

**BANKACILIK SEKTÖRÜ İÇİN ETKİN PİYASALAR HİPOTEZİNİN UZUN HAFIZA
MODELLERİ İLE ANALİZİ**Doç. Dr. Emrah İsmail ÇEVİK • Öğr. Gör. Serhat SEZEN • **ÖZET**

Fama (1970) tarafından geliştirilen Etkin Piyasa Hipotezi, hisse senedi fiyatlarının piyasa ile ilgili tüm bilgiyi yansıttığını belirtmekte ve bu nedenle piyasada ortalamanın üzerinde gelir elde etmenin mümkün olmadığı belirtilmektedir. Fama (1970) piyasa etkinliğinin zayıf, yarı-zayıf ve güçlü olmak üzere üç farklı formda ortaya çıkabileceğini belirtmiştir. Zayıf formda etkin piyasa hipotezi hisse senedi fiyatlarının rassal yürüyüş süreci sergilediğini ve bu nedenle geçmiş verileri kullanarak geleceğe yönelik hisse senedi fiyat tahminlerinin mümkün olamayacağını belirtmektedir. Bu çalışmada BIST bankacılık sektör endeksi için zayıf formda etkin piyasa hipotezinin geçerli olup olmadığı 1997-2018 dönemi için uzun hafıza modelleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre, banka endeksinin volatilitesinde uzun hafızanın varlığı tespit edilmiş ve buna bağlı olarak da BIST bankacılık sektörünün zayıf formda etkin bir piyasa olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: : Etkin Piyasa Hipotezi, Uzun Hafıza, FIGARH.

JEL Kodları: C22, G14, G21.

**THE ANALYSIS OF THE EFFICIENT MARKET HYPOTHESIS FOR BANKING SECTOR
BY USING LONG MEMORY MODELS****ABSTRACT**

The Efficient Market Hypothesis proposed by Fama (1970) suggest that the stock prices full reflect all relevant information about the market and hence it is not possible to gain above average return. Fama (1970) suggested three different versions of market efficiency: weak, semi-strong and strong forms. In this manner, weak form efficient market hypothesis states that the stock prices exhibit random walk process and hence it is impossible to determine the stock price in the future by using its past value. In this paper, we examine whether the weak form efficient market hypothesis is valid for the

* Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Tekirdağ/ Türkiye, e-mail: eicevik@nku.edu.tr

* Namık Kemal Üniversitesi, Malkara Meslek Yüksekokulu, İşletme Yönetimi Programı, Tekirdağ/ Türkiye, e-mail: ssezen@nku.edu.tr

Makale Geçmişi/Article History

Başvuru Tarihi / Date of Application : 18 Eylül / September 2019

Düzeltilme Tarihi / Revision Date : 8 Ocak / January 2020

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 10 Şubat / February 2020

332

Araştırma Makalesi/Research Article

banking sector index in the Istanbul Stock Exchange by means of long memory models for the periods of 1997-2018. According to the analysis result, the existence of long memory in the volatility of bank index was determined and accordingly it can be said that BIST banking sector does not provide weak form efficiency.

Keywords: *Efficient Market Hypothesis, Long Memory, FIGARCH.*

JEL Codes: *C22, G14, G21.*

1. GİRİŞ

Fama (1970) tarafından önerilen Etkin Piyasa Hipotezi (EPH) son 50 yıldır finans alanındaki en önemli teorilerden birisi olmaya devam etmektedir. Bu hipoteze göre, piyasanın etkin olarak adlandırılabilmesi için hisse senedi ile ilgili tüm bilgilerin anında fiyatlara yansması gerekmektedir. Etkin piyasa hipotezinde, menkul kıymetlere ait fiyatların açıklanan yeni bilgiler sonucu oluştuğu ve piyasaya gelen yeni bir bilgiye tüm yatırımcıların aynı anda ulaştığı varsayılmaktadır. Bu nedenle yatırımcıların piyasa üzerinde sürekli bir getiri elde etmesi mümkün olmamaktadır. Böylece hisse senedine ait ileriye dönük fiyatları tahmin etmede herhangi bir bilgi setinden faydalanmak olanaksız hale gelmektedir.

EPH, uzun yıllardır akademisyen ve yatırımcıların ilgisini çeken önemli bir önerme konumundadır. Bu hipotezin bu denli ilgi çekmesinin ve çok sayıda araştırmaya konu olmasının altında yatan birçok neden bulunmaktadır. Bunlardan ilki, etkin olmayan bir piyasada risk ağırlıklı getirinin daha yüksek olması beklenir ve bu nedenle hisse senedi piyasasının etkinliğine yönelik araştırmalar hem bireysel hem de kurumsal yatırımcılar açısından oldukça dikkat çekicidir. Piyasa etkinliğinin iyi bir şekilde anlaşılması, firmaların değerini belirlemede karar verici konumda olan firma yöneticileri için kilit role sahiptir. Etkin piyasa hipotezi, ayrıca hisse senedi piyasalarının geliştirilmesinde model olarak kullanılabilirdiğinden, hisse senedi piyasasında işlem yapan yatırımcılar ve danışmanlar açısından da yakından takip edilmesi gereken bir husustur. Son olarak etkin piyasa hipotezi, finans literatüründe yer alan birçok modelin temel varsayımlarından biri durumundadır. Son yıllarda her ne kadar akademik ve profesyonel bakış açısı, davranışsal finans teorisine yönlense de etkin piyasa hipotezi finans literatüründe hala geçerliliğini korumaktadır (Degutis ve Novickyte, 2014:7).

Etkin piyasalar hipotezinin geçerliliği finansal teoriler ve yatırım stratejileri için de büyük bir öneme sahip olduğundan dolayı bu hipotezin geçerliliği akademisyenler, yatırımcılar ve düzenleyici otoritelerin de ilgisini çekmektedir. Akademisyenler genel olarak hisse senedi fiyatlarının davranışlarını belirlemeye ve sermaye varlıkları fiyatlama modeli gibi standart risk-getiri modellerinin özelliklerini ortaya çıkarmaya çalışırlar. Bununla birlikte söz konusu modeller, getiri serilerinin rassal yürüyüş özelliği gösterdiği ve normal dağıldığı hipotezlerine dayanmaktadır. Yatırımcılar ise işlem stratejilerini oluştururken hisse senedi fiyatlarının gelecekteki alacağı değerler için yapılan tahminleri dikkate alırlar ve yapılan tahminlerin geçerli olup olmadığı zayıf formda etkin piyasa hipotezi ile yakında ilişkilidir.

Son olarak, eğer hisse senedi piyasası etkin değilse, fiyatlama mekanizması sermayenin etkin dağıtımını sağlamada yetersiz kalacak ve bu durum ülke ekonomisi üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecektir. Sermaye piyasalarında etkinliğin sağlanamadığına yönelik kanıtlar, düzenleyici otoriteler için reformların gerçekleşmesinde gerekli adımların atılması için yol gösterici olacaktır.

Fama (1970) piyasanın etkinliğine yönelik üç farklı formun olduğunu ve başlangıç noktasının zayıf formda etkin piyasa hipotezine dayandığını belirtmiştir. Zayıf formda etkin piyasalarda fiyatlar, geçmiş dönemlerin fiyatlarına ait tüm bilgileri yansıtmaktadır. Hisse senetleri fiyatlarındaki mevcut bilgilerin tamamı güncellenen fiyatlara eksiksiz bir şekilde yansıtılmaktadır. Bu tür piyasalardaki yatırımcılar piyasaya yeni gelen bilgilere eş zamanlı olarak ulaşamamaktadırlar. Ayrıca bu piyasa türünde, kamuya açıklanmayan bazı bilgiler önceden belirli yatırımcılar tarafından bilinebilmektedir (Fama, 1970: 383-384). Zayıf formda etkin piyasalarda, yatırımcıların geçmiş fiyat bilgisini kullanarak ortalamının üzerinde getiri elde edemeyeceği varsayılmaktadır. Buna göre gerek teknik gerekse zaman serileriyle yapılan analizlerin hiçbir faydası yoktur, çünkü fiyatlar rassal yürüyüş özelliği gösterdiğinden teknik analizler dahil hiçbir yöntem uzun dönemde fayda sağlamamaktadır (Maymin, 2011:2).

Etkin piyasa hipotezinin ikinci formu olan yarı güçlü formda etkin piyasalar, fiyatlarla ilgili olarak halka açıklanan tüm bilgileri yansıtmaktadır. Bu tipteki piyasalarda bazı yatırımcılar içerden aldıkları bilgilerle piyasanın geleceği hakkında bir fikir sahibi olabilmektedir. Dolayısıyla, içerden almış oldukları bilgilerle bazı yatırımcılar, kamunun bilmediği bu bilgilerden faydalanarak ortalamının üzerinde bir getiri elde edebilmektedir (Fama, 1970: 383-384).

Bir piyasanın yarı güçlü formda etkin olabilmesi için cari fiyatların hem geçmiş dönem fiyatlarını hem de firmayla ilgili halkın tamamının ulaşabildiği bilgileri de yansıtması gerekmektedir. Dolayısıyla, hisse senetlerinin piyasa fiyatları; gazetelerdeki makaleler, şirket tahminleri ve yıllık raporlar tarafından halka sunulan mevcut bilgileri anında tarafsız olarak yansıtması gerekmektedir. Yarı güçlü formda etkin piyasalar hipotezi, aynı zamanda firmaların bilançolarını da kapsamaktadır. Çünkü bilançolar firmalara ait genelde halka açık, herkes tarafından kolaylıkla ulaşılacak bilgileri yansıtmaktadır. Bu bilgiler, hisse senetlerine ilişkin yapılan analizlerde önemli bir rol oynamaktadır. Bir piyasa, yarı güçlü formda etkin ise hiçbir hisse senedine ait yapılan analiz sürekli olarak ortalamının üzerinde getiri sağlamamalıdır. Piyasanın bu bakımdan etkin olabilmesi; yatırımcıların tamamının rekabet ortamında kazancını artırabilmesi, ancak bilgiyi en iyi biçimde değerlendirmesiyle mümkün olmaktadır. Yarı güçlü piyasa etkinliğinin analizinde halka açıklanan bilgiler ile hisse senedine ait getiriler izlenmektedir. Eğer yatırımcılar, sürekli olarak ortalamının üzerinde getiri elde ediyorlarsa, bu piyasanın halka açıklanan bilgiye göre etkin olmadığı söylenebilir. Örneğin, bir piyasada hisse senetlerine ait kar payı dağıtımını açıklamasından sonra, ortalamının üzerinde getiri sağlanıyorsa o piyasanın yarı güçlü formda etkin olmadığı söylenebilir (Karan, 2001: 272-273).

Etkin piyasaların üçüncüsü ise literatürde güçlü formda etkin piyasalar olarak ifade edilmektedir. Bu piyasalar, daha önceki iki piyasanın özelliklerine ilave olarak kamuya açıklanmamış olan bilgileri de yansıtmaktadır. Etkinliğin sağlanmış olduğu piyasalarda fiyatlar daha adil olacak ve normalden daha yüksek karların elde edilmesi mümkün olmayacaktır. Çünkü piyasada tam bilgi mevcuttur. Ayrıca piyasaya yeni gelmiş olan bilgi de çok kısa süre içinde fiyatlara yansıtılacağından menkul kıymetlerin fiyatlarında aşırı değerlendirme ya da değerini ciddi şekilde kaybetme gibi bir durumla karşılaşılacaktır (Çevik ve Erdoğan, 2009:28-29).

Güçlü formda etkin piyasa, etkin piyasa hipotezinin en gelişmiş halidir. Bu piyasa tipinde hem kamuya açık hem de özel bilgi girişleri, hisse senedinin fiyatlarını etkilemektedir. Bu tipteki etkin piyasada, şirketlerin yönetici ve çalışanları gibi özel bilgilere sahip olanların bu bilgileri kullanarak ortalamanın üzerinde getiri sağlamamalıdır. Örneğin, özel bilgiler elde eden bir yatırımcının elde etmiş olduğu bilgi sayesinde sürekli olarak ortalamanın üzerinde getiri sağlamamalıdır. Güçlü piyasa etkinliğinin devamlılığını sağlayan belli mekanizmalar mevcuttur. Özel bilgilere sahip yatırımcıların aralarındaki rekabet; fiyatların, bilgi girişlerini yansıtmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca farklı birtakım bilgiler, özel bilgiler yerine kullanılabilir. Hisse senedine ait bazı özellikler, özel kaynaklı bilginin halka açıklanmasını sağlayabilir. Özel bilgiye sahip olmayan yatırımcılar, hisse senedinin fiyatını, bilgi kaynağı olarak kullanmaları örnek olarak verilebilir. Bilgi sahibi olmayan yatırımcılar, hisse senedi fiyatının yükseldiğini fark ederlerse, bu durumun özel bilgiye sahip olan yatırımcılara fiyatı artan hisse senedi hakkında olumlu haberler geldiği yönünde anlayacaklar ve fiyatı artan hisse senedine yönelim artacaktır (Bayraktar, 2012: 43-44).

Zayıf formda piyasa etkinliği literatürde en fazla araştırılan hipotezlerden biridir. Birçok çalışmada piyasaların zayıf formda etkin olduğuna dair bulgular elde edilse de davranışsal finans teorisi bu durumu sorgulamakta ve bu alandaki çalışmalar rasyonel olmayan fakat tahmin edilebilir yatırımcı davranışlarının varlığını belirlemişlerdir (aşırı tepki, aşırı güven ve momentum etkisi gibi anomalilerin varlığı). Bu nedenle etkin piyasa hipotezinin geçerliliği hala güncelliğini koruyan bir araştırma konusudur ve Borsa İstanbul için bu hipotezi destekler ya da hipoteze karşıt sonuç bulan çok sayıda çalışma mevcuttur.

Zayıf formda etkinliğin araştırılmasına yönelik literatürde birçok yöntem mevcuttur. Çalışmamızda etkin piyasa hipotezinin geçerliliği menkul kıymet fiyatlarının rassal yürüyüş özelliği gösterip göstermediğine bağlı olarak test edilecektir. Fiyatların rassal yürüyüş özelliği göstermesi ise geçmişteki fiyat hareketlerini barındırmayıp kısa hafıza özelliği göstermesine bağlıdır. Menkul kıymet fiyat serisinde uzun hafıza özelliğinin görülmesi, cari dönemdi fiyatın oluşmasında geçmiş dönemlere ait fiyatların etkisinin olduğu ve bu nedenle de menkul kıymet fiyatının rassal yürüyüş özelliği göstermediği anlamına gelmektedir (Çevik, 2012:4438).

Zayıf formda piyasa etkinliği hisse senedi fiyatlarının rassal hareket etmesi ile yakında ilişkili olmasına rağmen, fiyatlarda oluşacak volatilitate de yatırımcılar açısından oldukça önemlidir. Volatilitate

piyasadaki riskin bir göstergesidir ve aynı zamanda piyasadaki belirsizliği gösterdiğinden yatırımcıların alacağı kararlar üzerinde oldukça önemlidir. Volatilite makroekonomik koşulların en önemli belirleyicisidir ve volatilitiyi modellemek ve öngörmek türev ürünleri fiyatlamada, riski hesaplamada ve portföy riskine yönelik korunma işleminde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Finansal kuruluşlar ve düzenleyici otorite tarafından kullanılan risk yönetim modelleri zaman değişkenli volatilitiyi temel girdi olarak kullanır. Bu bağlamda getiri serilerinde kalıcılık kadar volatilité üzerinde kalıcılığın tespit edilmesi yatırımcılara yol gösterici özellik sağlayacaktır.

Bu çalışmada Borsa İstanbul için bankacılık sektörü özelinde zayıf formda etkin piyasa hipotezinin varlığı uzun hafıza modelleri ile araştırılacaktır. Çalışmada bankacılık sektörünün dikkate alınmasının birkaç nedeni vardır. Türkiye’de finansal sistemin bankacılık temelli olduğu ve bankaların finansal aracılıkta rolünün çok büyük olduğu dikkate alındığında, bankacılık sektörünün etkin olması sermayenin de etkin bir şekilde dağıtıldığı anlamına gelmektedir. Bankacılık sektörü finansal büyüklük açısından Borsa İstanbul’da önemli bir yere sahiptir ve sektörde yer alan bankaların piyasa değeri BIST 100 endeksinde yer alan tüm firmaların piyasa değerinin yaklaşık %40’ına eşittir. Bu bağlamda, bankacılık sektörü Borsa İstanbul’a yön veren önemli sektörlerden bir tanesi konumundadır ve bu sektörün etkin olması genel endeksinde etkinliğini etkilemesi beklenmektedir.

Literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak, çalışmada volatilitéde uzun hafızanın varlığı araştırılırken varyansta kırılmaların etkisi dikkate alınmıştır. Bilindiği üzere, serilerin varyansında kırılmaların varlığı uzun hafıza parametresinin olduğundan büyük hesaplanmasına neden olarak sahte uzun hafıza sürecine sebebiyet vermektedir. Bu bağlamda çalışmada yapısal kırılmaların etkisini dikkate alan iki farklı uzun hafıza modeli tahmin edilmiş ve modellerin veriyi temsil etme yeteneği araştırılmıştır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından ikinci bölümde piyasaların etkinliğini araştıran çalışmalar ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ekonometrik yöntem tanıtılacak ve dördüncü bölümde analiz sonuçları yorumlanacaktır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirilecektir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde finansal piyasaların etkinliğini ya da etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini inceleyen çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalarda farklı ülkelere ilişkin etkin piyasa hipotezinin geçerli olup olmadığı farklı ekonometrik yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Bu kısımda ulusal ve uluslararası finansal piyasalarda etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini uzun hafıza modelleri kapsamında inceleyen çalışmalarla ilgili bilgilere yer verilmektedir.

Etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini uzun hafıza modelleriyle inceleyen uluslararası çalışmalarda, Resende ve Teixeira (2002), 1986-1999 dönemleri arasında Brezilya’da hisse senedi piyasasının uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını ARFIMA modelini kullanarak analiz etmişlerdir.

Sonuçlara göre, getiri serisinin uzun hafıza özelliği taşımadığını belirlemişlerdir. Tang ve Shieh (2006) S&P 500, Nasdaq ve Dow Jones endekslerinde vadeli işlemlere ait getiri serilerinin uzun hafıza özelliği gösterip göstermediğini FIGARCH ve HYGARCH modelleriyle araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda getiri serilerindeki volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıdığını ve bundan dolayı da vadeli işlemlere ait piyasanın zayıf formda etkin olmadığını belirtmişlerdir. Kasman vd. (2009), ARFIMA, FIGARCH ve HYGARCH yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde hisse senedi piyasalarının uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, inceledikleri sekiz ülkenin beş tanesinde getiri serisinin uzun hafıza özelliği taşıdığını belirlemişlerdir. Karanasos ve Kartsaklas (2009), 1995-2005 dönemleri arasında Güney Kore’de menkul kıymet piyasasında işlem hacmi ve volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını FIGARCH modeliyle araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıdığını belirlemişlerdir.

Baillie ve Morana (2009) S&P endeksi getiri serisi için uzun hafızanın varlığını yapısal kırılmaları dikkate alan A-FIGARCH modelini kullanarak incelemişlerdir. A-FIGARCH model sonuçlarına göre volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıdığı ve inceledikleri dönemde yapısal kırılmaların etkisini belirlemişlerdir. Kang vd. (2010), Çin hisse senedi piyasasında endeks getiri serisinin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını incelemişlerdir. Yarı parametrik yöntemleri kullandıkları çalışmalarında endeks getirisindeki oynaklığın uzun hafıza özelliği taşıdığı sonucuna ulaşmışlardır. Belkhouja ve Boutahary (2011) petrol fiyatları ile S&P 500 endekslerine ait getiri serilerinin volatilitesinde uzun hafızanın varlığını FIGARCH modeliyle incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre getiri serilerindeki volatilitenin uzun hafıza özelliği gösterdiği ve yapısal kırılmanın geçerli olduğunu belirlemişlerdir. Tayefi ve Ramanathan (2012), 2000-2010 dönemleri arasında, ABD Doları ile Hindistan Rupisinin aralarındaki döviz alım-satımına ilişkin volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını FIGARCH modeliyle araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda döviz kurlarındaki volatilitenin uzun hafıza özelliği gösterdiğini belirlemişlerdir. Maheshchandra (2012), Hindistan borsasında BSE ve NSE getirilerini ARFIMA-FIGARCH modellerini kullanarak incelemişlerdir. ARFIMA model sonuçlarına göre, getirilerin uzun hafıza özelliği taşımadığını ancak FIGARCH model sonuçlarının koşullu varyansta uzun hafıza özelliği taşıdığı sonucuna ulaşmışlardır. Arouri vd., (2012), spot ve vadeli petrol fiyatlarındaki volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını FIGARCH modelini kullanarak araştırmışlardır. Model sonuçlarına göre, petrol fiyat serisindeki volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıdığını belirlemişlerdir.

Ulusal düzeyde etkin piyasa hipotezinin geçerliliğinin uzun hafıza modelleriyle incelendiği çalışmalarda, Fırat (2002), 1990-1999 dönemleri arasında İMKB’de haftanın günü etkisini araştırmıştır. Yöntem sonuçlarına göre, İMKB’de haftanın günü etkisi olduğunu belirtmiştir. Kılıç (2004), FIGARCH modellerini kullanarak İMKB-100 endeksi getirisinde uzun hafıza özelliğinin olduğu ve bu nedenle İMKB’nin etkin bir piyasa olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Kahyaoğlu ve Duygulu (2005), TCMB

bilançosundaki parasal büyüklüklerin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadıklarını ARFIMA ve GPH yöntemleriyle araştırmışlardır. Eken ve Adalı (2008), 1994-2005 tarihleri arasında İMKB’de etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini araştırmıştır. Analiz sonuçlarına göre İMKB’nin zayıf formda etkin olduğunu belirlemiştir. Tunay (2008), 1999-2008 dönemleri arasında ARFIMA-GARCH ile ARFIMA-FIGARCH modellerini kullanarak Dolar, Euro ve Türk Lirası arasındaki çapraz kurların uzun hafıza özelliği gösterdiğini belirtmiştir. Çevik ve Erdoğan (2009), 2003 ve 2007 dönemleri arasında yapısal kırılmayı da göz önüne alarak Türkiye’deki bankacılık sektörünün uzun hafıza özelliği gösterip göstermediğini incelemişlerdir. Sektöre ait hisse senetlerinin uzun hafıza özelliği gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Atan vd., (2009), 2003-2005 dönemleri arasında İMKB’de zayıf formda etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini incelemişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları yarı parametrik yöntemlere göre, İMKB’nin zayıf formda etkin piyasa olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Korkmaz vd. (2009), parametrik yöntemleri kullanarak İMKB-100 endeksinde getiri ve volatilitenin uzun hafıza özelliğini incelemişlerdir. Yöntem sonuçlarına göre, İMKB-100 endeksi getirisinin uzun hafıza özelliği göstermediği ama volatilitenin uzun hafızaya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Korkmaz vd., (2010), 1987-2009 dönemleri arasında İMKB’de yaz saati uygulaması anomalisinin geçerli olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları GARCH, EGARCH ve FIGARCH model sonuçlarına göre, ilkbahar döneminde uygulanmakta olan yaz saati uygulamasının İMKB-100 endeksinin ortalama getirisinde anlamlı bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Yalama vd., (2011), İMKB-30 endeksi getiri serisinde uzun hafıza özelliğini yarı parametrik testler kullanarak incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, endeks getiri serisindeki volatilitenin uzun hafıza özelliği gösterdiği, bu nedenle de İMKB-30 endeksinin zayıf formda etkin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Çevik (2012), İMKB’de on sektör için etkin piyasa hipotezinin geçerliliğini parametrik ve yarı parametrik yöntemleri kullanarak analiz etmiştir. Model sonuçlarına göre, endeks getirilerindeki volatilitenin uzun hafıza özelliği gösterdiğini ve bundan dolayı da İMKB’nin etkin bir piyasa olmadığını belirtmiştir. Türkyılmaz ve Balıbey (2014), 2010-2013 dönemleri arasında BIST-100 endeksi getiri serisindeki volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıyıp taşımadığını FIGARCH modelini kullanarak incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre BIST-100 getiri serisinin volatilitesinde uzun hafıza varlığını tespit etmişler ve buna bağlı olarak da BIST-100’ün etkin bir piyasa olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Günay (2014), 1990-2013 tarihleri arasında BIST-100 endeksinin volatilitesinde uzun hafızanın varlığını FIGARCH modelini kullanarak araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre, BIST-100 endeksinin volatilitesinde uzun hafızanın var olduğunu tespit etmiştir. Büberkökü ve Kızıldere (2017), 1988-2015 dönemleri arasında gerek BIST100 endeksinin finansal karakteristiğini belirlemek gerekse de yapısal kırılmaların BIST100 endeksinin volatilitesinde uzun hafıza özelliğinin geçerliliğini araştırmışlardır. ARFIMA-FIAPARCH, ARFIMA-FIEGARCH, ARFIMA-FIGARCH modellerini kullandıkları çalışmalarının sonucuna göre, BIST-100 endeksinde ikili uzun hafızanın, volatilitenin kümelenmesinin, asimetric tepkinin ve çoklu yapısal kırılmanın olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

3. UZUN HAFIZA MODELLERİ

Çalışmada bankacılık sektöründe etkin piyasa hipotezinin geçerli olup olmadığı uzun hafıza modelleri ile araştırılacağından bu bölümde hem ortalamada hem de varyansta uzun hafızanın varlığını araştırmaya imkan tanıyan ARFIMA-FIGARCH modellerin ekonometrik yapısı hakkında bilgi verilecektir.

3.1. ARFIMA Modeli

Granger ve Joyeux (1980) ve Hosking (1981) serilerin bütünleşme derecesinin her zaman sıfır ya da bir gibi tam sayı değerleri almayacağını ve kesirli bütünleşme derecesine sahip olan serilerin de olabileceğini belirtmiş ve bu doğrultuda kesirli (parçalı) bütünleşme kavramı ekonometri literatürüne girmiştir. Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) modelinden farklı olarak, Otoregresif Kesirli Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARFIMA) modelinin özellikle düşük frekanslı serilerin modellenmesinde daha üstün sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

ARIMA ($p, 1, q$) modeli aşağıdaki gibidir;

$$\Phi(L)(1-L)r_t = \Theta(L)\varepsilon_t \quad (1)$$

burada r_t getiri serisidir, L gecikme operatörüdür, ε_t normal dağılımlı hata terimi göstermektedir ve AR ve MA süreçleri için polinomial yapı aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\Phi(L) = 1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p$$

$$\Theta(L) = 1 + \theta_1 L + \dots + \theta_q L^q$$

Sürecin durağan ve ortalamaya dönme özelliğini gösterebilmesi için $\Phi(L)$ ve $\Theta(L)$ 'nin köklerinin birim çemberin dışında kalması gerekmektedir. Diebold ve Rudebusch (1989) tarafından geliştirilen ARFIMA model aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\Phi(L)(1-L)^{\tilde{d}} r_t = \Theta(L)\varepsilon_t \quad \varepsilon_t \square (0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (2)$$

burada \tilde{d} reel sayı olan kesirli bütünleşme parametresidir. ARFIMA modelde kesirli bütünleşmeyi gösteren $(1-L)^{\tilde{d}}$ binom açılımla sonlu bir MA süreci şeklinde aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$(1-L)^{\tilde{d}} = 1 - \tilde{d}L + \frac{\tilde{d}(\tilde{d}-1)}{2!} L^2 - \frac{\tilde{d}(\tilde{d}-1)(\tilde{d}-2)}{3!} L^3 + \dots \quad (3)$$

Denklem (3)'te $\tilde{d} = 0$ olduğunda model ARMA (p, q) süreci izleyecek ve gecikme sayısı arttıkça otokorelasyon katsayısı geometrik olarak azalacaktır. Bununla birlikte, $\tilde{d} > 0$ olması durumunda gecikme sayısı arttıkça otokorelasyon katsayısının hiperbolik orandan daha yavaş azalması beklenmektedir. Kesirli bütünleşme parametresi \tilde{d} 'nin 0 ile 0.5 ($0 < \tilde{d} < 0.5$) arasında değer alması durumunda ise, r_t serisi durağan olma özelliğini korumasına rağmen otokorelasyon katsayıları toplanamayacak şekilde oldukça yavaş azalacaktır. Bu nedenle kesirli bütünleşme derecesinin 0 ile 0.5 arasında değer alması serinin uzun hafıza özelliği gösterdiği anlamına gelecektir. Kesirli bütünleşme parametresi \tilde{d} 'nin 0.5 ile 1 ($0.5 < \tilde{d} < 1$) arasında değerler alması durumunda getiri serisi durağan

olarak adlandırılmayacak fakat seri ortalamaya dönme eğilimi gösterecektir. Çünkü sistemi etkileyen bir şokun uzun dönemde etkisini kaybetmesi beklenmektedir. Son olarak $\tilde{d} \geq 1$ olması durumunda, r_t serisi hem durağan olmayacak hem de ortalamasına dönme eğilimi göstermeyecektir. Bu durumda sistemi etkileyen şokun etkisi kalıcılık özelliği göstererek sonsuza kadar sürecektir. Bu açıklamaya bağlı olarak, getiri serisinde uzun hafızanın varlığı durumunda kesirli bütünleşme parametresi \tilde{d} 0 ile 0.5 arasında değer alacaktır. Böyle bir durumda geçmiş verileri kullanarak geleceğe ait öngörüler yapılabilecekte ve bu durum zayıf formda etkin piyasa hipotezinin geçerli olmadığını gösterecektir.

3.2. GARCH Modeller

Literatürde yer alan çok sayıda çalışmada yüksek frekanslı getiri serilerinin varyansının sabit olmadığı ve aynı zamanda ardışık bağımlılık özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Finans literatüründe bu durum volatilité kümelenmesi olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle finansal veriler ile analizler yaparken volatilité kümelenmesini dikkate alacak modellerin kullanılması büyük önem arz etmektedir. Koşullu varyansın modellenmesi literatüre ilk olarak Engle (1982) tarafından önerilen Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli ile girmiş daha sonrasında Bollerslev (1982) Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelini geliştirmiştir. GARCH modellerin genel formu aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= z_t \sqrt{h_t} \end{aligned} \quad (4)$$

Denklem (4)'de μ_t getiri serisinin koşullu ortalamasını gösterir ve Otoregresif Kesirli Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARFIMA) modeli ile temsil edilir. h_t zaman değişkenli koşullu varyansı gösterir ve $h_t = \text{Var}_{t-1}(\varepsilon_t^2)$ şeklinde tanımlanır. z_t hata terimidir ve çalışmada z_t 'nin v serbestlik derecesi ile Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (GED) gösterdiği varsayılmıştır.

Denklem (4)'ün en önemli avantajı volatilité kümelenmesini modellemeye olanak tanınması olarak gösterilebilir ve bu durumda ARCH veya GARCH modeller tahmin edilebilir. Diğer taraftan, finansal piyasaların ve getiri serilerinin özelliklerine bağlı olarak GARCH modeller birçok açıdan geliştirilmiştir. Örneğin, Nelson (1991) finansal piyasalarda pozitif ve negatif şokların volatilité üzerinde farklı etkiye sahip olduğunu belirtmiş ve söz konusu asimetrik etkiyi modelleyebilmek için Üssel GARCH (EGARCH) modelini geliştirmiştir. Diğer taraftan, volatilitédeki uzun dönemli bağımlılığı modelleyebilmek için FIGARCH model geliştirilmiştir.

3.2.1. GARCH Model

Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH model volatilité kümelenmesini modellemede literatürde en fazla kullanılan modellerden biridir. Literatürde en fazla kullanılan model spesifikasyonu GARCH (1,1) şeklindedir ve bu model formunun birçok durumda en iyi performansı gösterdiği ampirik

olarak kanıtlanmıştır. Koşullu varyansın modellenmesinde kullanılan GARCH (1,1) model aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$h_t = \omega_0 + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad (5)$$

Denklem (5)'te α şokların volatilité üzerindeki etkisini, β ise volatilité kümelenmesindeki kalıcılığın etkisini göstermektedir. Modelde $\omega > 0$ ve $\alpha, \beta \geq 0$ koşulu negatif olmama koşulu için gerekli iken, $\alpha + \beta < 1$ koşulu durağanlık için gereklidir. Eğer $\alpha + \beta = 1$ ise süreç bütünleşik GARCH (IGARCH) model olarak adlandırılır.

3.2.2. Kesirli Bütünleşik GARCH (FIGARCH) Model

Özellikle son yıllarda volatilité kümelenmesini modellemek için yapılan ampirik çalışmalarda volatilitenin uzun dönemli kalıcılık etkisi gösterdiği belirlenmiş ve bu durum uzun hafıza olarak adlandırılmıştır. Baillie vd. (1996) volatilitéde uzun hafızanın varlığını modellemek için Kesirli Bütünleşik GARCH (FIGARCH) modeli geliştirmişlerdir. FIGARCH model volatilitéde kısa hafızanın olduğu öne süren GARCH model ile volatilitenin durağan olmadığını belirten IGARCH model arasındaki boşluğu doldurmak için önerilmiştir. Diğer bir ifadeyle, GARCH modelde şokların volatilité üzerindeki etkisinin hemen ortadan kaybolduğu varsayımı yapılırken, IGARCH modelde şokların volatilité üzerindeki etkisinin kaybolmadığı varsayılmaktadır. Diğer taraftan FIGARCH modelde şokların volatilité üzerindeki yavaş bir şekilde hiperbolik olarak azaldığı varsayımı yer almaktadır. FIGARCH (1, d, 1) model aşağıdaki gibi gösterilir:

$$(1 - \beta) h_t = \omega_0 + \left[1 - \beta L - \alpha L(1 - L)^d \right] \varepsilon_{t-1}^2 \quad (6)$$

Denklem (7)'de L gecikme operatörüdür ve kesirli bütünleşme parametresi olan d volatilitenin uzun dönemli dinamikleri modellemeye olanak sağlamaktadır. d 'nin sıfır değerini alması durumunda Denklem (6) GARCH modele, d 'nin bir değerini alması durumunda Denklem (6) IGARCH modele dönüşmektedir. FIGARCH modelde $0 < d < 5$ olması durumunda ise süreç uzun hafızalı olarak adlandırılmaktadır. FIGARCH modelde tüm parametreler için pozitif olma koşulu vardır ve model tahminlerinde $0 \leq \beta + \alpha \leq d \leq 1$ kısıdının sağlanması gerekmektedir.

3.2.3. ICSS-FIGARCH Model

Serilerin varyansında ortaya çıkan yapısal kırılmaların özellikle GARCH modellerde parametrelerin daha yüksek tahmin edilmesine ve sahte durağan dışı süreç oluşturduğuna dair geniş bir literatür bulunmaktadır. Ayrıca yine yapısal kırılmaların varlığının serilerde sahte uzun hafıza sürecine neden olduğunu gösterir çok sayıda çalışma literatürde bulunmaktadır. Çalışmada 1997 ile 2018 yılları arasında oldukça uzun bir dönem ele alındığından ve söz konusu dönemde gerek Türkiye ekonomisinde gerekse dünyada krizler yaşandığından serilerin varyansında yapısal kırılmaların ortaya çıkması beklenmekte ve bu nedenle yapısal kırılmaların olup olmadığını araştırılması gerekmektedir.

Getiri serisinin varyansında yapısal kırılmaların varlığı Inclian ve Tiao (1994) tarafından geliştirilen ve Sanso vd. (2004) tarafından modifiye edilen İteratif Kümülatif Kareler Toplamına (ICSS) dayanan yöntem ile araştırılmıştır. Sanso vd., (2004), varyanstaki kırılmaları araştırırken kullanılacak test istatistiğini aşağıdaki gibi formüle etmişlerdir:

$$K_2 = \sup_k |T^{-1/2} G_k| \quad (7)$$

burada; $G_k = \hat{\omega}_4^{-1/2} \left(C_k - \frac{k}{T} C_T \right)$ şeklinde ve $C_k = \sum_{t=1}^k r_t^2$ ortalaması sıfır, varyansı σ_t^2 olan rassal değişken r_t 'nin kümülatif kareler toplamını göstermektedir. $\hat{\omega}_4$, ω_4 'ün tutarlı bir tahmincisi olup, ω_4 'ün parametrik olmayan tahmincisi ise şu şekildedir:

$$\hat{\omega}_4 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\varepsilon_t^2 - \hat{\sigma}^2)^2 + \frac{2}{T} \sum_{l=1}^m \omega(l, m) \sum_{t=l+1}^T (\varepsilon_t^2 - \hat{\sigma}^2)(\varepsilon_{t-1}^2 - \hat{\sigma}^2) \quad (8)$$

Burada; $\omega(l, m)$ Bartlett gibi bir gecikme olup, $\omega(l, m) = 1 - l/(m + 1)$ olarak veya kuadratik spektral olarak tanımlanmaktadır. Sanso vd., Newey ve West (1994) tarafından geliştirilmiş otomatik bir prosedür kullanılarak seçilebilen bant genişliği yöntemini kullanmayı önermişlerdir.

Serilerin varyansında kırılma bulunması halinde genişletilmiş FIGARCH (ICSS-FIGARCH) model aşağıdaki gibi gösterilir:

$$(1 - \beta) h_t = \omega_t + \left[1 - \beta L - \alpha L(1 - L)^d \right] \varepsilon_{t-1}^2 \quad (9)$$

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

burada B varyansta kırılma testinden elde edilen kırılma sayısını, D kırılma tarihlerine göre oluşturulmuş kukla değişkenleri göstermektedir. Bu bağlamda ICSS-FIGARCH model FIGARCH modelin kukla değişkenler ile genişletilmiş bir versiyonu şeklindedir.

3.2.4. Adaptif FIGARCH (A-FIGARCH) Model

Baillie ve Morana (2009) serilerin koşulsuz varyansında yapısal kırılmaların varlığı ya da rejim değişimlerinin olması durumunu ele almışlar ve koşulsuz varyansın zaman içinde değişkenlik göstermesi durumunda etkin tahminciler veren bir yöntem önermişlerdir. Yöntem koşullu varyans denkleminde trigonometrik fonksiyon değerlerinden oluşan Fourier serilerinin eklenmesine dayanmakta ve model aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$(1 - \beta) h_t = \omega_t + \left[1 - \beta L - \alpha L(1 - L)^d \right] \varepsilon_{t-1}^2 \quad (10)$$

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

A-FIGARCH modelde koşullu varyans denklemindeki sabit terimin zaman içinde değişimine olanak tanıyan Fourier terimleri yer almaktadır. Bu modelde k 'nın alacağı değer belirlenirken farklı değerler dikkate alınmakta ve model seçim kriterleri dikkate alınarak optimal k değeri belirlenmektedir.

4. AMPİRİK BULGULAR

Bu çalışmada, BIST Bankacılık sektörü için etkin piyasa hipotezinin geçerliliği uzun hafıza modelleri ile araştırılacaktır. Bu nedenle, bu sektöre ait endeks getirileri ve volatilitesinde uzun hafızanın varlığı araştırılıp, elde edilen sonuçlarla etkin piyasa hipotezi değerlendirilmeye çalışılacaktır. Bu amaçla çalışmada, Borsa İstanbul'un resmi internet sitesinden elde edilen, bankacılık sektörüne ait 3 Ocak 1997 ile 31 Aralık 2018 tarihleri arasındaki günlük kapanış fiyatlarının oluşturduğu 5727 adet gözlem kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan endekse ait getiri serisi $r_t = 100 \times \ln(P_t/P_{t-1})$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Burada r_t ; t zamanındaki endeksin getirisini, P_t ; t zamanındaki endeksin kapanış fiyatını, P_{t-1} ; t-1 zamanındaki endeksin kapanış fiyatını göstermektedir. Bankacılık sektörü endeks getiri serisine (RBANK) ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: BIST Banka Endeksi Getiri Serisinin Tanımlayıcı İstatistikleri

İSTATİSTİKLER	RBANK
Gözlem Sayısı	5727
Ortalama	0.084
Medyan	0.000
Maksimum	17.263
Minimum	-21.169
Standart Sapma	2.782
Çarpıklık	0.083
Basıklık	7.747
Jarque-Bera	5385.20 [0.000]
Q(20)	51.483 [0.000]
Q _s (20)	1535.93 [0.000]
LM(5)	109.49 [0.000]
ADF	-74.096***
PP	-74.105***
KPSS	0.051***

Tablo 1'deki sonuçlara göre, örneklem dönemi için günlük ortalama getirinin pozitif olduğu, günlük en yüksek yüzde getirinin %17.262 (05.12.2000 tarihinde) ve en düşük yüzde getirinin ise %-21.169 (21.02.2001 tarihinde) olduğu görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde, çarpıklık değerinin pozitif olması serinin sağa asimetric, basıklık değerinin de üçten büyük olması serinin aşırı basık olduğu ve getiri serisinin dağılımının kalın kuyruklu olduğunu göstermektedir. Ayrıca Jarque-Bera normallik testi sonucu getiri serisinin normal dağılmadığını göstermemektedir. Gerek getiri seri için gerekse getiri serisinin karesi için hesaplanan Box-Pierce Q istatistikleri hem ortalamada hem de varyansta otokorelasyonun varlığına işaret etmektedir. Koşullu değişen varyansın varlığını araştırmak için hesaplanan ARCH LM testi sonucu getiri serisinin varyansının sabit olmadığını ve ARCH etkisi gösterdiğini belirtmektedir. Ayrıca birim kök testi sonuçları getiri serisinin durağan olduğunu göstermektedir.

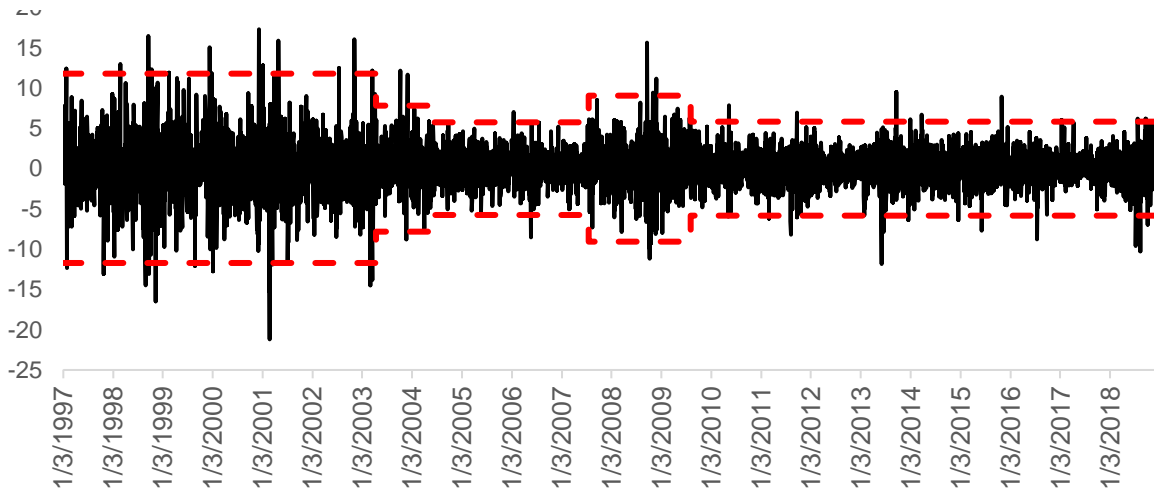
Getiri serisini modellemeden önce, serinin varyansında yapısal kırılmaların olup olmadığı Sanso vd. (2002) tarafından geliştirilen test ile araştırılmış, sonuçlar Tablo 2 ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Tablo

2 ve Şekil 1'deki sonuçlara göre, getiri serisinin varyansında dört yapısal kırılma noktası belirlenmiştir. Tarihler incelendiğinde ise, ilk olarak 2001 krizi sonrası dönemin ön plana çıktığı görülmekte ve 2003 ile 2004 yıllarında yapısal kırılmanın varlığı tespit edilmiştir. Şekil 1'de yer alan getiri serisi incelendiğinde 1997 ile 2003 yılları arasında volatilitenin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç beklentileri karşılar niteliktedir çünkü, 1997 Güney Doğu Asya Krizi, 1998 Rusya Krizi, 1999 yılından yaşanan deprem, 2000 ve 2001 krizlerinin etkisiyle bankacılık endeksinde volatilitenin yüksek olması kaçınılmaz olmuştur. 2003 yılı sonrasında ise endeksteki volatilitenin oldukça azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte küresel finansal krizin etkisiyle 2007 yılından itibaren oynaklığın arttığı ve bu durumun 2009 yılına kadar sürdüğü görülmektedir. Bu nedenle son iki kırılma tarihi küresel finansal krizin başladığı ve etkisini kaybettiği dönem olarak belirlenmiştir.

Tablo 2: Varyansta Kırılma Testi Sonuçları

Seri	Kırılma Sayısı	Kırılma Tarihleri
RBANK	4	14.04.2003 08.06.2004 18.07.2007 05.08.2009

Şekil 1: RBANK Getiri Serisi



Not: Kesikli çizgiler ± 3 sapmalı güven sınırlarıdır.

Getiri serisini modellemek için öncelikle ARFIMA model tahmin edilmiş ve ortalama denklemi için en uygun ARMA yapısı Schwarz bilgi kriterine ARMA (0, 0) olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, ARFIMA modelden elde edilen hata terimlerinde ARCH etkisinin varlığı tespit edildiğinden model formu ARFIMA-FIGARCH olarak değiştirilmiştir. Diğer taraftan modeller arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla GARCH modelin yanı sıra, ARFIMA-GARCH model ve ARMA-FIGARCH modellerde tahmin edilmiştir. Son olarak, yapısal kırılmaların etkisini dikkate alabilmek amacıyla, ICSS-FIGARCH model ile A-FIGARCH model tahminlerine çalışmada yer verilmiştir.

Getiri serisinin ortalaması ve varyansı için elde edilen tahmin sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir. Ortalama getiride uzun hafızanın varlığını araştıran ARFIMA-GARCH ve ARFIMA-FIGARCH model sonuçları incelendiğinde uzun hafıza parametresinin negatif ve istatistiksel olarak anlamsız olduğu

görülmektedir. Bu sonuç getiri serisinin uzun hafızaya sahip olmadığını göstermektedir. Diğer taraftan, GARCH model sonuçları incelendiğinde, ARCH ve GARCH parametrelerinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmekte ve ayrıca $\alpha + \beta$ toplamının 0.991 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç volatilitedeki kalıcılığın yüksek olduğunu ve şokların volatilité üzerindeki etkisinin hemen kaybolmadığını göstermektedir.

Volatilitéde uzun hafızanın varlığını araştıran ARFIMA-FIGARCH ve FIGARCH model sonuçları incelendiğinde ise, volatilité için uzun hafıza parametresi 0.31 olarak tahmin edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç ise, getiri serisinin volatilitésinin uzun hafıza özelliği gösterdiğini belirtmektedir.

Varyansta yapısal kırılmaların volatilité denkleminde etkisini dikkate alabilmek için ICSS-FIGARCH ve A-FIGARCH modeller tahmin edilmiştir. Varyanta kırılma testi sonucuna göre dört kırılma belirlendiğinden kırılma dönemlerine denk gelen dört kukla değişkenler oluşturulmuş ve söz konusu değişkenler volatilité denklemine dahil edilmiştir. Bununla birlikte üçüncü kukla değişken (ω_3) istatistiksel olarak anlamlı elde edilemediğinden modelden çıkarılmıştır. A-FIGARCH modelde ise $k=4$ olacak şekilde Fourier serileri (sinüs ve kosinüs fonksiyon değerleri) oluşturulmuş ve istatistiksel olarak anlamsız olan değişkenler modelden çıkarılmıştır. Bu bilgiler ışığında, model sonuçlarına göre, yapısal kırılmaların sahte uzun hafıza sürecine neden olduğu söylenebilir. Şöyle ki, ICSS-FIGARCH ve A-FIGARCH modelde göre uzun hafıza parametresi sırasıyla 0.215 ve 0.244 olarak tahmin edilmiştir. Bu nedenle yapısal kırılmaların etkisi dikkate alındığında uzun hafıza parametresinde anlamlı bir azalış belirlenmiştir. Bununla birlikte her iki modelde uzun hafıza parametresi istatistiksel olarak anlamlı bulunduğundan getiri serisinin uzun hafıza özelliğini koruduğu söylenebilir.

Çalışmada getiri serisinin ortalamasında ve varyansında uzun hafızanın varlığı farklı modeller ile araştırılmaya çalışılmıştır. Bu nedenle hangi modelin veriyi daha iyi temsil ettiğinin ayrıca araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle her bir modele ait model bilgi kriterleri ve log olabilirlik (lnL) değerleri dikkate alınmıştır. Tablo 3'ün altında yer alan model seçim kriterlerine göre; en büyük lnL değeri ICSS-FIGARCH modelden elde edilirken, Akaike ve Hannan-Quin model seçim kriterleri veriyi temsil etmede en başarılı modelin ICSS-FIGARCH model olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan Schwarz modeli seçim kriteri FIGARCH modelin veriye daha iyi uyum sağladığını göstermektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, ICSS-FIGARCH modelin diğer modellere göre bankacılık sektörü endeks getiri serisini modellemede daha üstün sonuçlar verdiği söylenebilmektedir. Bun nedenle bankacılık sektörü endeksi için volatilitéyi tahmin ederken hem uzun hafızanın hem de yapısal kırılmaların dikkate alınması gerektiği ön plana çıkmaktadır.

Tablo 3: ARFIMA-FIGARCH Model Sonuçları

	ARFIMA- GARCH	GARCH	ARFIMA- FIGARCH	FIGARCH	ICSS- FIGARCH	A- FIGARCH
Ortalama						
μ	0.044 [0.119]	0.041 [0.103]	0.047 [0.027]	0.044 [0.128]	0.046 [0.068]	0.046 [0.050]
\tilde{d}	-0.007 [0.400]	-	-0.008 [0.261]	-	-	-
Varyans						
ω	0.069 [0.011]	0.069 [0.011]	0.396 [0.001]	0.393 [0.001]	2.396 [0.009]	-0.389 [0.291]
α	0.061 [0.000]	0.062 [0.000]	0.243 [0.016]	0.244 [0.014]	0.078 [0.663]	0.144 [0.345]
β	0.929 [0.000]	0.929 [0.000]	0.452 [0.000]	0.454 [0.000]	0.191 [0.339]	0.288 [0.089]
d	-	-	0.313 [0.000]	0.314 [0.000]	0.215 [0.000]	0.244 [0.000]
ν	1.233 [0.000]	1.235 [0.000]	1.255 [0.000]		1.269 [0.000]	1.264 [0.000]
ω_1					-1.620 [0.054]	
ω_2					-1.761 [0.014]	
ω_3					-	
ω_4					-1.735 [0.014]	
γ_1						0.447 [0.055]
δ_1						0.257 [0.082]
γ_2						0.362 [0.066]
δ_2						
γ_3						
δ_3						-0.270 [0.052]
γ_4						
δ_4						0.264 [0.033]
Q (50)	70.528 [0.029]	64.940 [0.076]	68.337 [0.043]	63.033 [0.102]	61.426 [0.128]	62.851 [0.104]
Q_s (50)	51.583 [0.335]	51.156 [0.350]	47.791 [0.481]	47.565 [0.490]	50.623 [0.370]	48.743 [0.442]
Ln(L)	-13117.953	-13118.401	-13099.298	-13099.779	-13088.010	-13091.976
AIC	4.583	4.582	4.577	4.576	4.573	4.575
SBC	4.590	4.588	4.585	4.583	4.584	4.588
H-Q	4.585	4.585	4.577	4.579	4.577	4.580

Not: \tilde{d} ortalama getiride uzun hafıza parametresi için, d volatilitede uzun hafıza parametresi için, ν ise GED parametresi tahmin değerini göstermektedir. Q ve Q_s sırasıyla hata terimleri ve hata terimlerinin karesi için Box-Pierce Q istatistikleridir. ω_i yapısal kırılma tarihlerine göre oluşturulmuş kukla değişkenlerin katsayılarını göstermektedir. γ_i ve δ_i Fourier serileri için sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının katsayı tahminlerini göstermektedir. Ln(L) log-olabilirlik değerini, AIC, SBC ve H-Q ise sırasıyla Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn model seçim kriterlerini göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler p-değeridir.

Son olarak modellerin öngörü performansını değerlendirebilmek amacıyla her bir model tekrar tahmin edilmiş fakat bu aşamada 14.03.2018 ile 31.12.2018 tarihleri arasındaki 200 gözlem değeri öngörü performansını karşılaştırmak amacıyla tahmin modeline dahil edilmemiştir. Diğer bir ifadeyle tüm modeller 3.01.1997 ile 13.03.2018 tarihleri arasındaki verile kullanarak tahmin edilmiştir. Tablo 4'te modellere ait öngörü performans istatistikleri yer almaktadır. Çalışmada modellerin öngörü performansları değerlendirilirken, Karekök Ortalama Kareli Hata (Root Mean Squared Error-RMSE), Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-MAE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error-MAPE) istatistikleri dikkate alınmıştır. Her üç istatistikte modellerden elde edilen öngörü değerleri ile gerçekleşen değerler arasındaki farka göre hesaplanmakta ve bu nedenle daha düşük istatistik değeri daha iyi öngörü yapıldığı anlamına gelmektedir. Tablo 4'te yer alan sonuçlar varyans için öngörü değerlerine ait performans göstergelerini belirtmekte ve üç istatistikten ikisi (MAE ve MAPE) ICSS-FIGARCH modelin daha iyi öngörüler yaptığını, RMSE istatistiği ise GARCH modelden

elde edilen öngörülerin daha düşük hataya sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre, ICSS-FIGARCH modelin diğer modellere göre daha iyi öngörü değerine sahip olduğu ifade edilebilmektedir.

Tablo 4: Modellerin Öngörü Performansları

	ARFIMA-GARCH	GARCH	ARFIMA-FIGARCH	FIGARCH	ICSS-FIGARCH	A-FIGARCH
RMSE	11.96	11.95	12.20	12.20	12.35	12.18
MAE	5.82	5.824	5.431	5.432	5.269	5.451
MAPE	1102	1105	810.9	811.3	659.7	822.3

SONUÇ

Etkin Piyasalar Hipotezi uzun yıllardır akademisyen ve yatırımcıların ilgisini çeken önemli bir önermedir ve bu hipotezin geçerli olup olmadığını araştıran çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu hipotezin bu denli ilgi çekmesinin ve bu konuda çok sayıda araştırma yapılmasının elbette birçok nedeni bulunmaktadır. Örneğin, etkin olmayan bir piyasada risk ağırlıklı getirinin daha yüksek olması beklenir ve bu nedenle hisse senedi piyasasının etkinliğine yönelik araştırmalar hem bireysel hem de kurumsal yatırımcılar açısından oldukça önemlidir. Piyasa etkinliğinin iyi bir şekilde anlaşılması firmaların değerini belirlemede karar verici konumda olan yöneticiler için büyük öneme sahiptir. Etkin piyasa hipotezi ayrıca hisse senedi piyasalarının geliştirilmesinde model olarak kullanılabilirdiğinden, hisse senedi piyasasında işlem yapan yatırımcılar ve danışmanlar için büyük önem arz eder. Son olarak, etkin piyasa hipotezi finans literatüründe yer alan birçok modelin temel varsayımlarından biri konumundadır.

Etkin piyasalar hipotezinin geçerliliği finansal teoriler ve yatırım stratejileri için de büyük bir öneme sahip olduğundan, bu hipotezin geçerli olup olmadığı akademisyenler, yatırımcılar ve düzenleyici otoritenin ayrıca ilgisini çekmektedir. Akademisyenler açısından hisse senedi fiyatı davranışlarını belirlemek ve sermaye varlıkları fiyatlama modeli gibi standart risk-getiri modellerinin özelliklerini ortaya çıkarmak oldukça önemlidir. Bununla birlikte söz konusu modeller getiri serilerinin rassal yürüyüş özelliği gösterdiği ve normal dağıldığı hipotezlerine dayanmaktadır. Yatırımcılar ise işlem stratejilerini oluştururken hisse senedi fiyatlarının gelecekteki alacağı değerler için yapılan tahminleri dikkate alırlar ve yapılan tahminlerin geçerli olup olmadığı zayıf formda etkin piyasa hipotezi ile yakında ilişkilidir. Son olarak, eğer hisse senedi piyasası etkin değilse, fiyatlama mekanizması sermayenin etkin dağıtımını sağlamada yetersiz kalacak ve bu durum ülke ekonomisi üzerinde olumsuz bir etki oluşturacaktır. Sermaye piyasalarında etkinliğin sağlanmadığına yönelik kanıtlar düzenleyici otorite için reformların gerçekleşmesinde gerekli adımların atılması için yol gösterici olacaktır.

Bu çalışmada Borsa İstanbul için bankacılık sektörü özelinde zayıf formda etkin piyasa hipotezinin varlığı araştırılmıştır. Çalışmada bankacılık sektörünün dikkate alınmasının birkaç nedeni

vardır. Türkiye’de finansal sistemin bankacılık temelli olduğu ve bankaların finansal aracılıkta rolünün çok büyük olduğu dikkate alındığında, bankacılık sektörünün etkin olması sermayenin de etkin bir şekilde dağıtıldığı anlamına gelmektedir. Bankacılık sektörü finansal büyüklük açısından Borsa İstanbul’da önemli bir yere sahiptir ve sektörde yer alan bankaların piyasa değeri BIST 100 endeksinde yer alan tüm firmaların piyasa değerinin yaklaşık %40’ına eşittir. Bu bağlamda, bankacılık sektörü Borsa İstanbul’a yön veren önemli sektörlerden bir tanesi konumundadır ve bu sektörün etkin olması genel endeksinde etkinliğini etkilemesi beklenmektedir.

Çalışmada bankacılık sektörü için etkin piyasalar hipotezinin geçerli olup olmadığı farklı modeller çerçevesinde ele alınmıştır. Öncelikle ortalama denklemi için elde edilen sonuçlara getiri serisinde uzun hafızanın olmadığına işaret etmektedir. Getiri serisinin varyansında yapısal kırılmalar belirlenmiş ve volatilitede uzun hafızanın varlığı araştırılırken yapısal kırılmaların etkisi modele dahil edilmiştir. Ampirik analiz sonuçları, yapısal kırılmaların etkisini dikkate alan uzun hafıza modelinin (ICSS-FIGARCH) modelinin veriyi daha iyi temsil ettiğini göstermektedir. Varyans denkleminde uzun hafıza parametresinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı çıkması volatilitede uzun hafızanın varlığına işaret etmektedir. Bu sonuç BIST bankacılık sektör endeksinde volatilitenin geçmiş dönemdeki değerlerden etkilendiği ve tahmin edilebilir özellikte olduğunu göstermektedir. Ayrıca farklı dönemlerde benzer araştırmayı yapan Çevik ve Erdoğan (2009) ve Türkyılmaz ve Balıbey (2014), çalışmalarında elde ettikleri sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre BIST banka sektörünün zayıf formda etkin bir piyasa olmadığı söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Andreou, E. ve Ghysels, E. (2002) “Detecting Multiple Breaks in Financial Market Volatility Dynamics”, *Journal of Applied Econometrics*, 17, 579- 600.
- Arouri, M. (2012) “Forecasting the conditional volatility of oil spot and futures prices with structural breaks and long memory models”, *Energy Economics*, 34(1): 283-293.
- Atan, M., Atan, S. D. ve Özdemir, Z. A. (2009) “Hisse Senedi Piyasasında Zayıf Formda Etkinlik: İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 33-48.
- 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): 1577-1592.
- Baillie, R. T., Bollerslev, T. ve Mikkelsen, H. O. (1996) “Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity”, *Journal of Econometrics*, 74 (1): 3-30.
- Bayraktar, A. (2012) “Etkin Piyasalar Hipotezi”, *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 37-47.

- Belkhouja, M. ve Boutahary, M. (2010) “Modeling Volatility with Time-Varying FIGARCH Models”, *Economic Modelling*, 28 (3): 1106-1116.
- Bollersley, T. (1986) “Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity” *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Box, G. ve Jenkins, M. G. (1976) “Time Series Analysis Forecasting and Control”, San Francisco, Holden Day.
- Büberkökü, E. ve Kızıldere, C. (2017) “BİST100 Endeksinin Volatilité Özelliklerinin İncelenmesi”, V. Anadolu International Conference in Economics, Eskişehir, Turkey.
- Çevik, E. İ. (2012) “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda Etkin Piyasa Hipotezinin Uzun Hafıza Modelleri İle Analizi: Sektörel Bazda Bir İnceleme”, *Journal of Yasar University*, 26 (7): 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): 26-40.
- Diebold, F. X. ve Rudebusch, G. D. (1989) “Long memory and persistence in aggregate output”, *Journal of Monetary Economics*, 24(2): 189-209.
- Degutis, A. ve Novickytė, L. (2014) “The Efficient Market Hypothesis: A Critical Review of Literature and Methodology”, *Ekonomika*, 93(2): 7-23.
- Eken, M. H. ve Adalı S. (2008) “Piyasa Etkinliği ve İMKB: Zayıf Formda Etkinliğe İlişkin Ekonometrik Bir Analiz”, *Muhasebe ve Finans Dergisi*, 37, 1-16.
- Enders, W. (1995) “Applied Econometrics Time Series”, John Wiles and Sons, Canada.
- Engle, R. (1982) “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation”, *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Fama, F.E. (1970) “Efficient capital markets: a review of theory and empirical work”, *The Journal of Finance*, 25 (2): 383-417.
- Granger, C.W.J. ve Joyeux, R. (1980) “An introduction to long memory time series models and fractional differencing”, *Journal of Time Series Analysis*, 1, 15-39.
- Günay, S. (2014) “Yapısal Kırılmalar Dahilinde BİST-100 Endeksi Volatilitésinin Uzun Dönem Bellek Analizi”, *Journal of Yasar University*, 9(36):6300-6314.
- Hosking, J.R.M. (1981) “Fractional differencing”, *Biometrika*, 68, 165-76.
- Inclan, C. ve Tiao, G. (1994) “Use of Cumulative Sums of Squares Retrospective Detection of Changes in Variance”, *Journal of the American Statistic Association*. 89, 913-923.

- Kahyaoğlu, H. ve Duygulu, A. A. (2005) “Finansal Varlık Fiyatlarındaki Değişme –Parasal Büyüklükler Etkileşimi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 20 (1): 63-85.
- Kang, S.H., Cheong, C. ve Yoon, S-M. (2010) “Long memory volatility in Chinese stock markets”, Physica A, 389 (7): 1425-133.
- Karan, B. (2001) “Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi”, 1. Baskı. Gazi Kitabevi.
- 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): 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): 122-139.
- Kılıç, R. (2004) “On the long memory properties of emerging capital markets: Evidence from Istanbul stock Exchange”, Applied Financial Economics, 14 (13): 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. 186-191.
- Korkmaz, T., Başaran, Ü. ve Çevik, E. İ. (2010) “Yaz Saati Uygulaması Anomalisinin İMKB 100 Endeks Getirisine Etkisinin Test Edilmesi”, Ege Akademik Bakış Dergisi, 10(4): 1139-1153.
- Kutlar, A. (2017) “E.Views ile Uygulamalı Çok Denklemlili Zaman Serileri” 1. Baskı. Umuttepe Yayınları.
- Maheshchandra, J. P. (2012) “Long memory property in return and volatility: Evidence from the Indian stock markets”, Asian Journal of Finance & Accounting, 4 (2): 218-230.
- Maymin, P. Z. (2011) “Markets are Efficient if and Only if P = NP”, Algorithmic Finance, 1(1): 1-12.
- Newey, W. ve West, K. (1994) “Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation”, Review of Economic Studies, 61, 631-653.
- 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): 373-375.
- Sanso, A., Arago, V. ve Carrion, J. L. (2004) “Testing for Change in the Unconditional Variance of Financial Time Series”, Revista de Economia Financiera, 4, 32-53.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2006) “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 61(4): 244-265.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2010) “Ekonometrik Zaman Serileri Analizi” 3. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım.

- Tang, T. L. ve Shieh, S.J. (2006) “Long Memory in Stock Index Futures Markets a Value-at-Risk Approach”, *Physica A*, 366, 437-448.
- Tayefi, M. ve Ramanathan T. V. (2012) “An Overview of FIGARCH and Related Time Series Models”, *Austrian Journal of Statistics*, 41 (3): 175-196.
- Tunay, K. B. (2008) “Türkiye’de Merkez Bankası Müdahalelerinin Döviz Kurlarının Oynaklığına Etkileri”, *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 2 (2): 77-111.
- 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): 281-302.
- Yalama, A., Çelik, S. ve Sevil, G. (2011) “Long Memory in Stock Markets: Empirical Study on Spot and Future Markets in Turkey”, *Academic and Business Research Institute International Conference, International Conference-Las Vegas*.