



Borsa İstanbul Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Piyasa Etkinliği: Fourier Kantil Birim Kök Testi Yaklaşımı

Weak-Form Market Efficiency in Borsa İstanbul Sector Indices: A Fourier Quantile Unit Root Test Approach



Gizem Varol¹  & Burcu Kiran Baygın² 

¹ İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Doktora Programı, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri, İstanbul Türkiye

Öz

Finansal piyasalarda etkinliğin derecesi, yatırım stratejilerinin oluşturulmasında ve piyasa davranışlarının analiz edilmesinde belirleyici bir unsurdur. Bu çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören 27 sektör endeksinin zayıf formda etkinlik düzeyi, Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) Fourier Kantil Birim Kök testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Fourier yaklaşımı bilinmeyen yapısal kırılmaları dikkate alırken; kantil tabanlı analiz, serilerin farklı dağılım bölümlerindeki durağanlık yapısını ortaya koymaktadır. 2000:01–2025:03 dönemine ait aylık verilerle yapılan analiz sonucunda, yalnızca dokuz endekste birim kök hipotezi reddedilmiş, bu endekslere bazı piyasa koşullarında geçmiş fiyat hareketlerinin geleceği öngörebildiği saptanmıştır. Kalan 18 endekste ise birim kök yapısı korunmuş ve zayıf formda etkinlik geçerli bulunmuştur. Ayrıca, sabit katsayılara ilişkin bulgular, bazı sektörlerin daha geniş şok aralıklarında hareket ettiğini; buna karşın bazı sektörlerin de daha istikrarlı fiyat davranışları sergilediğini ortaya koymuştur. Otoregresif katsayı değerleri ise durağanlık yapısının kantil bazında heterojen olduğunu göstermektedir. Bazı endekslere tüm kantillerde anlamlılık gözlenirken, bazı endekslere anlamlılık yalnızca uç kantillerde ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, Borsa İstanbul'da piyasa etkinliğinin sektörel düzeyde ve farklı piyasa koşullarında değişkenlik gösterdiğini; dolayısıyla yatırım kararlarında sektör yapıları kadar volatilité koşullarının da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Abstract

The degree of efficiency in financial markets plays a crucial role in shaping investment strategies and analysing market behaviour. This study evaluates the weak-form efficiency of 27 sector indices traded on Borsa İstanbul by applying Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) Fourier Quantile Unit Root Test. While the Fourier approach accounts for unknown structural breaks in the time series, the quantile-based analysis allows for the examination of stationarity patterns across different segments of the distribution. Using monthly data spanning the period from January 2000 to March 2025, the empirical results reveal that the unit root hypothesis is rejected in only nine indices, suggesting that in certain market conditions, past price movements may have predictive power for future prices. For the remaining 18 indices, the unit root could not be rejected, implying that the weak-form efficiency holds under most circumstances. Furthermore, findings based on the constant coefficients indicate that some sectors exhibit wider shock intervals, reflecting higher sensitivity to market fluctuations. In contrast, some sectors demonstrated more stable price behaviour. The autoregressive coefficients reveal that stationarity patterns vary across quantiles, indicating heterogeneous market dynamics. While some indices show significant stationarity across all quantiles, others display significance only in the extreme quantiles. These results give that market efficiency in Borsa İstanbul is not homogeneous across sectors or market conditions, and that investment decisions should account not only for sectoral characteristics but also for the volatility environment.

Anahtar Kelimeler Etkin Piyasa Hipotezi · Zayıf Formda Etkinlik · Fourier Kantil Birim Kök Testi · Borsa İstanbul · Durağanlık



Atıf | Citation: Varol, G. & Kiran Baygın, B. (2025). Weak-Form market efficiency in borsa İstanbul sector indices: A fourier quantile unit root test approach. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 43, 165–183. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2025.43.1727070>

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

© 2025. Varol, G. & Kiran Baygın, B.

✉ Sorumlu Yazar | Corresponding author: Gizem Varol gizem.varol@ogr.iu.edu.tr



Keywords

Efficient Market Hypothesis · Weak-Form Efficiency · Fourier Quantile Unit Root Test · Borsa İstanbul · Stationarity

Extended Summary

The degree of efficiency in financial markets is a critical factor that directly influences investors' decision-making processes. The Efficient Market Hypothesis (EMH), introduced by Fama (1970), posits that market prices fully reflect all available information, thereby making it impossible to consistently achieve abnormal returns. In this context, weak-form efficiency implies that future prices cannot be predicted based on past price information and that prices follow a random walk process. However, given the dynamic and complex nature of financial markets, testing for market efficiency requires flexible and robust methods beyond traditional linear frameworks. This study investigates the weak-form efficiency of 27 sector indices traded on Borsa İstanbul by employing Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) Fourier Quantile Unit Root Test, an approach that extends beyond conventional methodologies. The Fourier quantile unit root test developed by Bahmani-Oskooee, Chang, and Ranjbar (2017) combines the quantile regression framework of Koenker and Xiao (2004) with the Fourier transformation technique proposed by Becker, Enders, and Lee (2006). This hybrid method allows the detection of stationarity patterns across different quantiles and incorporates unknown structural breaks into the model via Fourier components. As such, the test captures asymmetric and quantile-specific behaviours that standard unit root tests may overlook. The analysis is based on the monthly logarithmic closing prices of 27 sector indices over the period 2000:01 to 2025:03. The Fourier quantile unit root test is applied separately to each sector index. For each series, the Fourier frequency parameter k is tested within the range of 0.1 to 5.0, and the optimal frequency k is selected based on the minimum sum of the squared residuals (SSR). Using the optimal frequency, deterministic components are constructed via Fourier terms, and the residuals are obtained. These residuals are then used to conduct quantile regressions at various quantile levels ($\tau=0.1, 0.20, 0.3, \dots, 0.90$). The presence of unit roots and random walk characteristics were assessed through this framework. The significance levels of the test statistics were evaluated using critical values derived from 5000 bootstrap replications, as developed by Koenker and Xiao (2004) and Bahmani-Oskooee et al. (2017). Empirical findings reveal that the unit root hypothesis is rejected for only nine sector indices (LNXBLSM, LNXFINK, LNXGMYO, LNXKOBİ, LNXMESY, LNXCRT, LNXTEKS, LNXULAS, and LNXUTEK), suggesting that these series exhibit stationarity in at least some quantiles and deviate from the weak-form efficiency assumption. The remaining 18 indices follow a random walk process, indicating that the weak-form efficiency holds for most sectors in Borsa İstanbul. These results demonstrate that informational efficiency is not uniformly distributed across sectors. Further insights were derived from the interpretation of $\alpha_0(\tau)$ and $\rho_1(\tau)$ coefficients. The $\alpha_0(\tau)$ estimates provide information about the direction and magnitude of the shocks affecting the series. High $\alpha_0(\tau)$ values in sectors such as LNXFINK (0.307), LNXBANK (0.288), LNXSPOR (0.288), LNXULAS (0.287), and LNXTRZM (0.281) indicate wider shock intervals, reflecting stronger and more volatile responses to market fluctuations. Conversely, narrower intervals were observed in LNXUSIN (0.187), LNXCRT (0.190), LNXUHIZ (0.194), LNXGIDA (0.194), and LNXINSA (0.199), indicating more stable sectoral dynamics. Additionally, $\alpha_0(\tau)$ is consistently insignificant at the 0.5 quantile across all indices, implying price neutrality under median market conditions. The $\rho_1(\tau)$ autoregressive coefficients were used to assess the mean reverting behaviour. Significant stationarity across all quantiles was observed in LNXBLSM, LNXKOBİ, and LNXUTEK, indicating a consistent deviation from the random walk hypothesis under various market regimes. In contrast, indices such as LNXLBNK exhibit significance only at the upper quantiles (0.7– 0.9), suggesting a stronger mean reversion following upward price shocks. Other indices, including LNXELKT, LNXFINK, LNXSGRT, and LNXSPOR, display significance primarily in the lower or middle quantiles, highlighting their sensitivity to adverse market conditions. Meanwhile, LNXU100 shows significance only at select quantiles (0.1, 0.6, 0.7, 0.8, and 0.9), indicating that the weak form efficiency generally holds, with limited predictability under extreme scenarios. Overall, the findings indicate that stationarity and efficiency are heterogeneous across both sectors and quantiles. This asymmetry highlights the importance of considering volatility states and sector-specific characteristics when formulating investment strategies. The Fourier quantile unit root test proves to be a robust and flexible method for capturing nuanced stationarity behaviour, offering significant value for both empirical research and practical financial decision-making. This study contributes methodologically and empirically to the literature on market efficiency, particularly within the context of emerging markets such as Turkey.



Borsa İstanbul Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Piyasa Etkinliği: Fourier Kantil Birim Kök Testi Yaklaşımı

Finansal piyasalarda yatırımcı davranışlarının ve fiyat oluşum süreçlerinin anlaşılması açısından Fama'nın literatüre kazandırdığı Etkin Piyasa Hipotezi (EPH) temel bir teorik çerçeve sunmaktadır. Fama(1970)'e göre, sermaye piyasalarının başlıca işlevi, kaynakların etkin biçimde tahsis edilmesini sağlayacak fiyat sinyalleri üretmektedir. Bu bağlamda etkin bir piyasa, fiyatların mevcut tüm bilgileri her an tam olarak yansıttığı bir ortamı tanımlamaktadır. Fama(1970), piyasa etkinliğini zayıf, yarı güçlü ve güçlü olmak üzere üç formda sınıflandırmıştır. Zayıf form, geçmiş fiyat ve işlem hacmi gibi tarihsel bilgilerin fiyatlara tam yansıdığını ifade etmektedir. Yarı güçlü form, kamuya açık tüm bilgilerin fiyatlara yansıdığını, güçlü form ise içeriden alınan bilgiler dahil olmak üzere tüm bilgilerin fiyatlara tam ve anında yansıdığını varsaymaktadır.

Zayıf formda etkinlik, yalnızca geçmiş fiyat ve işlem hacmi gibi tarihsel bilgilerin, gelecekteki fiyatları öngörmede herhangi bir sistematik avantaja yol açmadığı varsayımına dayanmaktadır (Fama, 1970). Bu durumda fiyatların rassal yürüyüş sergilediği kabul edilir ve teknik analiz gibi geçmişe dayalı yatırım stratejileri ortalama üstü getiri sağlayamamaktadır.

Fama'nın bu çerçevesi, teorik bir öneri olmasından öte, piyasaların şeffaflığı, yatırımcı rasyonalitesi ve bilgiye erişim etkinliği gibi unsurlar üzerinden finansal piyasaların işleyişini değerlendirmek için güçlü bir zemin oluşturmaktadır. Zira etkin piyasalar, yatırımcıların piyasada mevcut olan bilgileri eş zamanlı ve benzer maliyetlerle değerlendirdiği; dolayısıyla sistematik bir bilgi avantajına sahip olmanın mümkün olmadığı varsayımı üzerine kuruludur. Bu bağlamda, fiyat değişimlerinin tamamen yeni ve öngörülemeyen bilgilere bağlı olması, geçmiş fiyat hareketlerinin yatırım stratejilerinde anlamlı bir belirleyici olmaktan çıkmasına neden olmaktadır (Fama, 1970).

Zayıf formda etkinliğin test edilmesinde, fiyat serilerinin birim kök taşıyıp taşımadığı önemli bir göstergedir. Seride birim kök bulunması, serinin rassal yürüyüş süreci izlediğini ve geçmiş verilerin geleceği öngörmede işe yaramadığını göstermektedir. Bu durumda, piyasanın zayıf formda etkinlik koşullarını sağladığı sonucuna varılabilir (Hepsağ & Yaşar Akçalı, 2015, s. 78). Benzer şekilde Karakaya Tutar ve Dalgar (2023), etkin piyasa koşullarında fiyat serilerinin durağan olmaması gerektiğini, aksi durumda yani serinin durağanlık göstermesi hâlinde geçmiş bilgilere dayalı tahminlerin mümkün olabileceğini ifade etmektedir.

Türkiye Sermaye Piyasalarında Etkin Piyasa Hipotezi'nin (EPH) zayıf formda geçerliliği, özellikle gelişmekte olan bir piyasa olan Borsa İstanbul açısından uzun süredir tartışma konusudur. Bu kapsamda yapılan ampirik çalışmalar, elde edilen bulgular bakımından önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Örneğin, Zeren, Kara ve Arı (2013), Tuna ve Öztürk (2016) ile Yücel (2016) gibi çalışmalar, ilgili dönemlerde Borsa İstanbul'un zayıf formda etkin olduğunu ve hisse senedi getirilerinin rassal yürüyüş sergilediğini ileri sürerken; Coşkun ve Seven (2016), Akgün ve Şahin (2017) ve Altuntaş vd. (2022) gibi bazı araştırmalar ise belirli endekslerde serilerin durağan olduğunu ve geçmiş bilginin fiyatlara sistematik olarak yansıdığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, yöntemsel farklılıkların (örneğin yapısal kırılma dikkate alınıp alınmaması, Fourier temelli testlerin kullanımı) ve analiz kapsamındaki dönem veya alt endeks tercihlerinin sonuçlar üzerinde belirleyici etkileri olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, Türkiye Sermaye Piyasalarında zayıf formda etkinliğin geçerliliği, piyasaya ilişkin yapısal koşullar, testlerin istatistiksel duyarlılığı ve dönemsel etkiler çerçevesinde yeniden ve daha bütüncül biçimde değerlendirilmesi gereken kritik bir araştırma konusudur.

Bu bağlamda, literatürdeki bulguların kullanılan yöntem, kapsama ve döneme göre farklılık gösterdiği dikkate alındığında, Türkiye Sermaye Piyasasında zayıf formda etkinliğin daha kapsamlı ve güncel bir yaklaşımla yeniden değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, Borsa İstanbul'da

işlem gören 27 sektör endeksi üzerinde zayıf formda etkinlik hipotezini Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) Fourier Kantil Birim Kök Testi aracılığıyla incelemektedir.

Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) tarafından geliştirilen Fourier Kantil Birim Kök Testi, serinin deterministik bileşenindeki doğrusal olmayan yapıları modellemek amacıyla düşük frekanslı Fourier yaklaşımını esas alır. Bu kapsamda Fourier sinüs ve kosinüs terimleri, zamanın bilinmeyen fonksiyonunu esnek biçimde temsil edebilmek için kullanılmıştır. Böylece, yapısal kırılmaların belirli bir form varsayılmaksızın, düzgün (smooth) bir şekilde modele dâhil edilmesi mümkün kılınmıştır. Testin ikinci aşamasında ise Koenker ve Xiao (2004) tarafından geliştirilen kantil regresyon çerçevesi kullanılarak, serinin farklı dağılım bölgelerinde ($\tau = 0.1...0.9$) birim kök varlığı test edilmektedir. Bu yöntem, klasik birim kök testlerinden farklı olarak, hem bilinmeyen yapısal kırılmaları Fourier terimleri aracılığıyla modelleyebilmekte hem de dağılımın farklı kantillerinde durağanlık yapısını ortaya koyarak yalnızca ortalama piyasa koşullarında değil, düşük ve yüksek volatilité dönemlerinde de piyasa davranışlarını detaylı biçimde analiz etmeye olanak tanımaktadır.

Bu yönüyle çalışma, hem kapsam (27 sektör endeksi) hem de yöntem (Fourier Kantil Birim Kök Testi) bakımından literatüre önemli bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Literatürde çoğu araştırma BIST100 gibi genel endekslere odaklanırken, bu çalışmada sektörel düzeyde ayrıştırılmış analiz yapılması, piyasa etkinliğinin heterojen yapısını ortaya koymaya olanak tanımaktadır. Ayrıca kantil tabanlı analiz sayesinde, geleneksel ortalama etkili testlerin tespit edemediği asimetrik ve uç koşul tepkilerinin de analiz edilmesi mümkün kılınmıştır. Bu çerçevede çalışma, Türkiye Sermaye Piyasasının bilgi verimliliğini daha derin biçimde ele alarak literatürdeki boşluklara yöntemsel ve ampirik katkı sağlamaktadır.

Türkiye Sermaye Piyasalarında Etkin Piyasalar Hipotezine İlişkin Literatür Taraması

Çalışma kapsamında yürütülen literatür taraması, yalnızca Türkiye Sermaye Piyasalarında Etkin Piyasa Hipotezinin (EPH) zayıf formda geçerliliğini test eden ve özellikle Borsa İstanbul (BIST) ve sektör endeksleri üzerine odaklanan birim kök testleri uygulayan ampirik araştırmaları kapsamaktadır. Çalışmalarda kullanılan yöntemler, klasik doğrusal testlerden yapısal kırılmaları dikkate alan modeller ile Fourier temelli testlere kadar çeşitlenmektedir.

Zeren, Kara ve Arı (2013), Türkiye hisse senedi piyasasının zayıf formda etkinliğini değerlendirmek amacıyla 1 Kasım 1987 – 30 Kasım 2012 dönemine ait logaritmik İMKB100 endeksi verileri üzerinde yapısal kırılmalı birim kök analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada, Lanne vd. (2002) ile Saikkonen ve Lütkepohl (2002) tarafından geliştirilen ve kırılma tarihini içsel olarak belirleyen birim kök testleri kullanılmıştır. Analizler, Türkiye ekonomisinde önemli bir dönüm noktası olan Şubat 2001 krizini yapısal kırılma olarak tespit etmiştir. Elde edilen test istatistikleri, her üç fonksiyon tipine göre de kritik değerlerin altında kalmış, dolayısıyla serinin durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, İMKB 100 endeksinin rassal yürüyüş özelliği gösterdiğini ve Türkiye hisse senedi piyasasında geçmiş fiyatların gelecek fiyatları öngörmede kullanılamayacağını ifade etmektedir. Sonuç olarak çalışma, incelenen dönemde Türk hisse senedi piyasasının zayıf formda etkin olduğunu ortaya koymaktadır.

Coşkun ve Seven (2016), Türkiye hisse senedi piyasasında zayıf formda etkinliğin geçerliliğini değerlendirmek üzere BIST 100 endeksine ait 1993–2015 dönemi aylık verilerini incelemiştir. Piyasanın farklı ekonomik konjonktürlerden geçtiği varsayımıyla, analizler hem genel dönem hem de 1993–2002 ve 2003–2015 alt dönemleri için ayrı ayrı yürütülmüştür. Araştırmada öncelikle serilerin dağılım özellikleri test edilmiş, ardından geleneksel birim kök testleri olan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) (1979) ve KPSS(1992) testleri ile iki yapısal kırılmaya duyarlı Lee ve Strazicich (2003) ve Narayan ve Popp (2010) testleri uygulanmıştır. Yapısal kırılmalı modellerden elde edilen bulgular, BIST 100 endeksinin her üç dönem için de durağan özellik taşıdığını ortaya koymaktadır. Özellikle Narayan ve Popp (2010) testi sonuçları, endeksin rassal

yürüyüş özelliği sergilemediğini güçlü biçimde desteklerken, Lee ve Strazicich (2003) testinin Model A ve Model C yapılarına göre de 2003–2015 dönemi boyunca serinin birim kök içermediği görülmüştür. Bu çerçevede piyasa fiyatlarının geçmiş bilgiye duyarlı olduğu ve bu bilgilerin yatırımcılar açısından sistem- atik olarak kullanılabilir olduğu yönünde kanıtlar elde edilmiştir. Çalışmada ulaşılan sonuçlar, Türkiye’de hisse senedi piyasasının etkinlik kriterlerini tam anlamıyla karşılamadığını, özellikle incelenen dönemlerde fiyat oluşum süreçlerinin geçmiş değerlerden etkilenmeye devam ettiğini göstermektedir. Bu bağlamda, BIST 100 endeksine ilişkin serinin rastlantısallık özelliği taşımadığı ve piyasanın zayıf formda etkinlik koşullarını sağlamadığı ifade edilmektedir. Ayrıca, bu durumun yatırımcı davranışları, piyasa düzenlemeleri ve piyasanın kurumsal yapısı ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Tuna ve Öztürk (2016), 2003–2015 dönemine ait aylık veri kullanarak BIST 100, BIST Sınai, BIST Mali ve BIST Hizmetler endeksleri üzerinden Türkiye hisse senedi piyasasının zayıf formda etkinliğini incelemiştir. Analizde genişletilmiş Dickey Fuller(1979) testi ile birlikte, iki yapısal kırılmaya izin veren Lumsdaine-Papell (2003) ve beş yapısal kırılmalı Carrion-i-Silvestre, Kim ve Perron (2009) birim kök testleri uygulanmıştır. Genişletilmiş Dickey Fuller (1979) ve Carrion-i Silvestre, Kim ve Perron (2009) test sonuçlarına göre tüm endekslerin birim köklü olduğu ve dolayısıyla piyasanın zayıf formda etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak Lumsdaine-Papell (2003) testine göre yalnızca BIST Sınai Endeksi durağan bulunmuş, bu da söz konusu sektörde geçmiş fiyat hareketlerinin geleceği öngörmede kullanılabileceğini ve piyasada anormal getiri elde etme imkânı olabileceğini göstermektedir. Çalışma, yapısal kırılmaları dikkate alan testlerin piyasa etkinliği analizinde belirleyici rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.

Yücel (2016), Borsa İstanbul’da işlem gören 22 endeksin 2000–2015 yıllarına ait günlük kapanış fiyatlarını kullanarak zayıf formda etkin piyasa hipotezini test etmiştir. Serilerin durağan olup olmadığı ADF ve PP birim kök testleri aracılığıyla hem düzeyde hem birinci farkta analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, tüm endekslerde düzey serileri durağan çıkmamış; birim kök içerdiği için serilerin rassal yürüyüş özelliği taşıdığı ve zayıf formda etkinlik varsayımıyla uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, incelenen dönemde BIST endekslerinin tamamının zayıf formda etkinlik koşullarını sağladığı sonucuna varılmıştır.

Akgün ve Şahin (2017), BIST 100, Hizmetler, Mali ve Sınai endekslerini dikkate alarak Borsa İstanbul’un zayıf formda etkinliğini 2010–2017 dönemi günlük verileriyle incelemiştir. Çalışmada hem geleneksel birim kök testleri (ADF, PP, KPSS) hem de yapısal kırılmaları içsel olarak belirleyen Zivot-Andrews (1992) birim kök testi uygulanmıştır. Tüm test sonuçları, getiri serilerinin durağan olduğunu ve birim kök içermediğini göstermiştir. Bu durum, fiyat serilerinin geçmiş verilere duyarlı olduğunu ve piyasada öngörülebilirlik taşıdığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, dört endeksin tamamı açısından Borsa İstanbul’da zayıf formda etkinliğin geçerli olmadığı ve geçmiş bilgiye dayalı yatırım stratejilerinin mümkün olduğu ifade edilmiştir.

Turan Kurtaran, Kurtaran ve Kurtaran Çelik (2018) çalışmasında, Türkiye hisse senedi piyasasının zayıf formda etkinliği 2006–2015 dönemine ait günlük kapanış fiyatları üzerinden analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında BIST100, BIST50, BIST30, BIST Tüm, BIST Tüm-100, BIST Sınai, BIST Mali, BIST Hizmetler ve BIST100-30 olmak üzere toplam dokuz endeks değerlendirilmiştir. Genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök testi bulgularına göre yalnızca BIST100-30 endeksi için rassal yürüyüş özelliği tespit edilmiştir. Diğer sekiz endekste ise birim kökün varlığı gözlenememiş, dolayısıyla bu endekslerin zayıf formda etkin olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, yatırımcıların çoğu endekste geçmiş fiyat hareketlerinden faydalanarak anormal getiri elde edebileceğini ve piyasada bilgi yansıtma sürecinin tam anlamıyla işlemediğini ortaya koymaktadır. Araştırma, piyasa etkinliği üzerine yapılacak analizlerde dönem seçiminin belirleyici rolüne de dikkat çekmektedir.

Bektur ve Aydın (2019), 30.06.2000–29.12.2017 dönemine ait günlük verileri kullanarak, BIST 100 ve alt endekslerinde (Hizmetler, Sınai, Mali ve Teknoloji) zayıf formda etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini test

etmiştir. Çalışmada öncelikle ADF, PP, KPSS ve DF-GLS gibi geleneksel doğrusal birim kök testleri uygulanmış; ardından yapısal kırılmaları dikkate alma kapasitesi nedeniyle KPSS testinin trigonometrik terimlerle genişletilmiş Fourier uyarlaması (Fourier-KPSS) tercih edilmiştir. Geleneksel test sonuçlarına göre yalnızca Hizmet endeksi PP testi ile durağan bulunurken, diğer tüm endekslerde seriler birim köklü olarak değerlendirilmiştir. Fourier-KPSS testi ise tüm endekslerde trigonometrik terimlerin anlamlı olduğunu ve serilerin birim kök içerdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, fiyat serilerinin ortalamaya dönme eğiliminde olmadığını, dolayısıyla serilerin rassal yürüyüş süreci izlediğini ve piyasada geçmiş bilgiye dayalı öngörülerin mümkün olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak çalışma, ele alınan tüm endekslerde zayıf formda etkinliğin geçerli olduğunu ve hisse senedi fiyatlarının içerdiği tüm bilgilerin anında fiyatlara yansıdığını ileri sürmektedir. Ayrıca, Fourier yaklaşımının yapısal değişimlere duyarlılığı sayesinde piyasa etkinliği analizlerinde daha sağlıklı sonuçlar sunduğu vurgulanmaktadır.

Karademir ve Evcı (2020), Borsa İstanbul'daki 27 sektör endeksinin 2008–2018 dönemine ait aylık kapanış verileriyle zayıf formda etkinliğini analiz etmiştir. ADF ve PP testlerine göre çoğu endeks birim kök içermekte olup zayıf formda etkin bulunmuştur; ancak ADF testinin sabit modeline göre yalnızca XTAST, XMESY, XUMAL, XBANK, XGMYO ve XYORT endeksleri durağan çıkmıştır. Sabit ve trend içeren modellerine ilişkin sonuçlarında ise serilerin durağan olmadıklarını, birim kök içerdiğini sonucuna ulaşmışlardır. Yapısal kırılmaları dikkate alan Lee-Strazicich testine göre ise yalnızca XFINK endeksi durağandır, diğerleri etkindir. Bu sonuçlar, piyasanın genel olarak zayıf formda etkin olduğunu, ancak XFINK endeksinde geçmiş fiyatlardan yararlanarak anormal getiri elde edilebileceğini göstermektedir.

Bal, Algan, Erdoğan ve Tekin (2021), Türkiye finans sektörünün temel bileşenlerinden biri olan bankacılık sektöründe, BIST Bankalar endeksine dayalı olarak zayıf formda etkinlik hipotezini test etmiştir. Çalışmada, 2005–2018 dönemine ait haftalık veriler kullanılarak hem geleneksel ADF testi hem de Christopoulos ve Leon-Ledesma (2010) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan Fourier ADF testi uygulanmıştır. Fourier ADF testinde optimal frekans $k = 1$ olarak belirlenmiş ve trigonometrik terimlerin anlamlılığı Wald testi ile doğrulanmıştır. Her iki test sonucuna göre, BISTBANK endeks serisinin durağan olmadığı, dolayısıyla birim kök içerdiğini saptanmıştır. Bu bulgular, ele alınan dönemde Borsa İstanbul bankacılık piyasasının zayıf formda etkin olduğunu ve fiyatların geçmiş bilgiye dayalı olarak öngörülemediğini göstermektedir.

Ildırar ve Dalli (2021), Temmuz 2007 – Mart 2021 dönemine ait aylık kapanış verilerini kullanarak BIST Banka Endeksi ve 11 bankanın zayıf formda piyasa etkinliğini incelemiştir. ADF, PP ve KPSS birim kök testleri ile varyans oran testi uygulanan çalışmada, ADF ve PP sonuçları tüm bankaların etkin olduğunu gösterirken, KPSS testine göre sadece Halkbank zayıf formda etkin değildir. Bu durum, yatırımcıların Halkbank hisselerinde geçmiş fiyat hareketlerinden faydalanarak anormal getiri elde edebileceğini göstermektedir. Diğer 11 banka ve Bankacılık Endeksi ise rassal yürüyüş sergileyerek zayıf formda etkinliği desteklemektedir.

Altuntaş, Kılıç, Pazarcı ve Umut (2022), Borsa İstanbul'da işlem gören altı farklı endeks üzerinde zayıf formda etkin piyasa hipotezini test etmek amacıyla kapsamlı bir analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmada ADF, RALS-ADF, Fourier-ADF ve Fourier-KSS birim kök testleri kullanılarak, doğrusal olmayan yapılar, yapısal kırılmalar ve normal dağılmama gibi istatistiksel özellikler eşzamanlı olarak dikkate alınmıştır. Veri seti aylık kapanış fiyatlarından oluşmakta ve her bir endeks için veri bulunabilirliği çerçevesinde en uzun dönem analiz edilmiştir. Ampirik bulgulara göre, XUHIZ endeksinde uygulanan tüm testlerde birim kök hipotezi reddedilememiştir; bu da endeksin zayıf formda etkin olduğunu göstermiştir. Buna karşılık, XUMAL endeksinde tüm testlere göre birim kök hipotezi reddedilmiş ve endeksin durağan özellik taşıdığı, dolayısıyla piyasanın etkin olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer endekslerde ise kullanılan testlerin varsayımları (örneğin yapısal kırılmaların veya doğrusal olmayan süreçlerin dikkate alınmaması) analiz sonuçlarını değiştirmiştir. Özellikle Fourier-KSS testi sonuçlarına göre dört endekste piyasa etkinliğinin geçerli olmadığı

tespit edilmiştir. Çalışma, farklı test yöntemlerinin piyasa etkinliği değerlendirmeleri üzerinde önemli etkiler yarattığını vurgulamakta ve yöntem seçimindeki duyarlılığın altını çizmektedir. Ayrıca, yatırımcılara XUHZ gibi etkin piyasa özelliği taşıyan endekslerde uzun vadeli stratejiler geliştirmeleri; diğer endekslerde ise kısa vadeli fırsatların değerlendirilebileceği önerilmektedir.

Özmerdivanlı (2024), Türkiye'de hisse senedi ve döviz piyasalarının zayıf formda etkinliğini incelemiştir. Çalışmada 01.01.2014–28.11.2024 dönemine ait günlük kapanış fiyatları kullanılarak BIST 100 endeksi, Dolar/TL ve Euro/TL kurları analiz edilmiştir. Etkinlik analizi kapsamında ADF ve PP birim kök testleri ile varyans oranı testi uygulanmıştır. Birim kök testlerine göre tüm seriler düzeyde birim köklü bulunmuş, bu da piyasaların zayıf formda etkin olduğu anlamına gelmiştir. Varyans oranı testi sonuçları ise BIST 100 ve Euro/TL serilerinde rassal yürüyüş varsayımını desteklemiş, Dolar/TL kuru için bu hipotez reddedilmiştir. Sonuç olarak, Borsa İstanbul ve Euro piyasası zayıf formda etkin görünürken, dolar piyasasında geçmiş fiyatlardan faydalanılarak öngöründe bulunmanın mümkün olabileceği değerlendirilmiştir.

Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada Türkiye Sermaye Piyasalarının etkinliğini test etmek amacıyla, Borsa İstanbul sektör endekslerine ait serilere Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) tarafından geliştirilmiş Fourier Kantil Birim Kök Testi uygulanmıştır. Bu amaç için Borsa İstanbul sektör endekslerinin 2000:01-2025:03 aralığında aylık kapanış fiyatları dikkate alınmıştır.

Veri seti, çalışmanın metodolojik bütünlüğünü sağlamak amacıyla 2000 yılı sonrasını kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Bu çerçevede, ilgili sektör endeksleri veriye erişim mümkün olduğu tarihten itibaren analize dâhil edilmiştir. Tüm endeks verileri Investing.com platformu üzerinden temin edilmiştir. Analizde fiyat endekslerinin doğal logaritmaları kullanılmıştır. Çalışma kapsamında toplam 27 endeks analiz edilmiştir. Bu endeksler arasında yer alan BIST 100 (XU100) endeksi, Türkiye Sermaye Piyasasının genel görünümünü temsil etmesi nedeniyle çalışmaya dâhil edilmiştir. Veri setindeki analiz dönemlerine ait özet bilgi [Tablo 1](#)'de yer almaktadır.

Tablo 1

Çalışmada Kullanılan Endeksler ve Analiz Dönemleri

Endeks Adı	Endeks Kodu	Analiz Dönemi
BIST Banka	XBANK	2000:01-2025:03
BIST Bilişim	XBLSM	2000:08-2025:03
BIST Elektrik	XELKT	2000:01-2025:03
BIST Finansal Kiralama Faktoring Şirketleri	XFINK	2000:01-2025:03
BIST Gıda İçecek	XGIDA	2000:01-2025:03
BIST Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları	XGMYO	2000:02-2025:03
BIST Holding ve Yatırım	XHOLD	2000:01-2025:03
BIST İletişim	XILTM	2001:04-2025:03
BIST İnşaat	XINSA	2013:03-2025:03
BIST Orman Kâğıt Basım	XKAGT	2000:01-2025:03
BIST Kimya Petrol Plastik	XKMYA	2000:01-2025:03
BIST Kobi Sanayi	XKOBI	2014:01-2025:03
BIST Likit Banka	XLBNK	2019:12-2025:03
BIST Metal Ana	XMANA	2000:01-2025:03
BIST Metal Eşya Makine	XMESY	2000:01-2025:03
BIST Sigorta	XSGRT	2000:01-2025:03

Endeks Adı	Endeks Kodu	Analiz Dönemi
BIST Spor	XSPOR	2004:05-2025:03
BIST Taş Toprak	XTAST	2000:01-2025:03
BIST Ticaret	XCRT	2000:01-2025:03
BIST Tekstil Deri	XTEKS	2000:01-2025:03
BIST Turizm	XTRZM	2000:01-2025:03
BIST 100	XU100	2000:01-2025:03
BIST Hizmetler	XUHIZ	2000:01-2025:03
BIST Ulaştırma	XULAS	2000:01-2025:03
BIST Mali	XUMAL	2000:01-2025:03
BIST Sınai	XUSIN	2000:01-2025:03
BIST Teknoloji	XUTEK	2000:08-2025:03

Bu kapsamda, analizde kullanılan 27 BIST sektör endeksine ilişkin serilerin logaritmalarını almadan önce temel tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir. Ortalama, medyan, maksimum ve minimum değerlerin yanı sıra standart sapma, çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri dikkate alınarak serilerin dağılım özellikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca Jarque-Bera normallik testinin sonuçları, birçok seride normal dağılım varsayımının sağlanmadığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, endeks serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bulgular ise [Tablo 2](#)'de sunulmaktadır.

Tablo 2*Endeks Serilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

	XBANK	XBLSM	XELKT	XFINK	XGIDA	XGMYO	XHOLD	XILTM	XINSA
Ortalama	1867.4650	599.9873	80.3180	588.8917	1640.9460	565.8791	1217.9790	398.8985	2773.9070
Medyan	1220.8100	121.2250	28.3900	188.2600	986.7900	352.9900	491.6200	281.7950	855.0200
Maksimum	15153.3600	7525.3000	642.8000	6439.5800	14088.7200	3666.9200	9719.1500	2708.9500	14263.0100
Minimum	108.1700	24.9700	10.9000	20.1200	70.8700	81.9600	74.8500	22.3700	498.8100
Standart Sapma	2929.2730	1287.2010	140.3252	1017.9550	2633.2360	738.4617	2120.3630	496.9820	3552.9410
Çarpıklık	3.3703	3.1178	2.6910	2.8680	3.0004	2.7986	2.8684	3.2057	1.5786
Basıklık	13.8570	12.2740	8.8332	11.3354	11.3992	9.9562	10.1258	13.0205	3.9723
Jarque-Bera	2061.7920	1540.3300	795.2767	1292.5510	1345.2760	1003.1070	1056.5440	1698.2210	65.9329
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Gözlem Sayısı	303	296	303	303	303	302	303	288	145
	XKAGT	XKMYA	XKOBI	XLBNK	XMANA	XMESY	XSGRT	XSPOR	XTAST
Ortalama	951.9852	1702.1120	5812.6290	4720.1390	2623.7070	2755.5380	5180.7190	917.8496	1622.5190
Medyan	366.1000	411.3800	1007.3100	2294.4700	658.8600	581.3600	1414.1500	569.5500	621.2300
Maksimum	7096.9500	14142.3400	33774.3600	13464.0600	18345.6200	25547.4800	66753.7900	5094.7200	14899.9500
Minimum	47.5400	66.0800	363.7800	939.7000	36.4700	70.2300	118.2200	185.9900	60.8700
Standart Sapma	1569.4520	3336.8560	8769.9090	4428.5070	4495.1870	5702.6310	12414.9100	991.4714	3203.6430
Çarpıklık	2.4797	2.5781	1.7589	0.9156	2.2721	2.8032	3.6928	2.5395	3.0144
Basıklık	7.9906	8.2535	4.7141	2.2900	6.9767	9.6921	15.9231	8.7969	10.8139
Jarque-Bera	624.9686	684.1001	86.1390	10.2857	460.3524	962.2241	2797.0920	621.2301	1229.7200
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	XBANK	XBLSM	XELKT	XFINK	XGIDA	XGMYO	XHOLD	XILTM	XINSA
Gözlem Sayısı	303	303	135	64	303	303	303	251	303
	XTCRT	XTEKS	XTRZM	XU100	XUHIZ	XULAS	XUMAL	XUSIN	XUTEK
Ortalama	2742.9410	529.3869	191.8693	1380.6440	1154.3120	3294.1070	1588.1160	1844.2290	1542.5430
Medyan	1071.0400	135.8000	67.0200	663.9400	436.1200	419.0700	944.5200	573.3100	259.3750
Maksimum	28636.0100	4241.5000	1576.5800	10647.9100	10212.0400	38081.6000	12089.0400	14644.9000	18524.2100
Minimum	77.3700	24.2400	14.0900	76.2600	43.2700	46.9300	99.5500	63.9500	41.3500
Standart Sapma	5463.0760	992.2487	326.4284	2315.6560	2213.3480	8322.7840	2519.5580	3436.1490	3355.1010
Çarpıklık	3.1587	2.4454	2.6484	2.8374	2.9747	3.0566	3.0460	2.6418	3.1207
Basıklık	12.2514	7.7206	9.0107	9.9877	10.7475	11.0601	11.4343	8.7482	12.0797
Jarque-Bera	1584.4120	583.3338	810.3202	1023.0140	1204.6760	1291.9950	1366.6500	769.5988	1497.2350
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Gözlem Sayısı	303	303	303	303	303	303	303	303	296

Çalışmada, logaritması alınmış fiyat endekslerinin durağanlık özelliklerini farklı dağılım bölgelerinde test edebilmek amacıyla Fourier Kantil Birim Kök Testi kullanılmıştır. Bu test, Koenker ve Xiao (2004) tarafından geliştirilen kantil otoregresyon yapısına dayanmaktadır ve Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) tarafından Fourier dönüşümü ile genişletilmiştir.

İlk aşamada, analiz edilecek seri aşağıdaki yapıda modellenmektedir:

$$y_t = Z_t \gamma + \beta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + u_t \quad (1)$$

Bu modelde k frekans sayısını, T örneklem boyutunu, Z_t deterministik terimleri ve β_1 ile β_2 ise Fourier bileşenlerinin katsayılarını temsil etmektedir. Fourier dönüşümü, yapısal kırılmaların nerede ve kaç tane olduğuna dair önsel bilgi gerektirmeksizin, zaman serilerindeki pürüzsüz geçişleri temsil edebilme imkânı sunmaktadır (Bahmani-Oskooee, Chang, & Ranjbar, 2017, s. 298-299).

Farklı k değerleri için bu denklem OLS yöntemiyle tahmin edilmekte ve kalıntı kareler toplamı (SSR) hesaplanmaktadır. SSR değeri en küçük olan frekans değeri k^* olarak belirlenmektedir (Bahmani-Oskooee, Chang, & Ranjbar, 2017, s. 299) Daha sonra elde edilen artık değerler (residuals), kantil düzeyinde regresyon analizine tabi tutulmaktadır. Bu analiz aşağıdaki biçimde ifade edilen regresyon modeliyle gerçekleştirilmektedir:

$$Q_{e_t}(\tau | \xi_{t-1}) = \alpha_0(\tau) + \rho_1(\tau)e_{t-1} + \sum_{k=1}^{k=1} \rho_{1+k}(\tau)\Delta e_{t-k} + \vartheta \quad (2)$$

Bu denklemde $Q_{e_t}(\tau | \xi_{t-1}) e_t$ 'nin τ . koşullu kantilini, $\alpha_0(\tau)$ hata teriminin ilgili kantildeki kesme değerini ve $\rho_1(\tau)$ ise ortalamaya dönüş hızını ifade etmektedir (Bahmani-Oskooee, Chang, & Ranjbar, 2017, s. 299-300). Her bir kantil için elde edilen t istatistiklerinin mutlak değerlerinin supremumu (en küçük üst sınır) alınarak aşağıdaki QKS testi hesaplanmaktadır.

$$QKS = \sup_{\tau_i \in [\lambda, \bar{\lambda}]} |t_n(\tau)| \quad (3)$$

Bu çalışmada, maksimum $|t_n(\tau)|$ istatistikleri seçilerek QKS istatistikleri oluşturulmuştur. Kritik değerlerin belirlenmesinde, Koenker ve Xiao (2004) ile Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) tarafından önerilen yeniden örnekleme prosedürleri uygulanmış ve her bir seriye ait QKS istatistiğinin anlamlılığı

bu bootstrap tabanlı eşik değerlere göre değerlendirilmiştir. Yeniden örnekleme süreci kapsamında 5000 tekrarlı simülasyon gerçekleştirilmiştir.

Bu yaklaşım sayesinde, serilerin sadece ortalama davranışları değil, aynı zamanda farklı kantillerdeki yapısal özellikleri de analiz edilerek durağanlık yapıları hakkında daha ayrıntılı sonuçlara ulaşılabilmektedir. Deterministik bileşendeki doğrusal olmayan yapıların düşük frekanslı Fourier terimleriyle esnek biçimde temsil edilebilmesi ve serilerin dağılımının farklı bölgelerinde birim kök varlığının kantil bazlı olarak test edilebilmesi nedeniyle, bu çalışmada Fourier Kantil Birim Kök Testi tercih edilmiştir.

Ampirik Bulgular

Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) Fourier Kantil Birim Kök Testi sonuçlarına dayalı olarak Borsa İstanbul sektör endekslerinin zayıf formda etkinlik düzeyleri her bir sektör endeks serisi için uygulanmıştır. Bu doğrultuda, her bir seride Fourier frekansı k değeri 0.1 ile 5.0 aralığında test edilmiş ve kalıntı kareler toplamını (SSR) minimize eden k^* optimal değeri olarak belirlenmiştir. Ardından belirlenen k^* değeri ile oluşturulan Fourier bileşenleri yardımıyla serilere ait deterministik yapı tahmin edilmiş ve elde edilen kalıntılar kullanılarak farklı kantil seviyelerinde ($\tau = 0.1, 0.20, 0.30, \dots, 0.90$) kantil regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Her kantil için gerçekleştirilen $t_n(\tau)$ istatistiklerinin mutlak değerlerinin supremumu (en küçük üst sınır) alınarak Fourier QKS testi hesaplanmıştır.

Elde edilen bulgular, endekslerin birim kök içerip içermediğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, serilerin rassal yürüyüş özelliği gösterip göstermediği test edilerek piyasanın zayıf formda etkinlik durumu kantil düzeyli birim kök analiziyle ortaya konmuştur. Test istatistiklerinin anlamlılık düzeyi, Koenker ve Xiao (2004) ile Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) çalışmalarında önerilen yeniden örnekleme prosedürüne dayalı olarak 5000 tekrarlı bootstrap simülasyonlarıyla elde edilen kritik değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Her bir endeks QKS için elde edilen değerleri ve karşılık gelen kritik değerler Tablo 3'de sunulmaktadır.

Tablo 3

Fourier Kantil Birim Kök Testi Sonuçları

Endeksler	Fourier QKS	Kritik Değerler			k^*	F İstatistiği	Karar
		10%	5%	1%			
LNXBANK	2.626	3.107	3.350	3.889	0.1	475.538	Zayıf Formda Etkin
LNXBLSM	4.876***	3.049	3.303	3.909	0.1	2048.563	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNXLKT	2.679	3.070	3.342	3.867	0.1	548.576	Zayıf Formda Etkin
LNXFINK	3.184**	2.866	3.114	3.645	0.1	1650.545	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNKGIDA	2.348	3.073	3.349	3.872	0.1	1379.507	Zayıf Formda Etkin
LNKGMYO	3.225*	3.040	3.326	3.882	0.1	413.148	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNKHOLD	2.580	3.019	3.276	3.792	0.1	1052.737	Zayıf Formda Etkin
LNXLTM	2.302	3.033	3.314	3.910	0.1	477.181	Zayıf Formda Etkin
LNXINSA	2.657	3.157	3.501	4.409	0.1	2065.153	Zayıf Formda Etkin
LNKXAGT	2.305	3.084	3.349	3.915	0.1	888.100	Zayıf Formda Etkin
LNKXMYA	3.075	3.090	3.369	3.914	0.1	2532.818	Zayıf Formda Etkin
LNKXKOBİ	3.082*	2.996	3.298	4.025	0.5	2342.331	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNXLBNK	9.605	9.971	14.034	27.306	0.6	1722.608	Zayıf Formda Etkin
LNXMANA	2.549	3.078	3.381	3.912	0.1	2524.849	Zayıf Formda Etkin
LNXMESY	3.348**	3.015	3.306	3.888	0.1	2191.168	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNXSGR	2.716	2.924	3.192	3.786	0.1	1187.895	Zayıf Formda Etkin

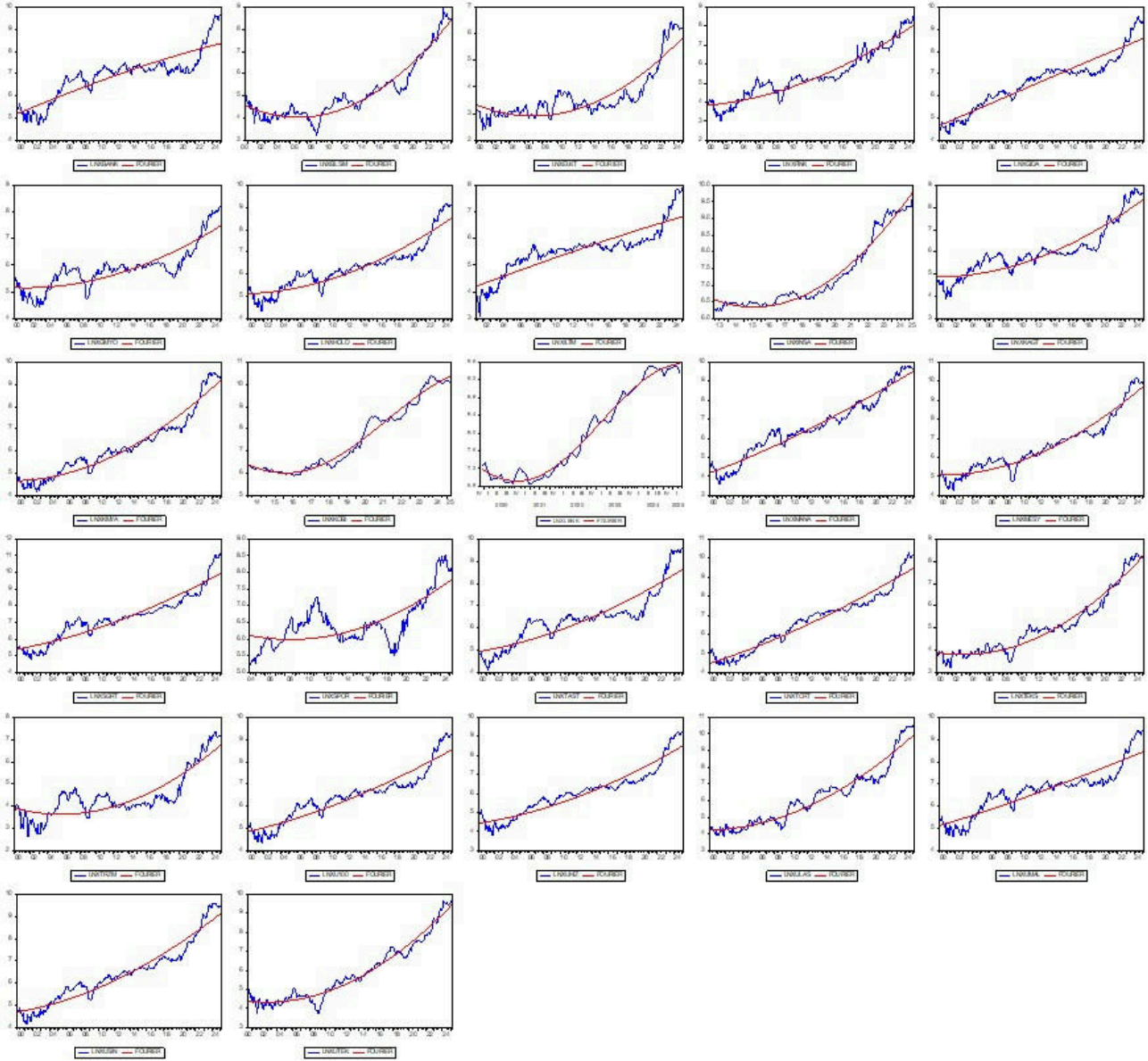
Endeksler	Fourier QKS	Kritik Değerler			h*	F İstatistiği	Karar
		10%	5%	1%			
LNXPOR	2.470	2.925	3.178	3.743	0.1	144.073	Zayıf Formda Etkin
LNXTAST	1.813	3.041	3.281	3.884	0.1	636.387	Zayıf Formda Etkin
LNXTCRT	3.338**	3.061	3.329	3.936	0.1	2677.230	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNXTSEKS	3.152*	3.057	3.322	3.885	0.1	3214.699	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNXTZRM	1.951	2.931	3.202	3.806	0.1	428.091	Zayıf Formda Etkin
LNXTU100	2.277	3.076	3.307	3.874	0.1	1105.752	Zayıf Formda Etkin
LNXTUHZ	2.931	3.052	3.310	3.957	0.1	1359.464	Zayıf Formda Etkin
LNXTULAS	3.765**	3.042	3.334	3.880	0.1	2037.631	Zayıf Formda Etkin Değildir
LNXTUMAL	2.496	3.104	3.359	3.828	0.1	684.280	Zayıf Formda Etkin
LNXTUSIN	2.154	3.075	3.315	3.871	0.1	2140.735	Zayıf Formda Etkin
LNXTUTEK	3.720**	3.081	3.347	3.930	0.1	3891.860	Zayıf Formda Etkin Değildir

Not: k*, optimum frekansı temsil etmektedir. Doğrusal olmayan bileşenin varlığını test etmek için F istatistiği kullanılmıştır. Fourier QKS istatistiklerinin kritik değerlerini, yeniden örnekleme prosedürü ve 5000 tekrar kullanılarak hesaplanmıştır. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tabloda yer alan, frekans parametresinin belirlenmesinde kullanılan F istatistikleri, trigonometrik bileşenlerin modelde yer alması gerektiğini ortaya koymaktadır. Frekans parametresinin belirlenmesinde kullanılan F-istatistikleri, trigonometrik bileşenlerin modelde yer alması gerektiğini ortaya koymaktadır. QKS testi, her endeks serisinin ortalamaya dönme özellikleri hakkında genel bir bakış açısı sağlamaktadır (Kızılkaya, 2021). Buna göre, 27 endeksin yalnızca dokuzunda (LNXBLSM, LNXFINK, LNXTGMYO, LNXTKOBİ, LNXTMESY, LNXTCRT, LNXTSEKS, LNXTULAS ve LNXTUTEK) QKS istatistiği ilgili kritik değerlerin üzerinde gerçekleşmiş ve bu değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu endekslerden bazıları %10 düzeyinde anlamlılık gösterirken, bazıları %5 veya %1 düzeyinde daha güçlü anlamlılık düzeyine ulaşmıştır. Bu durum söz konusu serilerde birim kök hipotezinin reddedilmesine ve ilgili endekslerin durağanlık gösterdiğine işaret etmektedir. Diğer bir ifadeyle, bu serilerde geçmiş fiyat hareketleri gelecek fiyatları belirleyebilmekte ve bu nedenle zayıf formda piyasa etkinliği geçerli değildir. Fama (1970)'in zayıf formda etkinlik tanımına göre, geçmiş fiyat bilgilerine dayanarak gelecekteki fiyatları öngörmek mümkünse, piyasa zayıf formda etkin değildir. Dolayısıyla, bu dokuz endeks (LNXBLSM, LNXFINK, LNXTGMYO, LNXTKOBİ, LNXTMESY, LNXTCRT, LNXTSEKS, LNXTULAS ve LNXTUTEK) için yatırımcıların teknik analiz gibi geçmiş fiyatlara dayalı stratejilerle anormal getiri elde etme ihtimali teorik olarak mevcuttur.

Kalan 18 endeks için ise QKS istatistiği, tüm anlamlılık düzeylerinde (%1, %5 ve %10) ilgili kritik değerinin altında kalmış, dolayısıyla bu serilerde birim kök hipotezi reddedilememiştir. Bu sonuçlar, serilerin rassal yürüyüş süreci izlediğini ve bu bağlamda zayıf formda etkinliğin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu durum, Fama'nın tanımıyla tam uyumlu biçimde zayıf formda piyasa etkinliğinin geçerli olduğunu ve yatırımcıların geçmiş fiyat bilgileriyle sürekli olarak yüksek getiri elde edemeyeceğini ortaya koymaktadır.

Şekil 1'de, her bir endekse ait logaritması alınmış fiyat serileri ile tahmin edilen Fourier bileşenleri birlikte sunulmaktadır.

Şekil 1**Endeks Serileri ve Tahmin Edilen Fourier Serileri**

Fourier Kantil Birim Kök Testi'nin ikinci aşamasında, her seride tahmin edilen kalıntılar kullanılarak kantil düzeyli regresyonlar gerçekleştirilmiş ve bu yolla sabit terim $\alpha_0(\tau)$ ile otoregresif katsayı $\rho_1(\tau)$ tahmin edilmiştir. Tablo 4'te sunulan bu bulgular, kantil düzeyinde serilerin asimetric dinamiklerini anlamak açısından önemlidir.

Kızılkaya (2021), $\alpha_0(\tau)$ sabit teriminin, ilgili kantilde seriye etki eden şokun büyüklüğüyle ilişkili olduğunu ve bu değer pozitif ya da negatif oluşunun ekonomik anlam taşıdığını belirtmektedir. Bu yaklaşım, Tsong ve Lee (2011) tarafından da teorik olarak temellendirilmiş olup, negatif $\alpha_0(\tau)$ katsayıları daraltıcı para politikası ya da ekonomik durgunluktan kaynaklanan negatif şoklara, pozitif $\alpha_0(\tau)$ değerleri ise genişletici politikalar ya da pozitif talep şoklarına verilen tepkiyi göstermektedir.

Bu bağlamda, çalışmada elde edilen $\alpha_0(\tau)$ tahminlerinin bazı sektörlerde alt kantillerde negatif, üst kantillerde ise pozitif ve anlamlı olması, söz konusu endekslerin olumsuz ve olumlu piyasa koşullarına karşı

yönlü ve anlamlı tepkiler verdiğini göstermektedir. Bu da, fiyat serilerinin simetrik olmayan bir yapıya sahip olduğunu ve piyasa tepkilerinin koşullara göre değişebileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4

Tahmin Edilen Sabit Terim $\alpha_0(\tau)$ ve Otoregresif Katsayı $\rho_1(\tau)$ Değerleri

Endeks		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
LNXBANK	$\alpha_0(\tau)$	-0.140***	-0.088***	-0.051***	-0.025**	0.007	0.033***	0.059***	0.089***	0.148***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.010	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.975	1.006	0.984	0.963*	0.948***	0.964**	0.973*	0.966*	0.964*
LNXBLSM	p-değeri	0.190	0.403	0.256	0.054	0.009	0.041	0.063	0.073	0.074
	$\alpha_0(\tau)$	-0.134***	-0.086***	-0.048***	-0.024***	0.003	0.024***	0.038***	0.071***	0.121***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.002	0.320	0.000	0.000	0.000	0.000
LNXELKT	$\rho_1(\tau)$	0.909**	0.924**	0.941*	0.909***	0.901***	0.88***	0.867***	0.847***	0.841***
	p-değeri	0.023	0.027	0.055	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
	$\alpha_0(\tau)$	-0.114***	-0.073***	-0.043***	-0.025***	-0.001	0.02**	0.043***	0.079***	0.130***
LNXELKT	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.006	0.469	0.013	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	1.003	0.959*	0.956*	0.952**	0.955**	0.978	0.975	0.979	0.971
	p-değeri	0.465	0.063	0.053	0.029	0.027	0.167	0.165	0.248	0.243
LNXFINK	$\alpha_0(\tau)$	-0.136***	-0.076***	-0.049***	-0.027***	0.000	0.024***	0.048***	0.089***	0.171***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.001	0.479	0.007	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.878**	0.885***	0.940**	0.960*	0.956*	0.966	0.979	0.991	0.943
LNXGIDA	p-değeri	0.016	0.000	0.016	0.078	0.061	0.135	0.288	0.424	0.187
	$\alpha_0(\tau)$	-0.103***	-0.060***	-0.034***	-0.018**	0.001	0.02***	0.039***	0.067***	0.091***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.010	0.459	0.005	0.000	0.000	0.000
LNXGMYO	$\rho_1(\tau)$	1.016	0.975	0.983	0.982	0.975	0.984	0.953**	0.955**	0.972
	p-değeri	0.316	0.138	0.219	0.203	0.111	0.225	0.020	0.029	0.164
	$\alpha_0(\tau)$	-0.125***	-0.069***	-0.044***	-0.013*	0.004	0.026***	0.051***	0.079***	0.120***
LNXGMYO	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.062	0.297	0.001	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.949*	0.978	0.981	0.980	0.982	0.973*	0.953**	0.959**	0.895***
	p-değeri	0.082	0.217	0.214	0.198	0.198	0.099	0.015	0.041	0.001
LNXHOLD	$\alpha_0(\tau)$	-0.120***	-0.072***	-0.046***	-0.017**	0.005	0.018**	0.045***	0.071***	0.126***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.017	0.236	0.010	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.938**	0.969	0.970	0.976	0.954**	0.950**	0.955**	0.959*	0.903***
LNXHOLD	p-değeri	0.045	0.151	0.120	0.157	0.020	0.016	0.037	0.089	0.006
	$\alpha_0(\tau)$	-0.104***	-0.059***	-0.036***	-0.015**	0.002	0.024***	0.039***	0.074***	0.124***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.040	0.407	0.002	0.000	0.000	0.000
LNXILTM	$\rho_1(\tau)$	0.954*	0.992	0.990	0.988	0.980	0.986	0.978	0.970	0.932**
	p-değeri	0.065	0.372	0.325	0.278	0.160	0.245	0.158	0.149	0.037
	$\alpha_0(\tau)$	-0.097***	-0.060***	-0.038***	-0.025***	-0.007	0.006	0.024***	0.049***	0.102***
LNXINSA	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.001	0.180	0.256	0.007	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.785***	0.815***	0.894*	0.904*	0.891**	0.925	0.840***	0.887*	0.854
	p-değeri	0.006	0.003	0.052	0.059	0.035	0.117	0.009	0.075	0.100
LNXKAGT	$\alpha_0(\tau)$	-0.116***	-0.071***	-0.045***	-0.016**	0.000	0.023***	0.053***	0.076***	0.125***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.037	0.480	0.004	0.000	0.000	0.000

Endeks		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
LNKMYA	$\rho_1(\tau)$	0.975	0.959*	0.949**	0.957**	0.961**	0.973	0.970	0.979	0.952*
	p-değeri	0.259	0.098	0.022	0.027	0.036	0.122	0.120	0.234	0.092
	$\alpha_0(\tau)$	-0.109***	-0.070***	-0.042***	-0.020***	0.003	0.027***	0.044***	0.071***	0.099***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.007	0.358	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.952	0.952*	0.942**	0.961*	0.980	0.973	0.975	0.938***	0.904***
	p-değeri	0.111	0.082	0.029	0.090	0.242	0.171	0.182	0.009	0.002
LNKKOBI	$\alpha_0(\tau)$	-0.107***	-0.068***	-0.051***	-0.030***	-0.009	0.014*	0.034***	0.067***	0.119***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.002	0.168	0.068	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.873**	0.904**	0.872***	0.894**	0.872***	0.887***	0.878***	0.804***	0.775**
LNXLBNK	p-değeri	0.032	0.024	0.002	0.012	0.003	0.007	0.008	0.001	0.010
	$\alpha_0(\tau)$	-0.143***	-0.083***	-0.064***	-0.030*	-0.002	0.033**	0.046***	0.097***	0.125***
	p-değeri	0.000	0.000	0.001	0.070	0.463	0.038	0.006	0.000	0.000
LNKMANA	$\rho_1(\tau)$	0.669	0.257	0.509	0.515	0.151**	0.072**	-0.174***	-0.739***	-0.709***
	p-değeri	0.311	0.103	0.182	0.167	0.037	0.025	0.008	0.000	0.002
	$\alpha_0(\tau)$	-0.134***	-0.082***	-0.049***	-0.022**	0.006	0.033***	0.056***	0.083***	0.130***
LNKXMANA	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.012	0.247	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.919**	0.939**	0.933**	0.947**	0.942**	0.940**	0.954**	0.976	0.952
	p-değeri	0.031	0.039	0.018	0.042	0.026	0.013	0.041	0.227	0.108
LNKXMESY	$\alpha_0(\tau)$	-0.106***	-0.071***	-0.041***	-0.022***	0.006	0.025***	0.049***	0.071***	0.117***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.002	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.929**	0.965	0.974	0.968*	0.955**	0.938***	0.925***	0.929***	0.876***
LNKXSGRT	p-değeri	0.032	0.116	0.169	0.098	0.039	0.007	0.001	0.005	0.001
	$\alpha_0(\tau)$	-0.126***	-0.074***	-0.040***	-0.016***	-0.003	0.010	0.047***	0.087***	0.142***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.008	0.335	0.119	0.000	0.000	0.000
LNKXSPOR	$\rho_1(\tau)$	0.880***	0.940***	0.973*	0.983	0.984	0.985	1.016	0.996	0.985
	p-değeri	0.000	0.009	0.068	0.135	0.169	0.221	0.252	0.450	0.342
	$\alpha_0(\tau)$	-0.145***	-0.079***	-0.041***	-0.018**	0.005	0.033***	0.050***	0.087***	0.143***
LNKXTAST	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.042	0.324	0.005	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.933*	0.936**	0.971*	0.983	0.989	0.988	0.983	0.980	0.981
	p-değeri	0.074	0.013	0.079	0.208	0.315	0.300	0.215	0.223	0.332
LNKXTEKS	$\alpha_0(\tau)$	-0.110***	-0.063***	-0.031***	-0.016**	0.006	0.029***	0.047***	0.067***	0.102***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.046	0.230	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.996	0.991	0.991	0.985	0.979	0.985	0.983	0.975*	0.962**
LNKXTCRT	p-değeri	0.436	0.333	0.309	0.203	0.104	0.172	0.134	0.054	0.042
	$\alpha_0(\tau)$	-0.098***	-0.060	-0.035***	-0.015**	0.006	0.024***	0.040***	0.060***	0.092***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.026	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000
LNKXTEKS	$\rho_1(\tau)$	0.987	0.972	0.994	0.990	0.971	0.977	0.980	0.950**	0.909***
	p-değeri	0.353	0.142	0.413	0.341	0.115	0.165	0.191	0.022	0.003
	$\alpha_0(\tau)$	-0.099***	-0.067***	-0.042***	-0.021***	0.003	0.023***	0.046***	0.072***	0.109***
LNKXTEKS	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.002	0.321	0.001	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.956	0.936**	0.951*	0.939**	0.912***	0.913***	0.933**	0.951*	0.931*
	p-değeri	0.191	0.031	0.057	0.025	0.003	0.004	0.025	0.090	0.068

Endeks		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
LNXTRZM	$\alpha_0(\tau)$	-0.140***	-0.084***	-0.046***	-0.022***	0.003	0.019**	0.051***	0.085***	0.141***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.004	0.369	0.028	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.975	0.963*	0.969*	0.971*	0.973*	0.969*	0.979	0.971	0.967
LNXU100	p-değeri	0.245	0.078	0.063	0.051	0.069	0.069	0.184	0.136	0.186
	$\alpha_0(\tau)$	-0.119***	-0.071***	-0.041***	-0.018**	0.005	0.031***	0.045***	0.074***	0.107***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.022	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000
LNXUHIZ	$\rho_1(\tau)$	0.959*	0.985	1.001	0.972	0.971	0.965*	0.969*	0.953**	0.927***
	p-değeri	0.082	0.288	0.482	0.136	0.103	0.052	0.072	0.020	0.008
	$\alpha_0(\tau)$	-0.098***	-0.059***	-0.031***	-0.015**	0.004	0.027***	0.042***	0.059***	0.096***
LNXULAS	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.033	0.305	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.991	0.982	1.001	0.995	1.000	0.966*	0.950***	0.965**	0.932***
	p-değeri	0.388	0.235	0.488	0.413	0.495	0.050	0.005	0.044	0.009
LNXUMAL	$\alpha_0(\tau)$	-0.139***	-0.084***	-0.048***	-0.022***	0.002	0.034***	0.057***	0.090***	0.148***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.006	0.427	0.000	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	1.038	0.992	0.975	0.956**	0.944**	0.913***	0.904***	0.890***	0.866***
LNXUSIN	p-değeri	0.192	0.403	0.179	0.037	0.010	0.000	0.000	0.000	0.001
	$\alpha_0(\tau)$	-0.136***	-0.079***	-0.048***	-0.022**	0.005	0.028***	0.053***	0.082***	0.125***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.014	0.299	0.001	0.000	0.000	0.000
LNXUTEK	$\rho_1(\tau)$	0.962*	0.983	0.996	0.979	0.963*	0.952**	0.965*	0.964*	0.943**
	p-değeri	0.098	0.239	0.429	0.189	0.050	0.012	0.055	0.064	0.022
	$\alpha_0(\tau)$	-0.098***	-0.063***	-0.038***	-0.017**	0.006	0.024***	0.046***	0.063***	0.089***
LNXUSIN	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.011	0.191	0.001	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.977	0.949**	0.965*	0.963*	0.980	0.979	0.969*	0.972	0.942**
	p-değeri	0.247	0.035	0.081	0.063	0.204	0.186	0.082	0.106	0.027
LNXUTEK	$\alpha_0(\tau)$	-0.124***	-0.090***	-0.044***	-0.014**	-0.003	0.023***	0.047***	0.070***	0.112***
	p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.036	0.352	0.001	0.000	0.000	0.000
	$\rho_1(\tau)$	0.909**	0.924**	0.924**	0.901***	0.908***	0.894***	0.894***	0.855***	0.860***
	p-değeri	0.041	0.049	0.029	0.003	0.003	0.001	0.002	0.000	0.005

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Kızılkaya (2021) ve Tsong ve Lee (2011) tarafından ifade edildiği üzere, $\alpha_0(\tau)$ sabit terimleri seriye gelen şokların büyüklüğü ve yönü hakkında bilgi sunmakta; negatif katsayılar daraltıcı para politikaları ya da ekonomik durgunluk kaynaklı negatif şokları, pozitif katsayılar ise genişletici politikalar veya talep kaynaklı pozitif şokları temsil etmektedir. Bu bağlamda, çalışmada her bir sektör endeksi için tahmin edilen $\alpha_0(\tau)$ değerleri dikkate alınarak, şokların büyüklüğü ve aralığı üç farklı anlamlılık düzeyinde (%1, %5 ve %10) değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, bazı sektörlerde serilerin çok daha geniş bir şok aralığında hareket ettiğini ortaya koymaktadır. Özellikle LNXFINK (0.307), LNXBANK (0.288), LNXSPOR (0.288), LNXULAS (0.287) ve LNXTRZM (0.281) endeksleri, incelenen tüm sektörler arasında en yüksek şok aralığına sahip ilk 5 endekstir. Bu durum, söz konusu sektörlerde piyasa tepkilerinin diğerlerine kıyasla daha küçük ve değişken olduğunu, dolayısıyla yukarı veya aşağı yönlü piyasa koşullarına karşı daha geniş ölçekli fiyat hareketlerinin ortaya çıktığını göstermektedir. Bu sonuç, piyasadaki ilgili sektörlerin risk ve belirsizlik düzeyinin daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer yandan, en dar şok aralıkları LNXUSIN (0.187), LNXCRT (0.190), LNXUHIZ (0.194),

LNKGIDA (0.194) ve LNXINSA (0.199) endeksleri, incelenen tüm sektörler arasında en düşük şok aralığına sahip son 5 endekstir. Sonuçlar, bu endekslerin (LNKUSIN, LNXTCRT, LNXUHIZ, LNKGIDA ve LNXINSA) diğer endekslere göre, fiyat tepkilerinin daha kontrollü ve piyasa davranışlarına görece daha istikrarlı bir yapıda geliştiğini göstermektedir.

Tablo 4 dikkatle incelendiğinde ulaşılan bir diğer bulgu ise, tüm endekslerde $\alpha_0(\tau)$ katsayısının 0.5 kantil düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olmasıdır. Bu bulgu, piyasanın ortalama koşullar altında (medyan düzeyde) dışsal şoklara anlamlı bir tepki vermediğini, bu nedenle fiyatların bu seviyede daha dengeli ve istikrarlı hareket ettiğini göstermektedir. Diğer bir deyişle, piyasa ne çok kötü ne de çok iyi koşullardayken, fiyatlar dışsal faktörlerden etkilenmeden daha stabil ve öngörülebilir biçimde seyretmektedir.

Otoregresif katsayı olan $\rho_1(\tau)$, her bir kantilde serinin durağan olup olmadığını ortaya koymaktadır (Kızılkaya, 2021, s.383). Elde edilen bulgular, pek çok sektör endeksinde durağanlık yapısının homojen olmadığını, piyasa koşullarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. LNXBLSM, LNXKOBI ve LNXUTEK endeksleri için tüm kantillerde (0.1-0.9) istatistiksel olarak anlamlı $\rho_1(\tau)$ katsayıları elde edilmiştir. Bu bulgu, bu endekslerin her piyasa koşullarında geçmiş değerlere duyarlılık gösterdiğini ve ortalamaya dönüş eğiliminin güçlü olduğunu göstermekte; dolayısıyla zayıf formda etkin olmadığına işaret etmektedir. Ayrıca LNXINSA, LNXMANA, LNXMESY ve LNXTEKS endekslerinde de 7 ve üzeri kantilde anlamlılık gözlemlenmiştir. Bu endeksler, piyasa koşullarına geniş bir aralıkta tepki vermekte ve birçok durumda fiyatların ortalamaya dönme eğilimini göstermektedir. Özellikle LNXLBNK endeksinde 0.7-0.9 kantillerinde negatif ve anlamlı $\rho_1(\tau)$ değerleri gözlemlenmiştir. Bu sonuç, aşırı yukarı yönlü şoklara karşı ters tepkiler verildiğini ve fiyatların güçlü bir şekilde ortalamaya döndüğünü göstermektedir. Bu yapı ise piyasa asimetrik tepki mekanizmalarının bulunduğunu düşündürmektedir. LNXU100 endeksi özelinde ise anlamlılık yalnızca, 0.1, 0.6, 0.7, 0.8 ve 0.9 kantillerinde elde edilmiştir. Bu bulgu, endeksin uç piyasa koşullarında geçmiş verilere duyarlılık gösterdiğini, ancak ortalama piyasa davranışlarında daha çok rassallık sergilediğini ortaya koymaktadır. LNXELKT, LNXFINK, LNXSGRT, LNXSPOR ve LNXTRZM endekslerinde ise özellikle alt ve orta kantillerde anlamlılık varken, yüksek kantillerde durağanlık gözlemlenmemiştir. Bu yapı, piyasaların olumsuz şoklara karşı daha duyarlı olduğunu, iyimser piyasa koşullarında ise fiyatların geçmişten bağımsız şekilde hareket ettiğini göstermektedir. LNKGIDA, LNXILTM, LNXTAST ve LNXTCRT endekslerinde ise sınırlı sayıda kantilde anlamlılık tespit edilmiş, bu da piyasa davranışlarının yalnızca belirli koşullarda ortalamaya dönüş eğilimini gösterdiğini ve diğer durumlarda zayıf formda etkinliğe yakın bir yapı taşıdığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, analiz edilen endekslerin büyük bir kısmı kantil düzeyinde heterojen durağanlık yapısı sergilemektedir. Bazı sektörlerde neredeyse tüm piyasa koşullarında geçmiş fiyatlara duyarlılık gözlemlenirken, bazılarında da bu duyarlılık sınırlı kalmakta veya uç koşullara özgü hale gelmektedir. Bu durum, yatırımcıların sektör bazlı değil, aynı zamanda piyasa koşullarına bağlı olarak değişken stratejiler geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye Sermaye Piyasasında işlem gören 27 sektör endeksinde Fourier Kantil Birim Kök Testi uygulanarak, zayıf formda etkin piyasa hipotezinin (EPH) sektörel düzeyde geçerliliği analiz edilmiştir. Bahmani-Oskooee, Chang ve Ranjbar (2017) tarafından geliştirilen bu test, serinin deterministik bileşenini zamanın bilinmeyen fonksiyonu olarak ele alır ve bu bileşeni düşük frekanslı Fourier terimleri (sinüs ve kosinüs) aracılığıyla yaklaşık olarak temsil etmektedir. Bu yaklaşım, yapısal kırılmaların belirli bir form varsayılmaksızın, düzgün (smooth) bir şekilde modele dâhil edilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca yöntem, serilerin durağanlık özelliklerini yalnızca ortalamada değil, dağılımın farklı bölgelerinde kantil bazlı olarak da değerlendirebilme imkânı sunar. Bu bağlamda, elde edilen bulgular piyasadaki durağanlık yapısının hem endeksler arası hem de kantiller arası önemli düzeyde heterojenlik taşıdığını göstermektedir.

QKS test istatistiklerine göre yalnızca dokuz endekste birim kök hipotezi reddedilmiş ve bu endekslerin kantil düzeyinde durağanlık gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuç, Fama'nın (1970) zayıf form etkinlik tanımı çerçevesinde, ilgili serilerde geçmiş fiyat bilgilerine dayanarak gelecekteki fiyatların öngörülebileceğini ve bu bağlamda piyasanın etkin olmadığını göstermektedir. Geriye kalan 18 endekste ise zayıf formda etkinliğin büyük ölçüde geçerli olduğu, fiyatların rassal yürüyüş süreci izlediği tespit edilmiştir. Bu bulgu, klasik etkin piyasa hipotezinin gelişmekte olan bir piyasa olan Borsa İstanbul'un sektörel düzeyde homojen biçimde işlemediğini, bazı sektörlerin bilgi verimliliği açısından daha güçlü yapılar sergilediğini ortaya koymaktadır.

$\alpha_0(\tau)$ sabit terimleri üzerinden yapılan analizler, endekslerin seriye gelen pozitif ya da negatif şoklara verdiği tepkinin büyüklüğünü ve yönünü ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, bazı sektörlerde daha geniş şok aralıklarının mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, LNXFINK, LNXBANK, LNXSPOR ve LNXULAS gibi endekslerde daha yüksek $\alpha_0(\tau)$ değerleri, bu sektörlerin piyasa koşullarına karşı daha duyarlı ve volatil olduğunu; buna karşılık LNXUSIN, LNXTCRT ve LNXUHZ gibi sektörlerde dar şok aralıklarının gözlemlenmesi, fiyat tepkilerinin daha kontrollü ve istikrarlı geliştiğini göstermektedir. Ayrıca, medyan düzeyde (0.5 kantil) $\alpha_0(\tau)$ terimlerinin anlamlı çıkmaması, piyasanın ortalama koşullar altında dışsal şoklara karşı dengeli ve tepki vermeyen bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Otoregresif katsayı $\rho_1(\tau)$ bulguları ise serilerin durağanlık yapısının kantil düzeyinde heterojenlik taşıdığını ortaya koymuştur. Bazı endekslerde (örneğin LNXBLSM, LNXKOBİ, LNXUTEK) tüm kantillerde anlamlı durağanlık tespit edilmiş, bu da piyasa koşullarının her düzeyinde geçmiş fiyat hareketlerinin geleceği öngörmede etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, LNXLBK gibi endekslerde yalnızca yüksek kantillerde (0.7–0.9) anlamlı ve negatif $\rho_1(\tau)$ katsayılarının görülmesi, aşırı yukarı yönlü fiyat hareketlerine karşı güçlü düzeltici tepkilerin söz konusu olduğunu ve bu durumun piyasalarda tersine dönüş mekanizmalarının varlığına işaret ettiğini göstermektedir. Diğer bazı endekslerde (örneğin LNXELKT, LNXFINK, LNXSGRT) alt kantillerde anlamlılık gözlenirken, yüksek kantillerde durağanlık bulunmamıştır. Bu yapı, olumsuz piyasa koşullarında yatırımcıların geçmiş fiyat bilgilerine duyarlı stratejiler geliştirebildiğini, ancak olumlu koşullarda piyasa davranışlarının daha rastlantısal olduğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, Türkiye sermaye piyasasının zayıf formda etkinliğinin sektörel düzeyde farklılık gösterdiğini ve piyasa yapısının dinamik olduğunu ortaya koymaktadır. Analiz edilen endekslerin büyük kısmı belirli kantillerde ortalamaya dönüş eğilimi sergilerken, genel olarak rassal yürüyüş özelliği baskındır. Bu durum, yatırımcıların her koşulda teknik analizle yüksek getiri elde edemeyeceğini, ancak belirli sektörlerde ve belirli piyasa koşullarında öngörülebilir davranış kalıplarından yararlanabileceğini göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, literatürde yer alan çok sayıda ampirik analiz ile önemli ölçüde örtüşmektedir. Örneğin, Zeren, Kara ve Arı (2013), Yücel (2016), Bektur ve Aydın (2019) ile Bal vd. (2021) gibi çalışmalarda Borsa İstanbul genelinde zayıf formda etkinliğin büyük ölçüde geçerli olduğu vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, çalışmadaki çoğu endeksin rassal yürüyüş özelliği sergilediği yönündeki bulgularla paralellik göstermektedir. Öte yandan, Coşkun ve Seven (2016), Akgün ve Şahin (2017) ve Altuntaş vd. (2022) gibi araştırmalarda belirli endekslerde etkinliğin reddedildiği ve durağan yapıların gözlemlendiği belirtilmiş; bu durum, çalışmada özellikle LNXFINK, LNXKOBİ ve LNXUTEK gibi sektörlerde ortaya çıkan güçlü durağanlık bulgularıyla örtüşmektedir.

Sonuç olarak, Fourier Kantil Birim Kök Testi'nin sunduğu esneklik sayesinde, Türkiye sermaye piyasasında sektörel düzeyde piyasa etkinliğine ilişkin kapsamlı ve kantil bazlı değerlendirmeler gerçekleştirilmiş; durağanlık yapısının hem sektörler arası hem de piyasa koşullarına göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, yatırımcılar açısından sektörel çeşitlendirme stratejilerinin yanı sıra, piyasa koşullarını dikkate alan zamanlama ve risk yönetimi politikalarının geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Gelecek

çalışmalarda, kriz dönemlerinin de ele alınarak uygulanması ve sektörel tepkilerin dönemsel farklılıklarının analiz edilmesi, piyasa etkinliği literatürüne daha derinlemesine katkılar sağlayacaktır.



Hakem Değerlendirmesi	Dış bağımsız.
Yazar Katkısı	Çalışma Konsepti/Tasarımı: G.V., B.K.B.; Veri Toplama: G.V., B.K.B.; Veri Analizi /Yorumlama: G.V., B.K.B.; Yazı Taslağı: G.V., B.K.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: G.V., B.K.B.; Son Onay ve Sorumluluk: G.V., B.K.B.
Çıkar Çatışması	Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.
Finansal Destek	Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.
Not	Makalenin değerlendirme, hakem ve karar süreçlerinde Baş Editör Yardımcısı yer almamış, ilgili süreçler Baş Editör ve yazı kurulu üyesi editörler tarafından yürütülmüştür.

Peer Review	Externally peer-reviewed.
Author Contributions	Conception/Design of study: G.V., B.K.B.; Data Acquisition: G.V., B.K.B.; Data Analysis/Interpretation: G.V., B.K.B.; Drafting Manuscript: G.V., B.K.B.; Critical Revision of Manuscript: G.V., B.K.B.; Final Approval and Accountability: G.V., B.K.B.
Conflict of Interest	The authors have no conflict of interest to declare.
Grant Support	The authors declared that this study has received no financial support.
Note	The Co-Editor-in-Chief was not involved in the evaluation, peer-review and decision processes of the article. These processes were carried out by the Editor-in-Chief and the member editors of the editorial management board.

Yazar Bilgileri Author Details

Gizem Varol

¹ İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Doktora Programı, İstanbul, Türkiye

0000-0002-2385-2586 ✉ gizem.varol@ogr.iu.edu.tr

Burcu Kıran Baygın

² İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri, İstanbul Türkiye

0000-0002-4258-0870 ✉ kburcu@istanbul.edu.tr

Kaynakça | References

- Akgün, A., & Şahin, İ. E. (2017). the testing of efficient market hypothesis in Borsa İstanbul. *Letter and Social Science Series*, 2, 35-48.
- Altuntaş, M., Kılıç, E., Pazarıcı, Ş., & Umur, A. (2022). Borsa İstanbul alt endekslerinde etkin piyasa hipotezinin test edilmesi: fourier kırılmalı ve doğrusal olmayan birim kök testlerinden kanıtlar. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 169-185. <https://doi.org/10.30784/epfad.1041187>
- Bahmani-Oskooee, M., Chang, T., & Ranjbar, O. (2017). The fourier quantile unit root test with an application to the PPP hypothesis in the OECD. *Applied Economics Quarterly*, 63(3), 295-317.
- Bal, H., Algan, N., Erdoğan, E., Tekin, İ. (2021). Etkin piyasa hipotezinin zayıf formunun türkiye'de bankacılık sektörü için test edilmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 327-345. <https://doi.org/10.51945/cuiibfd.995297>
- Bektur, Ç., & Aydın, M. (2019). Borsa İstanbul ve alt endekslerinde zayıf formda piyasa etkinliğinin analizi: fourier yaklaşımı. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 14(2), 59-76. <https://doi.org/10.17550/akademikincelemeler.556185>
- Carrion-i Silvestre, J.L., Kim, D. & Perron, P. (2009). GLS-Based Unit Root Tests with Multiple Structural Breaks under both Null and Alternative Hypotheses. *Econometric Theory*, 25 (6), 1754-1792.
- Christopoulos, D. K., & León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton woods real exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076-1093.
- Coşkun, Y., & Seven, U. (2016). Etkin piyasalar hipotezi ve BİST'in zayıf form etkinlik Analizi. *Finansal piyasalar ve kurumlar: Teori ve Türkiye uygulamasına güncel bakış* (ss. 289-319). ISBN 978-975-02-3765-2
- 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(366a), 427-431.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.



- Hepsağ, A., & Yaşar Akçalı, B. (2015). Zayıf formda piyasa etkinliğinin asimetric doğrusal olmayan birim kök testi ile analizi: G-7 ve E-7 ülkeleri örneği. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 9(2), 73-90.
- Ildırar, M., & Dallı, T. (2021). Etkin piyasa hipotezinin türk bankacılık sektörü üzerine uygulaması. *Journal of Economics and Research*, 2(2), 47-66. <https://doi.org/10.53280/jer.940239>
- Karademir, F. & Evci, S. (2020), Borsa İstanbul'da zayıf formda piyasa etkinliğinin test edilmesi: Sektörel çerçevede bir analiz, *BMIJ*, (2020), 8(1): 82-100 <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v7i5.1416>
- Karakaya Tutar, N. & Dalgar, H. (2023). Etkin piyasa hipotezinin incelenmesi: G-20 ülkelerinden kanıtlar, *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 9(62):2542-2551. <http://dx.doi.org/10.29228/JOS>
- Kızılkaya, O. (2021). OECD Ülkelerinde enflasyon oranı durağan mı? fourier kantil birim kök testinden bulgular. *Ekonometride Güncel Yöntemler ve Uygulamalar (Prof. Dr. Ahmet M. Gökçen'e Armağan)* (ss. 371-389). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınevi. <https://doi.org/10.26650/B/SS10.2021.013.21>
- Koenker, R., & Xiao, Z. (2004). Unit Root Quantile Autoregression Inference. *Journal of the American Statistical Association*, 99(467), 775-787.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: how sure are we that economic time series have a unit root. *Journal of econometrics*, 54(1), 159-178.
- Lanne, M., Lütkepohl, H. & Saikkonen, P. (2002). Comparison of unit root tests for time series with level shifts. *Journal of Time Series Analysis*, 23(6), 667- 685.
- Lanne, M., Lütkepohl, H. & Saikkonen, P. (2003). Test Procedures for Unit Roots in Time Series with Level Shifts at Unknown Time. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65(1), 91-115.
- Lee, J., Strazicich, M.C. (2003). Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Lumsdaine, R. L & Papell, D. H. (1997). Multiple Trend Breaks and the Unit Root Hypothesis. *Review of Economics and Statistics*, 79 (2), pp. 212-218.
- Narayan, P. K. ve Popp, S. (2010). A New Unit Root Test with Two Structural Breaks in Level and Slope at Unknown Time. *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425-1438.
- Özmerdivanlı, A. (2024). Hisse senedi ve döviz piyasalarında zayıf formda etkinliğin test edilmesi: Türkiye örneği. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 7(5), 968-976.
- Phillips, P.C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Tuna, G., & Öztürk, M. (2016). Piyasa etkinliğinin yapısal kırılmalı birim kök testleri ile incelenmesi: Türkiye pay senedi piyasası uygulaması. *uluslararası yönetim iktisat ve işletme dergisi*, 12(12), 548-559.
- Turan Kurtaran, A., Kurtaran, A., & Kurtaran Çelik, M. (2018). Zayıf formda piyasa etkinliğinin Türkiye hisse senedi piyasasında test edilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 457-474. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.456639>
- Tsong, C. C., & Lee, C. F. (2011). Asymmetric inflation dynamics: evidence from quantile regression analysis. *Journal of Macroeconomics*, 33(4), 668-680
- Turan Kurtaran, A., Kurtaran, A., & Kurtaran Çelik, M. (2018). Zayıf formda piyasa etkinliğinin türkiye hisse senedi piyasasında test edilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 457-474. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.456639>
- Yücel, Ö. (2016). Finansal piyasa etkinliği: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *International Review of Economics and Management*, 4(3), 107-123. <https://doi.org/10.18825/irem.16916>
- Zeren, F., Kara, H., & Arı, A. (2013). Piyasa etkinliği hipotezi: İmkb için ampirik bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (36)
- Zivot, E., & Andrews, D. W. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root. *Journal Of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270.