs market predictability—policymakers get to work their way round creating a sounder environment in which to efficiently work towards stability in financial markets. While valuable, this research recognized a number of limitations. The analysis is restricted to their respective stock market indices alone, without considering other capital markets such as bonds, foreign exchange, and commodities. In this regard, further studies may be directed towards these markets to get an enlarged view of the dynamics of financial markets for the BRICS-T countries. Additionally, in this study, emphasis was placed on geopolitical risks. It is possible that at any given time, another kind of exogenous variable or environmental, social, and technological uncertainty will significantly determine the behavior of these types of markets. Future analyses that incorporate such dimensions may add to the understanding of market efficiency and adaptability. Deep learning with advanced techniques of artificial intelligence may further provide a granular approach toward complex relationships among the variables under consideration.

This paper has analyzed comprehensively the financial markets of BRICS-T countries in the light of the Adaptive Market Hypothesis by incorporating advanced statistical and machine learning methods. This study has presented a detailed analysis of time-varying market efficiency and the impact of geopolitical risks. The findings of this study contribute to the academic literature and practical implications that may be useful for investors, policymakers, and researchers. With such attention to temporal and geopolitical dimensions of market behavior, this paper gives good grounds for future research and subsequent policy development on how to make financial markets in emerging economies resilient and efficient.

Katkı Oranları ve Çıkar Çatışması / Contribution Rates and Conflicts of Interest

Etik Beyan	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.	Ethical Statement	It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited
Yazar Katkıları	Çalışmanın Tasarlanması: CK (%100) Veri Toplanması: CK (%100) Veri Analizi: CK (%100) Makalenin Yazımı: CK (%100) Makale Gönderimi ve Revizyonu: CK (%100)	Author Contributions	Research Design: CK (%100) Data Collection: CK (%100) Data Analysis: CK (%100) Writing the Article: CK (%100) Article Submission and Revision: CK (%100)
Etik Bildirim	iibfdergi@cumhuriyet.edu.tr	Complaints	iibfdergi@cumhuriyet.edu.tr
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.	Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.	Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Telif Hakkı & Lisans	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.	Copyright & License	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0
Etik Kurul	Etik kurul iznine ihtiyaç bulunmamaktadır.	Ethics Committee	Ethics committee approval is not required.

Kaynakça

- Adnan, M., Rasheed, M. H., Maqbool, Z., & Tariq, S. (2023). Adaptive Vs Efficient: A Comparative Analysis of Stock and Foreign Exchange Markets in Pakistan. *Journal of Asian Development Studies*, 12(3), Article 3. <https://poverty.com.pk/index.php/Journal/article/view/156>
- Akbar, M., Ullah, I., Ali, S., & Rehman, N. (2024). Adaptive market hypothesis: A comparison of Islamic and conventional stock indices. *International Review of Economics & Finance*, 89, 460-477. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.06.020>
- Aleknevičienė, V., Klasauskaitė, V., & Aleknevičiūtė, E. (2022). Behavior of calendar anomalies and the adaptive market hypothesis: Evidence from the Baltic stock markets. *Journal of Baltic Studies*, 53(2), 187-210. <https://doi.org/10.1080/01629778.2021.1990094>
- Aytekin, S., & Doğan, S. (2023). Testing the Adaptive Market Hypothesis in Equity Markets in Global Financial Crisis Periods: An Application on Borsa Istanbul Indices. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 8(21), 377-402. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1208721>
- Bhuyan, B., Patra, S., & Bhuian, R. K. (2020). Market Adaptability and Evolving Predictability of Stock Returns: An Evidence from India. *Asia-Pacific Financial Markets*, 27(4), 605-619. <https://doi.org/10.1007/s10690-020-09308-2>
- Box, G. E. P., & Pierce, D. A. (1970). Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models. *Journal of the American Statistical Association*, 65(332), 1509-1526. <https://doi.org/10.1080/01621459.1970.10481180>
- Burhan, H. A., & Acar, E. (2021). Adaptive Market Hypothesis and Return Predictability: A Hidden Markov Model Application in Borsa Istanbul. *Sosyoekonomi*, 29(48), Article 48. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2021.02.02>
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2022). Measuring Geopolitical Risk. *American Economic Review*, 112(4), 1194-1225. <https://doi.org/10.1257/aer.20191823>
- Charles, A., Darné, O., & Fouilloux, J. (2011). Testing the martingale difference hypothesis in CO2 emission allowances. *Economic Modelling*, 28(1), 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.10.003>
- Charles, A., Darné, O., & Kim, J. H. (2017). Adaptive markets hypothesis for Islamic stock indices: Evidence from Dow Jones size and sector-indices. *International Economics*, 151, 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2017.05.002>
- Choi, I. (1999). Testing the random walk hypothesis for real exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*, 14(3), 293-308. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199905/06\)14:3<293::AID-JAE503>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199905/06)14:3<293::AID-JAE503>3.0.CO;2-5)
- Choi, Y., & Lee, S. (2020). The impact of urban physical environments on cooling rates in summer: Focusing on interaction effects with a kernel-based regularized least squares (KRLS) model. *Renewable Energy*, 149, 523-534. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.021>
- Chu, J., Zhang, Y., & Chan, S. (2019). The adaptive market hypothesis in the high frequency cryptocurrency market. *International Review of Financial Analysis*, 64, 221-231. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.05.008>
- Ertay, F. C., & Özkan, O. (2018). Piyasa Etkinliği Açısından Adaptif Piyasa Hipotezi'nin Test Edilmesi: Türkiye ve ABD Hisse Senedi Piyasaları Örneği. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 642, Article 642. <https://dergipark.org.tr/en/pub/fpeyd/issue/47980/607030>
- Escanciano, J. C., & Lobato, I. N. (2009). An automatic Portmanteau test for serial correlation. *Journal of Econometrics*, 151(2), 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.03.001>
- Escanciano, J. C., & Velasco, C. (2006). Generalized spectral tests for the martingale difference hypothesis. *Journal of Econometrics*, 134(1), 151-185. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.06.019>
- Eyüboğlu, K., & Eyüboğlu, S. (2020). Borsa İstanbul Endekslerinde Adaptif Piyasa Hipotezinin Geçerliliğinin Test Edilmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(59), Article 59. <https://doi.org/10.19168/jyasar.633351>
- Fama, E. F. (1980). Agency Problems and the Theory of the Firm. *Journal of Political Economy*, 88(2), 288-307. <https://doi.org/10.1086/260866>
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575-1617. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>
- Ghazani, M. M., & Ebrahimi, S. B. (2019). Testing the adaptive market hypothesis as an evolutionary perspective on market efficiency: Evidence from the crude oil prices. *Finance Research Letters*, 30, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.032>
- Görgel, B., & Ege, İ. (2024). E7 Ülkeleri Pay Piyasaları Üzerine Etkin Piyasa Hipotezi ile Adaptif Piyasa Hipotezinin Araştırılması. *Fiscoeconomia*, 8(3), Article 3. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1448436>
- Hainmueller, J., & Hazlett, C. (2014). Kernel Regularized Least Squares: Reducing Misspecification Bias with a Flexible and Interpretable Machine Learning Approach. *Political Analysis*, 22(2), 143-168. <https://doi.org/10.1093/pan/mpt019>

- Hiremath, G. S., & Kumari, J. (2014). Stock returns predictability and the adaptive market hypothesis in emerging markets: Evidence from India. *SpringerPlus*, 3(1), 428. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-428>
- Hiremath, G. S., & Narayan, S. (2016). Testing the adaptive market hypothesis and its determinants for the Indian stock markets. *Finance Research Letters*, 19, 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.07.009>
- İçigen, F. K., & Kayali, M. M. (2022). Adaptif Piyasa Hipotezi Kapsamında Getiri Öngörülebilirliği ile Piyasa Koşulları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bist 100 Endeksi Örneği. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 659, 135-160. <https://www.ekonomikyorumlar.com.tr/files/articles/1648651990.pdf>
- Karaömer, Y., & Kakilli Acaravci, S. (2023). Adaptive Market Hypothesis: Evidence From the Cryptocurrency Market. *Interdisciplinary Journal of Management Studies (Formerly Known as Iranian Journal of Management Studies)*, 16(1), 125-138. <https://doi.org/10.22059/ijms.2022.336833.674889>
- Kartal, M. T., Pata, U. K., Kılıç Depren, S., & Depren, Ö. (2023). Effects of possible changes in natural gas, nuclear, and coal energy consumption on CO2 emissions: Evidence from France under Russia's gas supply cuts by dynamic ARDL simulations approach. *Applied Energy*, 339, 120983. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120983>
- Khuntia, S., & Pattanayak, J. K. (2018). Adaptive market hypothesis and evolving predictability of bitcoin. *Economics Letters*, 167, 26-28. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.03.005>
- Kılıç, Y. (2020). Adaptive Market Hypothesis: Evidence from the Turkey Stock Market. *Journal of Applied Economics and Business Research*.
- Kim, J. H. (2009). Automatic variance ratio test under conditional heteroskedasticity. *Finance Research Letters*, 6(3), 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2009.04.003>
- Kyei, C. B., Cantah, W. G., & Junior Owusu, P. (2023). Effect of commodity prices on financial soundness; insight from adaptive market hypothesis in the Ghanaian setting. *Resources Policy*, 86, 104076. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104076>
- Lekhal, M., & Oubani, A. E. (2020). Does the Adaptive Market Hypothesis explain the evolution of emerging markets efficiency? Evidence from the Moroccan financial market. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04429>
- Lo, A. W. (2004). The Adaptive Markets Hypothesis. *The Journal of Portfolio Management*, 30(5), 15-29. <https://doi.org/10.3905/jpm.2004.442611>
- Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1988). Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test. *The Review of Financial Studies*, 1(1), 41-66. <https://doi.org/10.1093/rfs/1.1.41>
- López-Martín, C. (2023). Dynamic analysis of calendar anomalies in cryptocurrency markets: Evidences of adaptive market hypothesis. *Spanish Journal of Finance and Accounting / Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 52(4), 559-592. <https://doi.org/10.1080/02102412.2022.2131239>
- Malkiel, B. G., & Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1970.tb00518.x>
- Mammen, E. (1993). Bootstrap and Wild Bootstrap for High Dimensional Linear Models. *The Annals of Statistics*, 21(1), 255-285. <https://doi.org/10.1214/aos/1176349025>
- Mandacı, P. E., Taskin, F. D., & Ergun, Z. C. (2019). Adaptive Market Hypothesis. *International Journal of Economics and Business Administration*, VII(4), 84-101. <https://ijeba.com/journal/333>
- Ndubuisi, P., & Okere, K. (2018). Stock Returns Predictability and the Adaptive Market Hypothesis in Emerging Markets: Evidence from the Nigerian Capital Market. (1986-2016). *Asian Journal of Economic Modelling*, 6(2), 147-156. <https://doi.org/10.18488/journal.8.2018.62.147.156>
- Noreen, U., Shafique, A., Ayub, U., & Saeed, S. K. (2022). Does the Adaptive Market Hypothesis Reconcile the Behavioral Finance and the Efficient Market Hypothesis? *Risks*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/risks10090168>
- Obalade, A. A., & Muzindutsi, P.-F. (2020). Validating the adaptive market hypothesis in the Tunisian stock market. *International Journal of Trade and Global Markets*. <https://www.inderscienceonline.com/doi/10.1504/IJTG.2020.104906>
- Okorie, D. I., & Lin, B. (2021). Adaptive market hypothesis: The story of the stock markets and COVID-19 pandemic. *The North American Journal of Economics and Finance*, 57, 101397. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101397>
- Özkan, O. (2020a). Hangi Sektörlerde Getiri Öngörülebilirliği İçin Tarihsel Fiyatlar Kullanılabilir Otomatik Portmanteau Testi ile Borsa İstanbul Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Business and Economics Research Journal*, 11(3), 703-712. <https://doi.org/10.20409/berj.2020.278>
- Özkan, O. (2020b). Time-varying return predictability and adaptive markets hypothesis: Evidence on MIST countries from a novel wild bootstrap likelihood ratio approach. *Bogazici Journal*, 34(2), 101-113. <https://doi.org/10.21773/boun.34.2.1>
- Özkan, O. (2020c). Weak-Form Market Efficiency Comparison of Stock Markets on Global Scale: An Empirical Study on G-20 Members. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), Article 2. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.695125>
- Özkan, O. (2020d). Zayıf Form Piyasa Etkinliği Kapsamında Türkiye Döviz Piyasası Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.30784/epfad.689506>

- Özkan, O. (2021a). Döviz Piyasalarının Davranışlarını Açıklamada Etkin Piyasalar Hipotezi ile Adaptif Piyasalar Hipotezinin Karşılaştırılması: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *The Journal of Accounting and Finance*, 89, Article 89. <https://doi.org/10.25095/mufad.852162>
- Özkan, O. (2021b). Impact of COVID-19 on stock market efficiency: Evidence from developed countries. *Research in International Business and Finance*, 58, 101445. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101445>
- Phillips, P. C. B., Shi, S., & Yu, J. (2015). Testing for Multiple Bubbles: Historical Episodes of Exuberance and Collapse in the S&p 500. *International Economic Review*, 56(4), 1043-1078. <https://doi.org/10.1111/iere.12132>
- Saha, K., Madhavan, V., & Chandrashekhar, G. R. (2021). Relative efficiency of equity ETFs: An adaptive market hypothesis perspective. *Applied Economics Letters*, 28(14), 1202-1207. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1804045>
- Santos, M. A. dos, Fávero, L. P. L., Brugni, T. V., & Serra, R. G. (2023). Adaptive markets hypothesis and economic-institutional environment: A cross-country analysis. *Revista de Gestão*, 31(2), 215-236. <https://doi.org/10.1108/REGE-06-2022-0095>
- Sarkodie, S. A., Ackom, E., Bekun, F. V., & Owusu, P. A. (2020). Energy–Climate–Economy–Population Nexus: An Empirical Analysis in Kenya, Senegal, and Eswatini. *Sustainability*, 12(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su12156202>
- Shahid, M. N., Jehanzeb, M., Abbas, A., Zubair, A., & Akbar, M. A. H. (2020). Predictability of precious metals and adaptive market hypothesis. *International Journal of Emerging Markets*, 15(5), 1011-1027. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-07-2018-0404>
- Tiwari, A. K., Jena, S. K., Abakah, E. J. A., & Yoon, S.-M. (2024). Does the dynamics between government bond and equity markets validate the adaptive market hypothesis? Evidence from transfer entropy. *Applied Economics*, 56(2), 186-201. <https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2166896>
- Tweneboah, G., Asamoah, M. E., & Owusu Junior, P. (2022). On Exchange Rate Predictability and Adaptive Market Hypothesis in South Africa. *Journal of African Business*, 23(4), 984-1008. <https://doi.org/10.1080/15228916.2021.1975488>
- Xiong, X., Meng, Y., Li, X., & Shen, D. (2019). An empirical analysis of the Adaptive Market Hypothesis with calendar effects: Evidence from China. *Finance Research Letters*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.11.020>
- Yaman, S., & Topaloğlu, E. E. (2023). Pay Piyasalarında Finansal Balonlar Adaptif Mi? Borsa İstanbul'dan Kanıtlar. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15(3), 1586-1604. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1203677>
- Zhang, Y., Chan, S., Chu, J., & Shih, S. (2023). The adaptive market hypothesis of Decentralized finance (DeFi). *Applied Economics*, 55(42), 4975-4989. <https://doi.org/10.1080/00036846.2022.2133895>