



Abant Sosyal Bilimler Dergisi

Journal of Abant Social Sciences

2022, 22(2): 702 – 720, doi: 10.11616/asbi.1097446



Bist Ana Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Etkinliğin Yapısal Kırılmalı Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi

Analysis of Weak-Form Efficiency With Structural Fracture Long Memory Models in Bist Main Sector Indexes

Kemal Eyüboğlu¹ , Sinem Eyüboğlu² 

Geliş Tarihi (Received): 02.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 06.06.2022

Yayın Tarihi (Published): 31.07.2022

Öz: Hisse senetlerinde uzun hafızanın varlığı, piyasanın zayıf formda etkin olmadığını göstermekte ve piyasa katılımcılarını hisse senedi piyasasının hareketlerini tahmin etmeye yöneltmektedir. Bu çalışmada Borsa İstanbul sektör endekslerinin getiri serilerinin varyansında (mali, sınai, hizmet ve teknoloji) uzun hafızanın varlığı 30.07.2000-12.03.2021 dönemi için günlük veriler dikkate alınarak araştırılmıştır. Bu amaçla Borsa İstanbul'un dört endeksine FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH modelleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, ele alınan dört endeksin uzun hafıza özelliği taşıdığını, diğer bir ifade ile endekslerin zayıf formda etkin olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca tüm endekslerde pozitif şokların volatilité üzerinde negatif şoklardan daha güçlü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar mevcut veya potansiyel yatırımcılara, portföy yöneticilerine ve politika yapıcılara borsadaki uzun hafızanın dinamik doğasını anlamada yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Uzun hafıza, Borsa İstanbul, GARCH Modelleri

&

Abstract: The existence of long memory in stocks shows that the market is not efficient in a weak form and leads the market participants to predict the movements of the stock market. In this study, the existence of long memory in the variance of the return series (financial, industrial, service and technology) of the Borsa Istanbul sector indices is investigated by considering daily data for the period 30.07.2000-12.03.2021. For this purpose, FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH and HYGARCH models are applied to four indices of Borsa Istanbul. The results reveal that the four indices have long memory properties, in other words, the indices are not efficient in weak form. In addition, it has been determined that positive shocks have a stronger effect on volatility than negative shocks in all indices. The results will assist current or potential investors, portfolio managers and policy makers in understanding the dynamic nature of long memory in the stock market.

Keywords: Long memory, Borsa Istanbul, GARCH Models

Atıf/Cite as: Eyüboğlu, K., Eyüboğlu, S. (2022). Bist Ana Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Etkinliğin Yapısal Kırılmalı Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 702 - 720. doi: 10.11616/asbi.1097446

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/asbi/policy>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2000 – Bolu

¹ Doç. Dr., Kemal Eyüboğlu, Tarsus Üniversitesi, keyuboglu@msn.com. (Sorumlu yazar).

² Doç. Dr., Sinem Eyüboğlu, Tarsus Üniversitesi, sinemeyuboglu@tarsus.edu.tr.

1. Giriş

Hisse senedi piyasası katılımcıları, kazançlarının şimdiki faydalarından daha çok gelecekteki getirileri ile ilgilenmektedir. Bu durumun ardındaki nedenler arasında gelecekteki beklenmedik olaylar yer almaktadır. Son yıllarda, 2019 koronavirüs pandemisi, finansal krizler vb. gibi birçok beklenen ve beklenmeyen olay hisse senedi getirilerini etkilemiştir.

Gelecekteki beklenmedik durumlarla başa çıkmanın bir yolu, gelecekteki getirileri tahmin etmek için zaman serisi verilerini modellemektir. Hisse senedi piyasaları gelecekteki beklentilere duyarlıdır. Uzun dönemli bağımlılık olarak da adlandırılan uzun hafıza, zaman serisi verilerinin modellenmesi ve analizinde ortaya çıkan bir olgudur (Naik ve Reddy, 2021: 1). Hisse senedi piyasalarında uzun hafızanın varlığı, piyasanın etkin olmadığı fikrini desteklemektedir.

Fama (1965) tarafından önerilen Etkin Piyasa Hipotezi'ne (EPH) göre, menkul kıymet fiyatlarının erişilebilir tüm bilgileri yansıtması durumunda piyasanın etkin olduğu öne sürülmektedir. Etkinlik kavramı; zayıf formda etkinlik, yarı güçlü formda etkinlik ve güçlü formda etkinlik olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Zayıf formda etkin bir piyasada hisse senedi fiyatlarının tüm geçmiş fiyat bilgilerini yansıttığı ifade edilirken, yarı güçlü formda etkin bir piyasada geçmiş bilgileri de kapsayan kamuya açık tüm bilgilerin mevcut hisse senedi fiyatlarına dâhil edildiği vurgulanmaktadır. Güçlü formda piyasada ise tüm bilgilerin fiyatlara yansımış olduğu belirtilmektedir. Diğer bir ifade ile varlık fiyatlarının mevcut tüm bilgileri yansıttığını ve bu nedenle anormal getiri elde etmenin zor olduğunu ifade etmektedir. EPH, fiyatların bağımsız ve tahmin edilemez olduğunu gösteren rassal yürüyüşle ilişkilidir. Fiyatların rassal yürüyüş özelliği göstermesi ise mevcut fiyatların geçmiş dönemlere ait fiyatların etkisinde kalmadığını, diğer bir ifade ile kısa hafıza özelliği gösterdiğini vurgulamaktadır.

Piyasanın etkin olmaması, yeni bilgi akışına piyasanın hemen tepki vermediğini, ancak belirli bir süre içinde kademeli olarak tepki verdiğini ortaya koymaktadır. Varlık fiyatlarında/getirilerinde uzun hafızanın varlığı, bir serideki yüksek korelasyon yapısını ortaya koymakta ve davranışını tahmin etme olasılığını artırmaktadır (Kumar ve Maheswaran, 2013: 9). Diğer bir ifade ile geçmişten gelen hareketler gelecekteki hareketleri tahmin etmeye yardımcı olabilir. Bu nedenle birçok teorik finansal varlık fiyatlandırması martingale veya rastgele yürüyüş tipi davranışının aksine tutarlı spekülasyon getiri olasılığına yol açmaktadır. Böylece optimal portföy kararları yatırım ufkuna duyarlı hale gelebilir (Kılıç, 2004: 915). Varlık getirilerinde uzun hafızanın varlığı, geçmiş getirilere bağlı olarak gelecekteki varlık getirilerinin tahmin edilemez olduğunu belirten zayıf formdaki EPH ile çelişir. Dolayısıyla varlık fiyatlarında uzun hafızanın varlığına dair yapılan bir analiz, yatırımcılar için risk yönetimi, portföy seçimi ve alım-satım stratejileri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir.

Bu çalışmada Borsa İstanbul mali, sınai, hizmet ve teknoloji sektörü endekslerinin zayıf formda etkin olup olmadığı uzun hafıza modelleri ile araştırılacaktır. Literatürde yer alan çalışmaların aksine oynaklıkta uzun hafızanın var olup olmadığı incelenirken çalışmada varyansta gerçekleşen kırılmalar da dikkate alınmıştır. Değişkenlerin varyanslarında kırılmaların olması hatalı sonuçların elde edilmesine imkan verebilecektir (Çevik ve Sezen, 2020: 336). Oynaklık serilerinde uzun hafızanın varlığı durumunda oynaklığın tahmin edilebilir olması özellikle risk yönetimi, portföy çeşitlendirme ve türev ürünlerin fiyatlandırılması gibi konularda yatırımcılara ve portföy yöneticilerine yatırım süreçlerinde yardımcı olacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde hisse senedi piyasalarının etkinliğini araştıran çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve yöntem açıklanmış ardından diğer bölümde analiz bulguları raporlanmıştır. Elde edilen sonuçlar ise son bölümde değerlendirilmiş ve öneriler sunulmuştur.

2. Literatür

Fama (1970) tarafından önerilen etkin piyasa hipotezinin geçerli olup olmadığı literatürde çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Mevcut çalışmalarda hipotezin geçerliliği farklı ülkeler, farklı dönemler ve farklı yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Bu bölümde ulusal ve uluslararası finansal piyasalarda etkin piyasa hipotezini uzun hafıza modelleri kapsamında test eden çalışmalara ilişkin özet bilgiler yer almaktadır.

Greene ve Fielitz (1977) 23.12.1963-29.11.1968 dönemi için New York Borsasında Hurst yöntemini kullanarak, günlük hisse senedi getiri serilerinde uzun hafızayı destekleyen kanıtlar tespit etmişlerdir. Blasco ve Santamaria (1996) 1980-1993 dönemi için İspanya'da hisse senedi endekslerinin uzun hafıza özelliğine sahip olup olmadığını günlük veriler kullanarak analiz etmişlerdir. Yapılan analizler hisse senedi piyasa getirisinin uzun hafıza özelliği göstermediğini ortaya koymuştur. Resende ve Teixeira (2002) Brezilya'da 1986-1999 dönemini dikkate alarak hisse senedi piyasasında uzun hafızanın varlığını ARFIMA modelini kullanarak incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, getiri serisinde uzun hafızanın var olmadığını tespit etmişlerdir. Tolvi (2003) 1987-2001 dönemini ele alarak Finlandiya hisse senedi piyasasında uzun hafızanın var olup olmadığını analiz etmiştir. Parametrik ve yarı parametrik yöntemlerin kullanıldığı çalışma sonucunda, endeks ve hisse senedi getirilerinin bütünleşme derecelerinin parçalı yapıda olduğu vurgulanmıştır.

Tang ve Shieh (2006) S&P 500, Nasdaq ve Dow Jones vadeli endekslerinde getiri serilerinde uzun hafızanın geçerliliğini FIGARCH ve HYGARCH modelleriyle incelemişlerdir. Analizler sonucunda getiri serilerinde oynaklığın uzun hafıza içerdiğini ifade etmişlerdir. Kasman vd. (2009) sekiz Orta ve Doğu Avrupa ülke endeksinde ARFIMA, FIGARCH ve HYGARCH yöntemlerini kullanarak hisse senedi piyasalarında uzun hafızanın geçerli olup olmadığını incelemişlerdir. Sonuçlar, beş ülkede getiri serilerinde uzun hafıza olduğunu göstermiştir. Karanasos ve Kartsaklas (2009) Güney Kore'de 1995-2005 dönemi için hisse senedi piyasasında işlem hacmi ve oynaklıkta uzun hafızanın varlığını FIGARCH modeliyle incelemişlerdir. Elde edilen bulgular oynaklıkta uzun hafızanın var olduğunu ortaya koymuştur.

Baillie ve Morana (2009) ABD'de S&P endeksi getiri serisinin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını A-FIGARCH modeli ile araştırmışlardır. Model sonuçları oynaklık serisinin uzun hafıza özelliğinde olduğunu göstermiştir. Kang vd. (2010) Çin endeks getiri serisinde uzun hafızanın varlığını yarı parametrik yöntemler ile araştırmış ve oynaklık serisinde uzun hafızanın varlığına dair bulgulara ulaşmışlardır. Manap ve Kassim (2011) 15 Nisan 2004 - 30 Nisan 2007 dönemi için FIGARCH ve FIAPARCH modellerini kullanarak Malezya'da hisse senedi getirilerinin uzun hafıza özelliğinin olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmada KLSE'nin oynaklığında uzun hafıza özelliğinin yanı sıra asimetric etkilerin varlığına dair bulgulara ulaşılmıştır.

Maheshchandra (2012) ARFIMA-FIGARCH modellerini kullanarak Hindistan hisse senedi piyasa endekslerinden BSE ve NSE'de uzun hafızanın varlığını analiz etmiştir. Yapılan analizler oynaklık serisinin uzun hafıza özelliği taşıdığını göstermiştir. Odonkor vd. (2019) Gana'da hisse senedi getirilerinin uzun hafıza davranışını incelemişlerdir. ARFIMA-FIGARCH modelinin sonuçları, hisse senedi getirilerinin tahmin edilebilir olduğunu, diğer bir ifade ile getirilerin uzun hafıza özelliğine sahip olduğunu göstermiştir.

Caporale vd. (2020) DAX30 (Almanya), FTSE 100 (İngiltere), CAC40 (Fransa), FTSE MIB 40 (İtalya) ve IBEX 35 (İspanya) endeksleri için kırılmalı bütünleşme tekniklerini kullanarak yapmış oldukları çalışmaları sonucunda uzun hafızanın varlığına dair sonuçlara ulaşmışlardır. Mishra ve Mishra (2020) 2000-2018 dönemi için gelişmiş, yükselen ve gelişmekte olan ekonomileri dikkate alarak 33 ülkede uzun hafızanın varlığını Geweke Porter-Hudak (1983) tarafından önerilen iki yarı parametrik test ve Robinson (1995) tarafından önerilen frekans alanı testi ile analiz etmişlerdir. Yazarlar, gelişmiş ülkelerde uzun

hafızanın var olmadığını, diğer ülke gruplarında ise getiri serilerinin uzun hafıza özelliği gösterdiğini vurgulamışlardır.

Türkiye hisse senedi piyasası için yapılan çalışmalarda ise, Kılıç (2004) 4 Ocak 1988 - 23 Ekim 2003 dönemi için FIGARCH modelini dikkate alarak BİST-100 endeksi getirisinde uzun hafızanın varlığını incelemiş ve uzun hafıza özelliğinin var olduğunu tespit etmiştir. Çevik ve Erdoğan (2009) Türkiye’de bankacılık sektörünün zayıf formda etkinliğini yapısal kırılma testleri ve güçlü hafıza modelleri ile 2003-2007 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar fiyat serilerinin güçlü hafıza özelliği gösterdiğini ve uzun dönemde ortalamasına geri döndüğünü ortaya koymuştur. Korkmaz vd. (2009) 01.11.2005-31.12.2007 dönemi için parametrik yöntemleri kullanarak BİST-100 getiri ve oynaklığında uzun hafızanın varlığını ele almışlardır. Yapılan analizler sonucunda, BİST-100 endeksi getirisinde uzun hafızanın var olmadığını ancak getiri serisinin volatilitesinde uzun hafızanın var olduğunu ifade etmişlerdir.

Çevik (2012) Borsa İstanbul’da on sektör endeksini dikkate alarak piyasaların etkinliğini parametrik ve yarı parametrik yöntemleri dikkate alarak incelemiş ve sektörlerle ait oynaklık serilerinin uzun hafıza özelliği gösterdiğini tespit etmiştir. Türkyılmaz ve Balıbey (2014) BIST-100 getiri serisindeki oynaklığın uzun hafıza davranışı gösterip göstermediğini FIGARCH modelini ele alarak 2010-2013 dönemi için analiz etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda uzun hafıza varlığına dair bulgulara ulaşılmıştır. Günay (2014) 1990-2013 dönemi için BIST-100’ün oynaklığında uzun hafızanın var olup olmadığını FIGARCH ile incelemiş ve oynaklık serisinde uzun hafızanın var olduğunu ifade etmiştir.

Çevik ve Sezen (2020) 1997-2018 dönemini dikkate alarak BIST bankacılık endeksinin etkinliğini uzun hafıza modellerini kullanarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, banka endeksinin volatilitesinde uzun hafızanın var olduğu tespit edilmiştir. Özdemir vd. (2021) BİST’te yer alan Katılım-30, Katılım-50 endeksleri için getiri ve volatilitelerinin uzun hafıza özelliğini ARFIMA-FIGARCH modelini kullanarak analiz etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, getiri serilerinde kısa hafızanın, volatilitelerinde ise uzun hafızanın varlığına dair bulgulara ulaşılmıştır.

3. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada ana sektör endeks (mali, sınai, hizmet ve teknoloji) getirilerinin volatilitesinde uzun hafızanın varlığını incelemek için günlük veriler kullanılmıştır. Analiz 30.07.2000-12.03.2021 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada yer alan endekslere ilişkin veriler TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sisteminden elde edilmiştir. Her bir endeks için getiri serisi

$$r_t = 100 * \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

formülüyle hesaplanmıştır. Formülde r_t ; t zamanındaki endeksin getirisini, p_t ; t zamanındaki endeksin kapanış fiyatını ve p_{t-1} ise t-1 zamanındaki endeksin kapanış fiyatını ifade etmektedir.

Geleneksel ekonometrik modellerde hata teriminin varyansının sabit olduğu varsayılmaktadır. Örneğin hisse senedi getirisi gibi zaman serilerinde sabit varyans varsayımı geçerliliğini yitirmektedir. Bu nedenle söz konusu seriler GARCH tipi modeller ile tahmin edilmektedir.

GARCH Model

Geleneksel ekonometrik modellerde, hata teriminin varyansının sabit olduğu varsayılır. Bununla birlikte birçok finansal zaman serisi yüksek volatiliteler dönemleri ve ardından görece düşük volatiliteler dönemleri sergiler. Bu durum volatiliteler kümelenmesi olarak adlandırılmaktadır. Serilerde volatiliteler kümelenmesinin bulunması sabit varyans varsayımının ihlali nedeniyle olmaktadır (Enders, 2011: 125). Bu nedenle koşullu

varyansın modellenmesinde volatilitate kümelenmesini dikkate alan Engle (1982) Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli ile finansal ekonometri literatürüne önemli katkılar sağlamıştır. Engle'nin ardından ARCH modeller farklı şekillerde ele alınmış ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli finansal ekonometrik çalışmalarda sıklıkla kullanılmıştır. GARCH modeli şu şekilde ifade edilebilir:

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t(\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) \sim GED(0, h_t^2)$$

$$h_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}^2 \quad (1)$$

Denklem (1)'de r_t ; getiri serisini, μ_t ; getiri serisinin koşullu ortalamasını, h_t ; koşullu varyansı ifade etmektedir. Bollerslev (1986) koşullu varyans modelinde tahmin edilen parametrelerin negatif olmaması gerektiğini belirtmiştir. Buna göre $\omega > 0$ ve $\alpha, \beta \geq 0$ negatif olmama koşulunu gösterirken, ilaveten $\alpha + \beta < 1$ durağanlık koşulunu gösterir.

EGARCH Model

Hisse senedi fiyatlarının önemli bir özelliği piyasada kötü haber beklentisinin iyi haber beklentisine göre volatilitiyi daha fazla arttırmasıdır. Bu durum finansal piyasalara yansıyan haberlerin volatilitate üzerinde asimetric etkiye sahip olduğu anlamına gelir. Hisse senedi getirisinde artış olduğunda volatilitenin azalması ve getiri düştüğünde volatilitenin artması kaldıraç etkisi olarak adlandırılmaktadır. Nelson (1991) hisse senedi getirilerinde kaldıraç etkisini modellemek için Üssel GARCH (EGARCH) modelini geliştirilmiştir. EGARCH modelinin matematiksel ifadesi şu şekildedir:

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t(\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) \sim GED(0, h_t^2)$$

$$\log(h_t^2) = \omega + \beta \log(h_{t-1}^2) + \alpha \left(\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \right| - E \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \right| \right) + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}^2}} \quad (2)$$

Denklem (2) de yer alan γ kaldıraç parametresidir. Ayrıca koşullu varyansın logaritması EGARCH modelinde modellendiğinden, koşullu varyans modelinin parametreleri için negatif olmama koşulu yoktur.

IGARCH Modeli

GARCH model volatilitede kısa hafıza olduğunu öne sürerken, Bütünleşik GARCH (IGARCH) model şokların volatilitate üzerindeki etkisinin kalıcı olduğunu varsaymaktadır. IGARCH model aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$h_t^2 = \omega + \beta h_{t-1}^2 + (1 - \beta) \varepsilon_{t-1}^2 \quad (3)$$

GARCH modelde $\alpha + \beta > 1$ olması koşullu volatilitenin durağan olmadığı anlamına gelecektir. Söz konusu durumlarda IGARCH model kullanılmaktadır.

APARCH Model

GARCH modelde koşullu varyans ile kareli getirilerin gecikmeleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılmaktadır. Ding vd. (1993) bu varsayımı yumuşatarak daha esnek bir model olan Asimetrik Güç ARCH (APARCH) modeli önermiştir.

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t(\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) \sim GED(0, h_t)$$

$$h_t^\delta = \omega + \alpha(|\varepsilon_{t-1}| - \gamma\varepsilon_{t-1})^\delta + \beta h_{t-1}^\delta \quad (4)$$

Denklem (4)'te $\delta > 0$ ve $-1 < \gamma < 1$ olmalıdır. γ kaldıraç parametresi ve δ güç parametresidir. APARCH model GARCH modelin bir uzantısıdır.

FIGARCH Modeli

Son yıllardaki araştırmalar volatilité üzerindeki şokların kalıcı etkisi olduğunu göstermiş ve bu durum uzun hafıza olarak ifade edilmiştir. Kesirli Bütünleşik GARCH (FIGARCH) model Baillie vd. (1996) tarafından koşullu volatilitédeki uzun hafızanın varlığını belirlemek için geliştirilmiştir. FIGARCH model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t(\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots) \sim GED(0, h_t)(1-\beta)$$

$$h_t = \omega + \beta(L)h_t + [1 - \beta(L) - (1 - \alpha(L))](1 - L)^d \varepsilon_{t-1}^2 \quad (5)$$

Denklem (5)'de L , gecikme operatörünü; d uzun hafıza parametresini temsil etmektedir. FIGARCH modeli $d=0$ olduğunda GARCH modeline, $d=1$ olduğunda IGARCH modeline indirgenmektedir. FIGARCH modelde tahmin edilecek parametrelerin tamamının pozitif olma koşulu vardır ve tahmin edilen modellerin $0 \leq d \leq 1$ koşulunu sağlaması gerekmektedir. Ayrıca $0 < d < 0.5$ olması durumunda da süreç uzun hafıza özelliği taşımaktadır.

HYGARCH Model

Koşullu varyansta uzun hafızayı tespit edebilen bir diğer popüler model, Hiperbolik GARCH modelidir (HYGARCH). Davidson (2004) tarafından tasarlanan HYGARCH modeli, FIGARCH modelinin durağan olup olmadığını test etmek için oluşturulmuştur. HYGARCH modeli, fark operatöründeki ağırlıkları tanıtarak FIGARCH modelinin koşullu varyansını genişletir. Davidson (2004) Hiperbolik GARCH model formunu aşağıdaki gibi önermiştir:

$$h_t^2 = \omega[1 - \beta(L)]^{-1} + [1 - (1 - \beta(L))^{-1}\rho(L)\{1 + \alpha(1 - L)^d\}]\varepsilon_t^2 \quad (6)$$

(6) numaralı denklemden yola çıkarak elde edilen model sonuçlarında α yerine $\log(\alpha)$ rapor edilmektedir ve $\alpha = 1$ (ya da $\log(\alpha) = 0$) olduğunda HYGARCH model FIGARCH modele dönüşür. FIGARCH ve HYGARCH modelleri finansal zaman serilerinde oynaklık kümelenmesi ve uzun hafızayı ile dikkate alınırken, getiri oynaklığındaki asimetriyi tespit edememektedir.

FIEGARCH Model

Bollerslev ve Mikkelsen (1996) volatilitéde uzun hafıza ile birlikte kaldıraç etkisinin varlığını da araştırmaya imkân sağlayan FIEGARCH modelini geliştirilmiştir.

$$\beta(L)(1 - L)^d \ln(h)_t = \omega + \sum_{j=1}^q [\gamma_j z_{t-j} + \lambda_j (|z_{t-1}| - E|z_{t-1}|)] \quad (7)$$

(7) numaralı denklemde $z_t = \varepsilon_t / \sqrt{h_t}$ şeklindedir ve beyaz gürültülü standardize hataları göstermektedir. γ parametresi haberlerin volatilité üzerindeki asimetric etkisini ifade etmektedir ve eğer $\gamma < 0$ olarak elde edilirse kötü haberlerin volatilitéyi iyi haberlere oranla daha fazla arttırdığı söylenebilir. FIEGARCH modelde $d = 0$ iken süreç EGARCH modele dönüşür, $d = 1$ iken ise süreç bütünleşik EGARCH olarak adlandırılır. FIEGARCH modelde volatilitenin doğal logaritması ele alındığından pozitif olma koşulu bulunmamaktadır.

FIAPARCH Model

Tse (1998) volatilitede uzun hafıza ve kaldıraç etkisinin varlığını birlikte modelleyebilecek FIAPARCH modelini geliştirmiştir.

$$h_t^\delta = \omega[1 - \beta(L)]^{-1} + \left[1 - (1 - \beta(L))^{-1}\phi(L)(1 - L)^d\right] (|\varepsilon_t| - \gamma\varepsilon_t)^\delta \quad (8)$$

Denklem (8)'de $-1 < \gamma < 1$ ve $\delta > 0$ 'dır. $\gamma > 0$ olduğunda negatif şoklar, pozitif şoklardan daha fazla oynaklık üzerinde etki yapmaktadır ve bunun tersi de geçerlidir. $0 < d < 1$ ise seri uzun hafıza özelliği sergilemektedir.

ICSS-GARCH Model

Değişkenlerin varyansında kırılma olması halinde genişletilmiş GARCH (ICSS-GARCH) aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$h_t^2 = \omega_t + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}^2 \quad (9)$$

$$\omega_t = \omega_0 + \sum_{i=1}^k \omega_i D_i$$

Denklem (9)'da yer alan D_i ani değişim kukla değişkenlerdir ve bu değişkenler, ICSS metodolojisi spot veya vadeli fiyatlardaki temel oynaklıkta bir kırılma tespit ederse 1 değerini alır ve aksi takdirde 0 değerini alır. k , ICSS prosedüründe tanımlanan kırılma noktalarının sayısıdır.

Adaptif FIGARCH Model (A-FIGARCH)

Baillie ve Morana (2009) değişkenlerin koşulsuz varyansında yapısal kırılmaların olması durumunda etkili tahminler veren bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde varyans denkleminde Fourier serileri ilave edilerek elde edilen model aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir:

$$(1 - \beta)h_t = \omega_t + [1 - \beta L - \alpha L(1 - L)^d]\varepsilon_{t-1}^2$$

$$\omega_t = \exp\left(\omega_0 + \sum_{j=1}^k [\gamma_j \sin(2\pi jt/T) + \delta_j \cos(2\pi jt/T)]\right) \quad (10)$$

Bu modelde k 'nın alacağı değer tespit edilirken farklı değerler ele alınmakta ve model seçim kriterleri dikkate alınarak optimal k değeri saptanmaktadır (Çevik ve Sezen, 2020: 342).

Finansal zaman serileri çoğu zaman aşırı basıklık, volatilité kümelenmesi ve kaldıraç etkisi özellikleri göstermektedir. Dolayısıyla simetrik koşullu değişen varyans modelleri tahminleme açısından yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle negatif ve pozitif şokların etkisini dikkate alan asimetrik koşullu değişen varyans modellerine ihtiyaç duyulmaktadır (Çağlayan ve Dayıoğlu, 2009: 3-4). GARCH modelden elde edilen standardize hataların dağılımı aşırı basık olabilmektedir. Bu durumun sebebi ise serilerde var olan aşırı gözlemlerdir. Literatürde yer alan çalışmalar sapan gözlemlerin olması durumunda GARCH model parametrelerinin ve volatilité tahmininin bundan olumsuz yönde etkilenebileceğini vurgulamaktadır. Hangi modelin daha iyi bir uyum sağladığını belirlemek için tüm getiri serileri için farklı GARCH modeli spesifikasyonları tahmin edilmiş ve model kısıtlarını sağlamayan modeller göz ardı edilmiştir. FIGARCH ve HYGARCH modelleri finansal zaman serilerinde oynaklık, kümeleme ve uzun hafızayı dikkate almakta ancak getiri oynaklığındaki asimetriyi hesaba katmamaktadır (Baillie vd., 1996; Bollerslev ve Jubinski, 1999). Asimetrik etkiyi tespit edebilmek için, FIAPARCH ve FIEPARARCH modelleri kullanarak getiri serileri tahmin edilmiştir.

Böylece FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH modeli olmak üzere dört farklı GARCH modeli spesifikasyonu dikkate alınmıştır. Ortalama denklemdeki AR ve MA spesifikasyonunu ve varyans denklemindeki ARCH ve GARCH sırasını belirlemek için optimal AR ve MA değerleri Schwarz bilgi kriteri (SIC) ve hata terimleri ile ilgili varsayımsal testlere göre belirlenmiştir. Ayrıca GARCH (1,1) getiri serisinin oynaklığının modellenmesinde yeterli bulunmuştur.

Verardi ve Vermandele (2018) dağılımı çarpık ve aşırı basık olan seriler için bir sapan gözlem testi önermişlerdir. Test yöntemi boxplot grafiği hesaplanmasına dayanmaktadır. Analizler öncesinde sapan değerler olduğu belirlenen seriler Bodart ve Candelon (2009) yöntemi ile düzeltilmiştir.

Finansal zaman serilerinde yapısal kırılmaların varlığı GARCH parametrelerinin gerçek değerinden daha yüksek tahmin edilmesine yol açmaktadır (Lamoreaux ve Lastrapes 1990; Hilleberand, 2005). Dolayısıyla GARCH modellerini tahmin etmeden önce sapan gözlemlerin varlığı ve ayrıca varyansta yapısal kırılma olup olmadığı belirlenmelidir. Ayrıca değişkenlerin varyansında yapısal kırılmaların varlığının, oynaklık üzerinde sahte uzun hafızanın oluşmasına neden olduğuna dair çalışmalar da söz konusudur. Örneğin, Lobato ve Savin (1998) yapısal kırılmaların getiri serilerinin oynaklığında sahte uzun hafızaya neden olabileceğini belirtmiştir (Cevik ve Gültekin, 2014: 2).

Serilerin varyansında yapısal kırılmanın var olup olmadığı ilk olarak Inclan ve Tiao (1994) tarafından geliştirilen İterasyonlu Kümülatif Kareler Toplamı (ICSS-Iterated Cumulative Sums of Squares) yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu testin kullanımı için seri normal dağılımalı ve ARCH etkisi göstermelidir. Bununla birlikte, Sanso vd. (2004) serinin koşullu değişen varyans özelliği göstermesi durumunda Inclan ve Tiao (1994) tarafından önerilen test yönteminin olması gerekenden daha fazla kırılma tespit ettiklerini belirlemiş ve bu testi serilerin normal dağılmaması ve ARCH etkisi gösterip göstermemesine göre modifiye etmişlerdir (Çevik ve Topaloğlu, 2014: 44).

4. Bulgular

Tablo 1'de çalışmada yer alan endekslerin getiri serileri için tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Buna göre örneklem dönemi için tüm sektör endeks getirilerinin günlük ortalamasının pozitif olduğu belirlenmiştir. Sınai (XUSIN) endeksi ilgili dönem boyunca yatırımcılara en yüksek ortalama getiriyi sağlayan endeks olarak bulunmuştur. İlgili dönem itibarıyla en oynak endeksin teknoloji (XUTEK) olduğu tespit edilmiştir. İlave olarak getiri serilerine ilişkin basıklık değerlerinin üçten büyük olması, serilerin aşırı basık olduğu ve serilerinin dağılımının kalın kuyruk özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Jarque-Bera testi sonuçları tüm serilerin normal dağılmadığını göstermektedir. Box-Pierce Q istatistikleri ise getiri ve getiri serilerinin karelerinde otokorelasyonun varlığını ortaya koymaktadır. Son olarak, Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testlerini kullanarak serilerin durağan oldukları seviyeler analiz edilmiş ve çalışmada yer alan tüm serilerin seviyesinde durağan oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 1: Serilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	XUMAL	XUSIN	XUHIZ	XUTEK
Gözlem Sayısı	5052	5052	5052	5052
Ortalama	0.034	0.058	0.046	0.048
Medyan	0.06	0.14	0.000	0.10
Maksimum	17.46	18.04	17.33	18.64
Minimum	-20.84	-18.01	-19.25	-19.75
Standart Sapma	2.26	1.73	1.807	2.27
Çarpıklık	-0.06	-0.35	-0.184	-0.26
Basıklık	9.59	15.72	17.263	12.72
Jargue-Bera	662.11***	1573.9***	45719***	1636.5***
Q(50)	100.16***	83.58***	102.73***	68.67**
Q ² (50)	2333.98***	3425.98***	2926.81***	2203.83**
LM(5)	80.65***	101.98***	258.78***	88.32**
ADF	-71.135***	-70.410***	-74.557***	-69.967***
PP	-71.127***	-70.417***	-74.105***	-70.026***

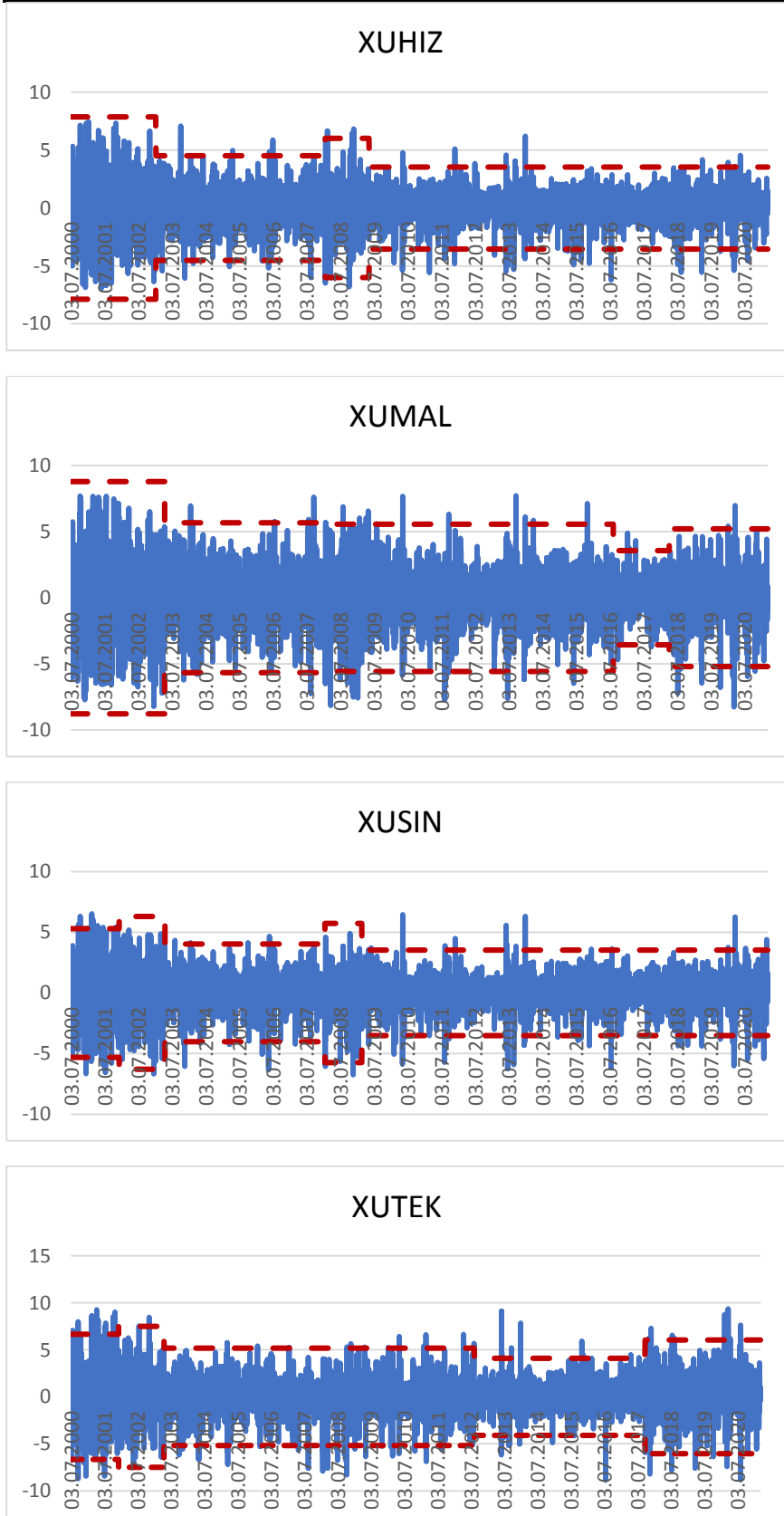
Not: *, ** ve *** 0.01, 0.05 ve 0.10 seviyelerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Ayrıca, çalışmada yer alan örneklem dönemi oldukça uzun olduğundan bu zaman aralığında önemli olaylar gerçekleşmiş olabilir. Bu nedenle serilerin varyansında yapısal kırılmalar olup olmadığını incelemek için Sanso vd. (2004) tarafından geliştirilmiş modifiye edilmiş IT istatistiği kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 2 ve Şekil 1’de gösterilmiştir. Buna göre XUMAL, XUSIN, XUHIZ ve XUTEK için sırasıyla koşulsuz varyanslarında beş, dört, üç ve dört rejim değişikliği noktasının varlığı tespit edilmiştir.

Tablo 2: Varyansta Kırılma Testi Sonuçları

Endeks	Kırılma Sayısı	Kırılma Tarihleri				
XUMAL	5	14.04.2003	18.01.2008	12.05.2009	8.08.2016	9.04.2018
XUSIN	4	6.12.2001	16.04.2003	15.01.2008	20.02.2009	
XUHIZ	3	8.01.2003	18.01.2008	8.05.2009		
XUTEK	4	6.12.2001	16.04.2003	8.08.2012	22.09.2017	

Literatürde yer alan bazı çalışmalar, varyanstaki yapısal kırılmaların varlığının GARCH parametrelerinin olması gerekenden yüksek tahmin edilmesine yol açtığını göstermektedir (Galeano ve Tsay, 2010). Örneğin, Monte Carlo simülasyonlarını kullanan Hillebrand (2005), serilerin varyansındaki yapısal kırılmaların varlığının sahte entegre GARCH süreçlerine neden olduğunu tespit etmiştir. Bu nedenle, Sanso vd. (2004) testini dikkate alarak hisse senedi getirileri koşulsuz varyansındaki yapısal kırılmaların varlığı da çalışmada incelenmiştir.



Şekil 1: Getiri ve Varyansta Kırımlar

Çalışmada hangi modelin daha iyi bir uyum sağladığını belirlemek için tüm getiri serileri için kısıt koşullarını sağlayan FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH modelleri olmak üzere dört

farklı model spesifikasyonu tahmin edilmiştir. Ortalama denklemde AR ve MA parametreleri ve varyans denkleminde ARCH ve GARCH değerlerini belirlemek için Schwarz bilgi kriteri (SIC) kullanılmıştır. SIC, tüm endeksler için AR:0 ve MA:0 model spesifikasyonunu önermiştir³. Ayrıca GARCH (1,1), getiri serilerinin oynaklığını modellemede yeterli bulunmuştur.

Getiri serisinin varyansında yapısal kırılmalar tespit edilmiş ve oynaklıkta uzun hafızanın varlığı incelenirken kırılmaların etkisini ele alabilmek için ICSS-FIAPARCH ve A-FIAPARCH modelleri kullanılmıştır. Dolayısıyla hangi modelin veriyi daha iyi temsil ettiğini görmek için her bir modele ait model bilgi kriterleri ve log olabilirlik (lnL) değerleri dikkate alınmıştır. Loglikelihood değerleri ve model seçim kriterleri her bir endekse ilişkin model sonuç tablolarında gösterilmiştir.

Sonuçlar, yapısal kırılmaları dikkate alan ICSS-FIAPARCH uzun hafıza modelinin XUMAL ve XUHIZ; A-FIAPARCH uzun hafıza modelinin ise XUSIN ve XUTEK endeks getiri serilerini modellemede daha üstün sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla XUHIZ ve XUMAL için yorumlamalar yapılırken ICSS-FIAPARCH; XUSIN ve XUTEK için A-FIAPARCH modelleri dikkate alınmıştır. Tablo 3 ve Tablo 4'te XUHIZ ve XUMAL getiri serilerinin ortalaması ile varyansı için elde edilen tahmin sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 3: XUHIZ için Model Sonuçları

	FIGARCH	FIGARCH	FIAPARCH	HYGARCH	ICSS-FIAPARCH	A-FIAPARCH
Ortalama						
μ	0.100***	0.070***	0.077***	0.100***	0.081***	0.068***
Varyans						
ω	0.132*	0.963***	6.430***	0.021	5.538***	3.417***
α	0.217	0.094	0.303***	-0.049	0.074***	0.029
β	0.41*	0.193	0.533***	0.055	0.134***	0.098
γ_1		-0.116***	0.453***		0.537***	0.487***
γ_2		0.246***				
d	0.334***	0.374***	0.372***	0.179***	0.157***	0.187***
δ			1.264***		1.762***	1.650***
v	5.674***	5.427***	5.484***	5.386***	5.863***	5.920***
Log alfa				0.325**		
k1						
k2					-3.485**	
k3					-3.113**	
k4					-4.714***	

³ Sonuçlar ekler kısmında yer almaktadır.

Bist Ana Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Etkinliğin Yapısal Kırımlı Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi
Analysis of Weak-Form Efficiency With Structural Fracture Long Memory Models in Bist Main Sector Indexes

sin1						
cos1						2.583***
sin2						-0.758***
cos2						0.864**
sin3						
cos3						
sin4						
cos4						-0.358**
Q (50)	43.574 [0.721]	40.623 [0.825]	43.084 [0.744]	42.938 [0.750]	41.421 [0.800]	43.833 [0.717]
Q ² (50)	57.794 [0.157]	53.001 [0.287]	55.954 [0.200]	55.460 [0.214]	56.355 [0.190]	60.324 [0.109]
Ln(L)	-9319.8842	-9294.3477	-9286.3015	-9314.6534	-9271.1575	-9281.0069
AIC	3.4540	3.4453	3.4423	3.4525	3.4378	3.5789
SC	3.4614	3.4551	3.4521	3.4610	3.4513	3.5976
HQ	3.4566	3.4487	3.4457	3.4554	3.4425	3.5856

Not: d volatilitede uzun hafızayı, v ise student t parametresini sembolize etmektedir. Hata terimleri ve hata terimlerinin karesi için Box-Pierce Q istatistikleri ise Q ve Q² ile gösterilmiştir. k_i kukla değişkenlerin katsayılarını, cos_i ve sin_i Fourier serileri için sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının katsayını ifade etmektedir. Ln(L) log-olabilirlik değerini, AIC, SBC ve H-Q ise sırasıyla Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn model seçim kriterlerini sembolize etmektedir. Olasılık değeri köşeli parantez içinde gösterilmiştir. ***, ** ve * 0.01, 0.05 ve 0.10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

XUHIZ'e ve XUMAL'a ilişkin varyans denkleminde uzun hafıza ölçüsünü gösteren d katsayıları sırasıyla 0.157 ve 0.283 olarak elde edilmiştir. d parametrelerinin 0<d<0.5 arasında olması nedeniyle, XUHIZ ve XUMAL getiri serilerinin varyansının uzun hafızaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla XUHIZ ve XUMAL endekslerinde volatilitede geçmiş dönemdeki değerlerden etkilenmekte ve tahmin edilebilir özelliktedir.

Tablo 4: XUMAL için Model Sonuçları

	FIGARCH	FIEGARCH	FIAPARCH	HYGARCH	ICSS- FIAPARCH	A- FIAPARCH
Ortalama						
μ	0.083***	0.03	0.049***	0.082***	0.049**	0.048**
Varyans						
ω	0.320***	1.516***	6.672***	0.120	5.799***	5.268***
α	0.052	0.189	0.119	-0.027	0.088*	0.077*
β	0.284*	0.293*	0.308**	0.142	0.254*	0.228
γ1		-0.115***	0.491***		0.525***	0.569***
γ2		0.217***				

d	0.328***	0.312***	0.310***	0.216***	0.283***	0.265**
δ			1.166***		1.095***	1.124***
v	6.452***	6.370***	5.484***	6.270***	6.344***	6.447***
Log alfa				0.232*		
k1						
k2					-3.485**	
k3						
k4						
k5						
sin1						0.525**
cos1						
sin2						
cos2						
sin3						0.265*
cos3						
sin4						-0.249*
cos4						
Q (50)	41.634 [0.794]	38.557 [0.880]	40.051 [0.841]	39.655 [0.850]	37.664 [0.900]	37.444 [0.905]
ρ^2 (50)	37.003 [0.875]	39.236 [0.812]	36.004 [0.898]	37.034 [0.874]	38.381 [0.838]	39.641 [0.799]
Ln(L)	-10864.36	-10834.05	-10824.17	-10861.96	-10818.80	-10816.99
AIC	4.0261	4.0255	4.0119	4.0255	4.0103	4.0104
SC	4.0334	4.0253	4.0217	4.0341	4.0213	4.0238
HQ	4.0286	4.0190	4.0153	4.0285	4.0141	4.0151

Not: ***, ** ve * 0.01, 0.05 ve 0.10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Ayrıca tablolar incelendiğinde şokların kalıcılığını ölçen α parametreleri ve oynaklık kümelenmesindeki kalıcılığın göstergesi olan β parametreleri istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Volatilitede kaldıraç etkisinin varlığını ifade eden γ parametresi de istatistiksel olarak anlamlıdır. Pozitif γ parametresi, XUHIZ ve XUMAL'da pozitif şokların volatilité üzerinde negatif şoklardan daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. XUSIN ve XUTEK getiri serilerinin ortalaması ve varyansı için hesaplanan sonuçlar ise Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5: XUSIN için Model Sonuçları

	FIGARCH	FIGARCH	FIAPARCH	HYGARCH	ICSS- FIAPARCH	A- FIAPARCH
Ortalama						
μ	0.134***	0.108	0.118***	0.134***	0.121***	0.116***

Bist Ana Sektör Endekslerinde Zayıf Formda Etkinliğin Yapısal Kırımlı Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi
Analysis of Weak-Form Efficiency With Structural Fracture Long Memory Models in Bist Main Sector Indexes

Varyans						
ω	15.273*	0.614	5.766***	0.010	5.687***	3.644***
α	0.254***	-0.270	0.283***	0.088	0.187	0.244***
β	0.576***	0.491**	0.488**	0.211	0.262	0.386***
γ_1		-0.147***	0.557***		0.651***	0.712***
γ_2		0.286***				
d	0.315***	0.338***	0.361***	0.231***	0.198**	0.277***
δ			1.115***		1.479***	1.082***
v	4.548***	5.134***	5.225***	4.854***	5325***	6.447***
Log alfa				0.245**		
k1						
k2					-2.327*	
k3					-3.606**	
k4					-2.974**	
k5					-4.460***	
sin1						0.601***
cos1						0.410***
sin2						
cos2						0.243**
sin3						0.284***
cos3						
sin4						
cos4						
Q (50)	59.565 [0.134]	57.730 [0.148]	58.322 [0.143]	58.816 [0.139]	59.371 [0.133]	58.831 [0.139]
ρ^2 (50)	57.335 [0.167]	47.278 [0.168]	51.672 [0.188]	52.034 [0.299]	53.371 [0.167]	55.369 [0.143]
Ln(L)	-8956.529	-8920.538	-8910.659	-8958.710	-8897.496	-8891.983
AIC	3.3195	3.3069	3.3032	3.3206	3.2998	3.2978
SC	3.3268	3.3166	3.3130	3.3292	3.3145	3.3124
HQ	3.3220	3.3103	3.3066	3.3236	3.3049	3.3029

Not: ***, ** ve * 0.01, 0.05 ve 0.10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

XUSIN'e ve XUTEK endekslerine ait varyans denkleminde uzun hafızanın var olup olmadığını gösteren d katsayıları sırasıyla 0.277 ve 0.312 olarak tahmin edilmiştir. d parametrelerinin $0 < d < 0.5$ arasında olması XUSIN ve XUTEK getiri varyansında uzun hafızanın varlığına dair kanıtlar sunmaktadır. Dolayısıyla XUSIN ve XUTEK endekslerinde yatırımcılar tarafından anormal getiriler elde etme imkanı bulunmaktadır.

Tablo 6: XUTEK için Model Sonuçları

	FIGARCH	FIEGARCH	FIAPARCH	HYGARCH	ICSS- FIGARCH	A- FIGARCH
Ortalama						
μ	0.104***	0.086***	0.094***	0.104***	0.103***	0.103***
Varyans						
ω	5.082***	1.611***	0.225**	-0.085	5.518***	4.161***
α	0.307***	0.531***	0.245*	-0.607***	0.297***	0.304***
β	0.606***	-0.208	0.411**	-0.559***	0.574***	0.559***
γ_1		-0.068***	0.146***		0.513***	0.526***
γ_2		0.411***				
d	0.359***	0.331***	0.378***	0.190***	0.348***	0.312***
δ			1.984***			0.327***
v	4.016***	4.114***	4.510***	4.205***	3.930***	4.027***
Log alfa				0.396***		
k1						
k2					17.067***	
k3					6.186***	
k4						
k5					11.328**	
sin1						4.796***
cos1						
sin2						
cos2						
sin3						
cos3						
sin4						
cos4						
Q (50)	50.622 [0.126]	54.352 [0.144]	55.881 [0.102]	48.112 [0.139]	46.371 [0.173]	58.831 [0.101]
ϕ^2 (50)	41.211 [0.745]	39.417 [0.806]	36.894 [0.878]	34.660 [0.925]	54.371 [0.839]	38.283 [0.841]
Ln(L)	-10476.40	-10472.47	-10479.73	-10481.34	-10462.60	-10473.45
AIC	3.8817	3.8824	3.8843	3.8846	3.8846	3.8817
SC	3.8897	3.8914	3.8941	3.8931	3.8931	3.8802
HQ	3.8849	3.8851	3.8878	3.8876	3.8876	3.8846

Not: ***, ** ve * 0.01, 0.05 ve 0.10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

İlaveten şokların kalıcılığını ölçen α parametreleri ve oynaklık kümelenmesindeki kalıcılığın göstergesi olan β parametreleri XUSIN ve XUTEK endekslerine benzer şekilde istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Volatilitede kaldıraç etkisinin varlığını ifade eden γ parametresi istatistiksel olarak anlamlıdır. γ parametresinin pozitif olması, XUSIN ve XUTEK getirilerindeki pozitif şokların volatilitte üzerinde negatif şoklardan daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bir zaman serisinde uzun hafıza özelliğinin veya uzun dönemli bağımlılığın varlığı, otokorelasyonların kalıcılığı açısından tanımlanabilir. Basit bir ifadeyle, zaman serilerindeki uzun hafıza, uzak gözlemler arasında bağımlılıklar olduğunu yani sektör endekslerinin zayıf formda etkin olmadığı vurgulamaktadır. Piyasaların etkin olmadığı durumda ise, teknik analiz ile yatırımcılar anormal getiriler elde etme imkânı yakalayabileceklerdir.

5. Sonuç

Sektör endekslerinde uzun hafızanın varlığı, yatırım kararlarına ve portföylerin oluşturulmasına, çeşitlendirilmesine ve revize edilmesine yardımcı olabileceğinden yatırımcılara birçok ipucu vermektedir.

Bu çalışmada da BIST'te yer alan dört ana sektör endeksinde uzun hafızanın varlığını incelenmiş ve incelenen XUMAL, XUSIN, XUHIZ ve XUTEK endekslerinde uzun hafızanın var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hisse senedi piyasalarında uzun hafızanın varlığı, EPH'nin öne sürdüğü anormal getiri elde etme olasılığının mümkün olmadığını savunan hipotezini geçersiz kılmaktadır. Böylece serilerin zaman içinde rassal olmadığı göz önüne alındığında, geçmişteki hareketlerin, gelecekteki getirilerin tahminini kolaylaştıracağı ve anormal getiri elde edilmesi imkân sağlayacağı ifade edilebilir.

Çalışmada kısıtları sağlayan modeller kullanılarak GARCH modelleri modellenmiş ve bilgi kriterlerine göre en uygun modeller kullanılarak serilerde uzun hafızanın varlığı araştırılmıştır. Bulgular birçok ülke borsalarında zayıf formda etkin olmadığını tespit eden çalışmaları (Tang ve Shieh (2006), Kasman vd. (2009), Karanasos ve Kartsaklas (2009), Baillie ve Morana (2009), Kang vd. (2010), Manap ve Kassim (2011), Maheshchandra (2012), Odonkor vd. (2019) destekler niteliktedir. Elde edilen sonuçları yerli ve yabancı yatırımcılar borsa sektörlerinde yatırım kararları vermede kullanabilirler. Buna göre sektörel bulgular borsaları, sektörel endekslere dayalı türev ürünleri etkinleştirmeye motive edebilir. Bu, traderlara ve yatırımcılara daha kapsamlı işlem veya yatırım fırsatları sağlayacaktır. Sonuçlar, yatırım fonu portföylerinin inşası ve ardından portföylerin yeniden dengelenmesi sırasında borsa sektörlerini incelerken portföy yöneticileri için de faydalı bilgiler sunacaktır. İlaveten sektörel endekslerde uzun hafıza olduğuna dair kanıtlar, piyasanın etkin olmadığına işaret ettiğinden, düzenleyicilere, piyasaları etkin kılabilecek bilgilerin hızlı bir şekilde yayılmasını kolaylaştıracak önlemler getirme konusunda da yardımcı olacaktır.

İlerleyen çalışmalarda farklı endekslerde uzun hafızanın varlığı araştırılarak literatüre katkı sağlanabilir.

Kaynaklar

- Baillie, R. T., Chung, C. F. ve Tieslau, M. A. (1996), Analysing Inflation By The Fractionally İntegrated ARFIMA–GARCH Model, *Journal of Applied Econometrics*, 11(1), s.23-40.
- Baillie, R. ve Morana, C. (2009), Modelling Long Memory and Structural Break in Conditional Variances: An Adaptive FIGARCH Approach, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 33 (8): s.1577-1592.
- Blasco IV, N. ve Santamaria, R. (1996), Testing Memory Patterns in the Spanish Stock Market, *Applied Financial Economics*, 6(5), s.401-411.

- Bodart, V. ve Candelon, B. (2009), Evidence of Interdependence and Contagion Using A Frequency Domain Framework, *Emerging Markets Review*, 10(2), s.140-150.
- Bollerslev, T. ve Jubinski, D. (1999), Equity Trading Volume And Volatility: Latent Information Arrivals And Common Long-Run Dependencies. *Journal of Business & Economic Statistics*, 17(1), s.9-21.
- Caporale, G. M., Gil-Alana, L. A. ve Poza, C. (2020), High And Low Prices And The Range In The European Stock Markets: A Long-Memory Approach, *Research in International Business and Finance*, 52, s.101126.
- Çağlayan, E. ve Dayıoğlu, T. (2009), Döviz Kuru Getiri Volatilitesinin Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Öngörüsü, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 9, s.1-16.
- Çevik, E. I. ve Topaloğlu, G. (2014), Volatilitede Uzun Hafıza ve Yapısal Kırılma: Borsa İstanbul Örneği, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(6), s.40-55.
- Çevik, E. İ. (2012), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Etkin Piyasa Hipotezinin Uzun Hafıza Modelleri ile Analizi: Sektörel Bazda Bir İnceleme, *Journal of Yasar University*, 26 (7), s.4437 – 4454.
- Çevik, E. İ. ve Erdoğan, S. (2009), Bankacılık Sektörü Hisse Senedi Piyasasının Etkinliği: Yapısal Kırılma Ve Güçlü Hafıza, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10(1), s.26-40.
- Çevik, E. İ. ve Sezen, S. (2020), Bankacılık Sektörü İçin Etkin Piyasalar Hipotezinin Uzun Hafıza Modelleri Analizi, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(1), s.332-351.
- Enders, W. (2011), *Applied Econometric Time Series*, John Wiley&Sons.
- Fama, E. F. (1965), The Behavior Of Stock-Market Prices, *The Journal of Business*, 38(1), s.34-105.
- Galeano, P. ve Tsay, R. S. (2010), Shifts In Individual Parameters Of A GARCH Model, *Journal of Financial Econometrics*, 8(1), s.122-153.
- Greene, M. T. ve Fielitz, B. D. (1977). Long-Term Dependence in Common Stock Returns. *Journal of Financial Economics*, 4(3), s.339-349.
- Günay, S. (2014), Yapısal Kırılmalar Dahilinde BİST-100 Endeksi Volatilitesinin Uzun Dönem Bellek Analizi, *Journal of Yasar University*, 9(36), s.6300-6314.
- Hillebrand, E. (2005), Neglecting Parameter Changes in GARCH Models, *Journal of Econometrics*, 129(1-2), s.121-138.
- Inclan, C. ve Tiao, G.C. (1994), Use Of Cumulative Sums Of Squares For Retrospective Detection Of Changes In Variance, *Journal of the American Statistic Association*, 89, s.913-923.
- Kang, S. H., Cheong, C. ve Yoon, S-M. (2010), Long Memory Volatility In Chinese Stock Markets, *Physica A*, 389 (7), s.1425-133.
- Karanasos, M. ve Kartsaklas, A. (2009), Dual Long-Memory, Structural Breaks and the Link between Turnover and the Range-Based Volatility, *Journal of Empirical Finance*, 16(5), s.838-851.
- Kasman, A., Kasman, S. ve Torun, E. (2009), Dual Long Memory Property in Returns and Volatility: Evidence from the CEE Countries Stock Markets, *Emerging Markets Review*, 10(2), s.122-139.
- Kılıç, R. (2004), On The Long Memory Properties Of Emerging Capital Markets: Evidence From Istanbul Stock Exchange, *Applied Financial Economics*, 14(13), s.915-922.
- Korkmaz, T., Çevik, E.İ. ve Özataç, N. (2009), Testing For Long Memory In ISE Using ARFIMA-FIGARCH Model and Structural Break Test, *International Research Journal of Finance and Economics*, 26, s.186-191.

- Kumar, D. ve Maheswaran, S. (2013), Evidence Of Long Memory In The Indian Stock Market, *Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation*, 9(1), s.9-21.
- Lamoureux, C. ve Lastrapes, W. (1990), Persistence in Variance, Structural Change and the GARCH Model, *Journal of Business and Economic Statistics*, 68, s.225-234.
- Lobato, I. N. ve Savin, N. E. (1998), Real And Spurious Long-Memory Properties Of Stock-Market Data. *Journal of Business & Economic Statistics*, 16(3), s.261-268.
- Maheshchandra, J. P. (2012), Long Memory Property In Return And Volatility: Evidence From The Indian Stock Markets, *Asian Journal of Finance & Accounting*, 4(2), s.218-230
- Manap, T. A. A. ve Kassim, S. H. (2011), Long Memory Properties And Asymmetric Effects Of Emerging Equity Market: Evidence From Malaysia, *The Journal of Risk Finance*, 12(5), s.356-370.
- Mishra, A. K. ve Mishra, S. (2020), Revisiting the Long Memory in Global Stock Market Returns: An Empirical Analysis, *Global Business Review*, s.1-15.
- Naik, R. ve Reddy, Y. V. (2021), Examination of Long Memory in Indian Stock Market: A Sectoral Juxtaposition. *FIIB Business Review*, s.23197145211040274.
- Nelson, D.B. (1991), Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59, s.347-370.
- Odonkor, A. A., Ababio, E. N., Darkwah, E. A. ve Andoh, R. (2019), Stock Returns And Long-Range Dependence, *Global Business Review*, s.1-11.
- Özdemir, A., Gülcan, N. ve Boyacıoğlu, N. (2021), İslami Endekslerdeki Piyasa Etkinliğinin Uzun Hafıza Modelleriyle Test Edilmesi: BİST Uygulaması, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24), s.207-222.
- Resende, M. ve Teixeira, N. (2002), Permanent Structural Changes In The Brazilian Economy And Long Memory: A Stock Market Perspective, *Applied Economics Letter*, 9(6), s.373-375.
- Sanso, A., Arago, V., Carrion, J. L. (2004), Testing For Change In The Unconditional Variance Of Financial Time Series. *Rev. Econ. Finance*, 4, s.32-53.
- Tang, T. L. ve Shieh, S. J. (2006), Long Memory in Stock Index Futures Markets a Value-at-Risk Approach, *Physica A*, 366, s.437-448.
- TCMB, <http://evds2.tcmb.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 11.03.2021.).
- Tolvi, J. (2003), Long Memory In A Small Stock Market. *Economics Bulletin*, 7, s.1-13.
- Türkyılmaz, S. ve Balıbey, M. (2014), Türkiye Hisse Senedi Piyasası Getiri ve Oynaklığındaki Uzun Dönem Bağımlılık İçin Ampirik Bir Analiz, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(2), s.281-302
- Verardi, V. ve Vermandele, C. (2018), Univariate And Multivariate Outlier Identification For Skewed Or Heavy-Tailed Distributions. *The Stata Journal*, 18(3), s.517-532.

EK: Schwarz Bayesian Bilgi Kriterine Göre ARMA (p/q) Seçimi

XUHIZ

AR / MA	0.000000	1.000000	2.000000	3.000000
0.000000	3.733599	3.736581	3.738099	3.739689
1.000000	3.736585	3.738134	3.739691	3.740527
2.000000	3.738096	3.739688	3.738920	3.740685
3.000000	3.739687	3.741263	3.740681	3.742087

XUMAL

AR / MA	0.000000	1.000000	2.000000	3.000000
0.000000	4.280078	4.283239	4.284624	4.286274
1.000000	4.283231	4.284745	4.286282	4.287961
2.000000	4.284627	4.286289	4.286326	4.287961
3.000000	4.286284	4.287970	4.287959	4.289667

XUSIN

AR / MA	0.000000	1.000000	2.000000	3.000000
0.000000	3.603295	3.604935	3.606117	3.607690
1.000000	3.604874	3.606055	3.607640	3.609233
2.000000	3.606096	3.607640	3.609230	3.607629
3.000000	3.607671	3.609233	3.607425	3.609719

XUTEK

AR / MA	0.000000	1.000000	2.000000	3.000000
0.000000	4.166308	4.167701	4.169270	4.170198
1.000000	4.167683	4.167467	4.168792	4.170063
2.000000	4.169246	4.168804	4.170162	4.171650
3.000000	4.170048	4.170054	4.171641	4.172760