



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Türkiye'deki Bankaların Hisse Senedi Getirilerinde Fraktal Piyasa Hipotezinin Testi

Aykut Karakaya<sup>1</sup>, M. Esra Atukalp<sup>2</sup>

Öz

Bankalarda volatilité yapısının modellenmesiyle, bankaların yanında ekonominin genelini ilgilendiren risk ve belirsizliklerin karakteristik yapısı ortaya konulmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki bankaların hisse senedi getirilerindeki volatilitenin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın inceleme dönemi 5 Ocak 2010 - 31 Aralık 2020'dir. Ding, Granger ve Engle (1993) tarafından önerilen doğrusal olmayan asimetric koşullu volatilité analiz yöntemiyle (APGARCh) bankaların hisse senetlerinin getiri volatilitesi tahmin edilmiştir. Çalışmada öncelikle getirilerin durağanlığı, ARCH etkisi, asimetri yapısı ve doğrusallık özellikleri test edilmiştir. Ardından, APGARCh modeliyle, bankaların getiri volatilitesindeki şokun yüksek kalıcılığa sahip olduğu, asimetri etkisinin bulunduğu ve uzun dönem hafıza özelliğinin olduğu ortaya konmuştur. Bulgular, Türkiye'deki bankaların hisse senedi getiri volatilitesinde Etkin Piyasalar Hipotezi'nin yerine Fraktal Piyasa Hipotezi'nin varlığını destekleyici niteliktedir. Buna göre hisse senedi fiyatlarında bağımlılık tespit edilmiştir. Dolayısıyla, yatırımcıların teknik analiz varsayımlarını dikkate aldıkları söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Uzun Dönemli Hafıza, Etkin Piyasa Hipotezi, Fraktal Piyasa Hipotezi, Bankalar.

## Fractal Market Hypothesis Test Of The Banks' Stock Returns in Turkey

**Abstract**

By modeling the volatility structure of banks, the characteristic structure of risks and uncertainties that concern the economy as well as banks are revealed. In this study, it is aimed to estimate the volatility of stock returns of banks in Turkey. The review period of the study is January 5, 2010 - December 31, 2020. The return volatility of banks' stocks was estimated with the nonlinear asymmetric conditional volatility analysis method (APGARCh) proposed by Ding, Granger, and Engle (1993). In the study, first of all, the stability of returns, ARCH effect, asymmetry structure, and linearity properties are tested. Then, with the APGARCh model, it was revealed that the shock in the return volatility of banks has high permanence, has an asymmetry effect and has a long-term memory feature. The findings support that the existence of Fractal Market Hypothesis rather than the Efficient Market Hypothesis in the stock return volatility of the banks in Turkey. Accordingly, dependency on stock prices has been determined. Therefore, it can be said that investors take into account the assumptions of technical analysis.

**Keywords:** Long Memory, Efficient Market Hypothesis, Fractal Market Hypothesis, Banks.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, [aykut.karakaya@erdogan.edu.tr](mailto:aykut.karakaya@erdogan.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-6491-132X>

<sup>2</sup> Corresponding Author (Sorumlu Yazar), Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Balıncak K.K. Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, [esra.atukalp@gmail.com](mailto:esra.atukalp@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8412-1448>

**Atıf:** Karakaya, A., & Atukalp, M. E. (2022). Türkiye'deki bankaların hisse senedi getirilerinde fraktal piyasa hipotezinin testi. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 40 (2), 316-342.

## GİRİŞ

Finansal sistem; çeşitli fonksiyonları yerine getirmek üzere bir ekonomide fon arz ve talep edenlerin, piyasaların, araçların ve finansal kurumların bir araya gelmeleri sonucunda oluşan bir bütündür. Ekonomilerin en fazla gereksinim duyduğu fon transferi sürecinin merkezi konumunda olan finansal sistem bu özelliği ile ekonominin bütünü içinde önemli bir yere sahiptir.

Finansal sistemin etkinliği genel ekonominin istikrarı için belirleyicidir. Finansal sistemin etkinliğinde de sistemde yer alan finansal kurumların fonksiyonları yerine getirmedeki başarısı etkilidir. Finansal sistemde fon arz eden ve talep edenlerin arasında köprü görevini görmekte olan söz konusu kurumlar, bu görevlerini finansal araçların da belirleyici olduğu şekilde, birbirinden farklı esaslarda yürütmektedirler.

Finansal sistem içerisinde yer alan finansal kuruluşlar arasında bankaların, daha geniş kitlelere ulaşmalarının da bir sonucu olarak görece ağırlıkları fazla olup, bankalar her ülke ekonomisinde olduğu gibi Türkiye ekonomisi açısından da kritik öneme sahiptirler. Bankaların, bir anonim şirket olarak kaynak ihtiyacını karşılamada başvurduğu doğrudan finansman yöntemi olarak halka açılmadan (arz) bahsedilebilir. Bankalar faaliyetlerini genişletmek ve kendine fon sağlamak amacıyla halka arz edilebilirler. Halka açılan bankalar, finansman yöntemi olarak halka açılmanın tercih edilebilmesi için istikrarlı, başarılı ve büyüme gösteren bankalar olarak değerlendirilebilir.

Finansal varlıkların fiyatındaki risk ve belirsizlik ölçüsü olan volatilité, varlık fiyatındaki değişimleri gösterir. Yatırımcılar finansal piyasalardaki yatırım kararlarında yoğun biçimde finansal varlık volatilitésine yani fiyatların yukarı ve aşağı değişimlerine odaklanmaktadır çünkü volatilité politik, ekonomik ve yatırımcı davranışı gibi birçok faktörden etkilenen çok boyutlu bir olgudur. Literatürde volatilitenin araştırılmasına yönelik tartışmalar geçmişe nazaran günümüzde ivme kazanmıştır. Bunun nedenlerinden biri de volatilitenin doğrudan gözlenebilir olmamasıdır. Bu yönüyle de volatilitenin tahmini yatırımcılar açısından kritik öneme sahiptir.

Fiyatların yeni bilgiye göre rassal olarak değişim gösterdiğini, piyasanın anlık ayarlama özelliğinin menkul kıymetlerdeki art arda fiyat değişikliklerinin bağımsızlığını sağladığını varsaymakta olan etkin piyasalar hipotezine göre, menkul kıymetin cari fiyatı geçmişteki fiyatlarından tamamen bağımsızdır. Etkin piyasalar hipotezinin aksine, fraktal piyasa hipotezi bilginin yatırımcının yatırım ufkuна göre değerlendirildiğini belirtmektedir. Fraktal piyasa hipotezine göre fiyatlar, kısa vadeli alım-satım ve uzun vadeli alım-satımın bir birleşimini yansıtmaktadır. Dolayısıyla fraktal piyasa hipotezi, etkin piyasa hipotezinin aksine, finansal varlık fiyatı veya volatilité yapısında uzun hafızanın olduğunu işaret etmektedir.

Türkiye'deki bankalarda volatilité yapısı, bankacılık sektöründe yaşanabilecek yüksek risk veya krizin sadece finansal kesimi değil aynı zamanda özel kesimi ve kamu kesimini de etkilemesi açısından önemlidir. Böylece volatilité yapısının modellenmesiyle, bankaların yanında ekonominin genelini ilgilendiren risk ve belirsizliklerin karakteristik yapısı ortaya konabilecektir. Çalışmayla Türkiye'deki bankaların günlük hisse senedi getirilerindeki volatilitenin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın inceleme dönemi 5 Ocak 2010 - 31 Aralık 2020'dir. Doğrusal olmayan ve asimetrik koşullu volatilité analiz yöntemi olarak Ding, Granger ve Engle (1993) tarafından önerilen APGARCh modeliyle bankaların hisse senetlerinin getiri volatilitésini tahmin edilmiştir. Çalışmada öncelikle 10 bankanın hisse senetlerinin getirilerinin volatilitésinin durağanlığı, ARCH etkisi, asimetri yapısı, doğrusallık özellikleri test edilmiştir. APGARCh

modeliyle, bankaların getiri volatilitesindeki şokun kalıcılığı, asimetri etkisi ve uzun dönem hafıza özelliği analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, banka hisseleri volatilitesinde uzun hafıza var mıdır temel sorusuna cevap aranmıştır. İlave, volatilitede kaldıraç etkisi var mıdır sorusu da cevaplanmıştır. Çalışma bankalarda uzun hafıza ve asimetrik volatilitate etkilerinin birlikte ele alınması ile uygulanan tahmin yöntemi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Çalışma yedi bölümden oluşmuştur. İkinci bölümde piyasa etkinliği ve piyasa etkinliğine yönelik ileri sürülen hipotezler ele alınmış, bankalar üzerine yapılan piyasa etkinliği hakkındaki literatür üçüncü bölümde incelenmiştir. Araştırma verisi dördüncü, analiz yöntemi beşinci, araştırma bulguları ise altıncı bölümde sunulmuştur. Yedinci bölümde çalışmanın sonuç ve değerlendirmeleri yer almıştır.

## 1. PİYASA ETKİNLİĞİ

Piyasa etkinliği kavramı faaliyet etkinliği, kaynak dağıtım etkinliği ve bilgi etkinliği şeklinde üç bölüme ayrılabilir (Karan, 2004). Bunlar operasyonel etkinlik, tahsis etkinliği ve bilgi etkinliğidir. Operasyonel etkinlik; piyasada fon arz ve talep edenlerin işlerini minimum girdiyle gerçekleştirmeleridir. Tahsis etkinliği; piyasada optimum kaynak dağıtımının hedeflenmesidir. Bilgi etkinliği ise mevcut bilginin fiyatlar tarafından yansıtıldığını ifade etmektedir. Bu doğrultuda etkinlik kavramı, bilgilerin finansal varlığın fiyatına dâhil edildiği (Dimson ve Mussavian, 1998), kaynak dağılımında optimizasyonun ve operasyonel etkinliğin olduğu bir piyasayı tanımlamak için kullanılmaktadır.

Etkin bir piyasa, tüm menkul kıymetlerin fiyatlarının mevcut tüm ilgili bilgileri hızlı ve tam olarak yansıttığı bir piyasa olarak tanımlanmaktadır. Yatırımcılar, hisse senedi fiyatlarını, bir hisse senedinden alınacak beklenen nakit akışlarına ve içerdiği riske göre belirlemeleri nedeniyle de risk seviyesi ile tutarlı beklenen bir getiri sağlanmaktadır (Jones, 2013). Gelecekteki fiyatlar, ilgili fiyat serisinin geçmiş davranışına ilişkin bilgilerden elde edilen, gerçek değer en iyi tahminidir (Fama, 1965a). Etkin piyasalar ile Rassal Yürüyüş Teorisi yakından ilişkilidir. Rassal Yürüyüş Teorisi kapsamında etkin bir piyasa, çok sayıda rasyonel, kâr maksimize edicisinin aktif olarak rekabet ettiği, her birinin menkul kıymetlerin gelecekteki piyasa değerlerini tahmin etmeye çalıştığı ve önemli güncel bilgilerin neredeyse tüm katılımcılar tarafından ve neredeyse ücretsiz olarak elde edilebildiği bir piyasa olarak tanımlanmaktadır (Fama, 1965a). Rassal piyasa, menkul kıymetlerdeki art arda fiyat değişikliklerinin bağımsız olduğu bir piyasa olarak da tanımlanabilmektedir (Fama, 1970). Rassal Yürüyüş Teorisi, bir dizi menkul kıymet fiyatı değişikliğinin hafızası olmadığını ima etmekte ve fiyatı tahmin etme yeteneğinin ise mevcut tüm bilgilerin halihazırda hisse senedi fiyatlarına yansımadağını göstermesi nedeniyle (Bodie vd., 2008), söz konusu olan serinin geçmiş bilgilerinin geleceğin anlamlı bir şekilde tahmin etmek için kullanılamayacağını öngörmektedir (Fama, 1965a).

### 1.1. Etkin Piyasalar Hipotezi

Fama (1970) tarafından ileri sürülen Etkin Piyasalar Hipotezi (EPH) menkul kıymetin cari fiyatının geçmişteki fiyatlarından tamamen bağımsız olduğunu, yatırımcıların menkul kıymetin geçmiş verilerden yola çıkarak gelecekteki fiyatları ile ilgili bilgi sahibi olamayacağını ileri sürmektedir. Bu göre, sahip olunan bilgi ile piyasada ayrıca bir gelir elde etmek mümkün olmayacaktır. Bu kapsamda EPH;

- piyasaya aktif olarak katılan çok sayıda rasyonel, kâr maksimize eden yatırımcının mevcut olduğunu,
- piyasada fiyatların mevcut ve beklenen tüm bilgileri yansıttığını,
- piyasada yatırımcı tarafından normalüstü getiri sağlanamayacağını,
- fiyatların yeni bilgiye doğru ve hızlı bir biçimde uyarlandığını,
- fiyatlar yeni bilgiye göre rassal olarak değişim gösterdiğini, piyasanın anlık ayarlama özelliği menkul kıymetlerdeki art arda fiyat değişikliklerinin bağımsızlığını sağladığını varsaymaktadır (Fama, 1965a; Barone, 2004; Karan, 2004; Mandacı, 2018).

Piyasada menkul kıymetlerin cari fiyatı, geçmiş bilgiler (geçen yılın veya son çeyreğin kazançları gibi), güncel bilgiler ve duyurulmuş ancak gelecek olan olaylar (hisse senedi dağılımı gibi) ve makul olarak çıkarılabilecek bilgiler (faiz oranlarının artışı ya da azalışına dair inanışlar gibi) şeklindeki tüm bilgileri yansıtmaktadır (Jones, 2013). Bilgi girişinin çeşitlerine, yani bilgi kümesinden ne kastedildiği açısından (Bodie vd., 2008) piyasalar, zayıf formda etkin, yarı güçlü formda etkin ve tam güçlü etkin piyasa şeklinde tanımlanmaktadır (Fama, 1970; Fama, 1991).

Zayıf formda etkinlik; menkul kıymet piyasalarında bulunan tüm bilgilerin fiyatlara yansıdığını ifade etmektedir. Geçmiş fiyat hareketlerine dayalı olan fiyat tahmin analizleriyle piyasa ortalamasının üstünde kazanç elde edilemeyen piyasalar olarak tanımlanmaktadır. Sonuçta, getiride mevsimselliğin olduğu ve menkul kıymetlerin fiyatlarında yüksek volatilitenin olduğunu varsayan analizlerle zayıf formda etkinlik test edilmektedir.

Yarı güçlü formda etkin piyasada bilgi kümesi menkul kıymetlerin piyasa verisini de kapsayan kamuya duyurulan tüm verileri içermektedir (Bodie vd., 2008). Yatırımcıların bu verileri kullanarak piyasa ortalamasının üstünde kazanç elde edemeyeceği ifade edilmektedir.

Güçlü formda etkinlik fiyatların ulaşılabilir tüm bilgileri yansıttığı etkinlik türüdür. Burada bilgi kümesi olarak özel bilgilerde dâhil olmak üzere tüm bilgiler kastedilmektedir (Bodie vd., 2008). Güçlü yapıda etkin piyasa, halka açık veya özel tüm bilgilerin fiyatlar tarafından yansıtıldığını ifade etmekte ve bu kapsamda piyasa ortalaması üzerinde kazanç sağlamak mümkün olmamaktadır.

Etkin piyasa hipotezinde menkul kıymete ait fiyatların rassal yürüyüş özelliği göstermesi gerekmesi nedeniyle, fiyatların geçmiş fiyat hareketlerini içinde barındırmayan kısa hafıza özelliği göstermesi beklenmektedir. Ancak, fiyatların gerçekte rassal yürüyüşe uymadığını dağılımın kuyruğunda çok fazla fiyat hareketi olduğu fiyatlardaki dalgalanmalarının normal dağılıma uymadığını gözlemlenmiştir (Erdoğan, 2017).

## 1.2. Fraktal Piyasa Hipotezi

EHP'nin ileri sürülmesinden sonra hipotezi destekleyen veya eleştiren birçok çalışma yapılmıştır. Peters (1994), Fraktal Piyasa Hipotezi (FPH) ile EPH'ye alternatif sunmuştur. Fraktal kavramı, bir ağacın münferit dalları niteliksel olarak diğer dallara benzer ancak her dal da benzersizdir örneklemede de görüldüğü gibi her ölçeğin diğer ölçeklere benzer, ancak aynı olmadığı ile ortaya konulmaktadır. Fraktal analiz kendi kendine benzer istatistiksel yapıyı ortaya çıkararak, fraktalleri diğer zaman serilerinden ayırt edebilme özelliğine sahiptir (Peters, 1994). FPH'nin temel argümanı yatırımcıların homojen olmadığını ileri sürülmesidir (Li vd., 2014). Ayrıca, likidite ve yatırımcıların davranışlarına odaklanan FPH'nin amacı, gözlemlere uyan bir

yatırımcı davranışı ve piyasa fiyatı hareketlerinin modellenmesidir. FPH aracılığıyla ayrıca riskin yatırımcılar arasında nasıl paylaşıldığı anlaşılabilir (Peters, 1994).

FPH'de, EPH'nin bağımsızlık veya çok kısa süreli hafıza gerektiren istatistiksel araçların kullanımını haklı çıkarmak için geliştirildiği ve teoriyle genellikle gözlemlenen davranışla çeliştiği ileri sürülmüştür. Peters (1994)'e göre, EPH'de fiyat değişikliklerinin frekansının normal dağılımla gösterimi her zaman başarılı olmamıştır. Bu yaklaşıma göre frekans dağılımının dışında bırakılan büyük değişiklikler, özel olaylar veya anomaliler dışarıda bırakıldığında, dağılım eğrisinin normal dağılıma yaklaşmakta olduğu ve böylece fiyat değişiklikleri "yaklaşık olarak normal" olmaktadır. Bu dağılımlara standart istatistiksel analiz uygulanmamalıdır (Peters, 1994).

FPH'nin temelinde EPH'de bulunmayan iki unsur yer almaktadır. Bunlar; piyasa likiditesi ve bilgidir. Piyasa likiditesi olarak tanımlanan likidite, bir yatırımcının, fiyatında önemli bir etki olmaksızın bir menkul kıymeti alıp satabilmesinin görece kolaylığı olarak ifade edilebilir. Likiditenin oluşabilmesi için yatırımcıların bir menkul kıymetin değeri hakkında farklı görüşlere sahip olması gerektiği varsayılır. Bu da iki nedenden dolayı ortaya çıkabilir. İlki, bir yatırımcının, menkul kıymetin değeri hakkında başka bir yatırımcının erişemediği (veya henüz erişmediği) bilgiye sahip olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bazı yatırımcılar henüz piyasaya açıklanmamış bilgilerle işlem yaptığında (içeriden öğrenenlerin ticareti gibi), menkul kıymetin değerini etkileyen böyle bir bilgiyi yatırımcıların bazılarının önce aldığı durumda ortaya çıkabilmektedir. Yani yatırımcılar arasında bir bilgi asimetrisi olduğu durumdur. İkincisi ise, iki yatırımcının aynı anda bilgiye erişmelerine karşın yatırımlarının süresinin farklı olduğu göz önüne alındığında bilgiye farklı ağırlık veriyor olmalarından ileri gelmektedir (Anderson ve Noss, 2013). Likidite, piyasa birçok farklı yatırım ufkuna sahip birçok yatırımcıdan oluştuğunda mevcut olmaktadır. Piyasa istikrarının likidite konusu olması nedeniyle, piyasa istikrarı, yatırımcıların yatırım ufuklarının çeşitlenmesine (fraktal yapı) dayanmaktadır. Farklı ufuklar bilgi akışına farklı değer verdiğinden piyasa istikrarlı olacaktır (Rachev vd., 1999). Farklı yatırım ufukları bilgiye farklı şekilde değer verdiğinden, bilginin yayılması da eşit olmayacaktır. Bu yatırımcıların homojen olmaması nedeniyle bilgilerin yatırımcılar üzerinde aynı etkiye sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Aksi halde tüm bilgiler yatırımcılar üzerinde aynı etkiye sahip olsaydı likidite olmayacaktır (Peters, 1994). Dolayısıyla, bilgiye ulaşan tüm yatırımcıların aynı fiyattan aynı işlemi (ya alım ya da satım) yapmaya çalıştıkları gözlenecektir.

FPH, likidite ve yatırım ufuklarının yatırımcıların davranışları üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. FPH'nin varsayımları şu şekilde sıralanabilir (Peters, 1994):

- Piyasa, çok sayıda yatırım ufkunu kapsayan yatırımcılardan oluştuğunda (likidite çokluğunu sağladığı için) istikrarlıdır.

- Bilgi seti kısa vadede, uzun vadeye göre daha çok pazar duyarlılığı ve teknik faktörlerle ilgilidir.

- Uzun vadeli yatırımcılar temel bilgilerin geçerliliğini şüpheli kılan bir olayın meydana gelmesi durumunda ya piyasaya katılmayı bırakacaklar ya da kısa vadeli bilgi setine göre işlem yapmaya başlayacaklardır. Kısa vadeli yatırımcılara likidite sunarak piyasayı istikrara kavuşturacak uzun vadeli yatırımcılar bulunmamaktadır.

- Fiyatlar, kısa vadeli alım-satım ve uzun vadeli alım-satımın bir birleşimini yansıtmaktadır. Piyasadaki eğilim, değişen ekonomik ortama bağlı olarak beklenen kazançlardaki değişiklikleri yansıtmaktadır.

- Bir menkul kıymetin ekonomik konjonktör ile bir bağının bulunmaması durumunda, uzun vadeli bir trende sahip olmayacaktır. Alım-satımda likidite ve kısa vadeli bilgiler belirleyici olacaktır.

EPH'nin aksine, FPH bilginin yatırımcının yatırım ufkuyla göre değerlendirildiğini belirtmektedir. Buna göre farklı yatırım ufukları bilgiye farklı şekilde değer verdiğinden, bilginin yayılması da eşit olmayacaktır. Öte yandan herhangi bir zamanda fiyatlar mevcut tüm bilgileri yansıtmayabilir, yalnızca o yatırım ufku için önemli olan bilgileri yansıtabilir (Peters, 1994).

### 1.3. Adaptif Piyasa Hipotezi

Lo (2004) tarafından ileri sürülen Adaptif Piyasa Hipotezi (APH) evrimsel ilkelerin finansal piyasalara uygulanmasına dayandırılmakta ve finansal etkileşimlere evrim, rekabet, adaptasyon ve doğal seçim ilkelerini uygulayarak piyasa etkinliğini davranışsal alternatiflerle uzlaştıran yeni bir çerçeve önermektedir (Lo, 2004). APH'ye göre anomaliler piyasalarda mevcut olabilmektedir. Hipoteze göre piyasa koşullarının zaman içerisinde değiştiğinden yatırımcılar arası rekabetle arbitraj fırsatları ortaya çıkmaktadır. Arbitraj fırsatlarından yararlanıp yatırımcılar risk algılarını düzeltmektedirler (Meier, 2014).

EPH destekçilerine göre zaman zaman belirli davranışsal önyargılara maruz kalırsa da yatırımcılar her zaman fiyatları rasyonel seviyelere getirmek için hareket edecek olup, bu da rasyonel olmayan davranışın finansal piyasalar üzerindeki etkisinin genellikle ihmal edilebilir olduğu anlamına gelmektedir. Bu da yatırımcıların herhangi bir tür davranışsal önyargının üstesinden gelmek için yeterince güçlü olabildiği varsayımına dayanmaktadır. (Lo, 2008). APH'den elde edilebilecek somut çıkarımlar şu şekilde özetlenebilir (Lo, 2004).

- EPH'nin aksine APH'de zaman zaman arbitraj fırsatları ortaya çıkmaktadır.

- Yatırım stratejilerinin performansları belirli ortamlarda artabilmekte belirli ortamlarda ise azalabilmektedir.

- Finansal piyasalarda hayatta kalmanın anahtarı yeniliktir. EPH'de belirli seviyelerde beklenen getirilerin sadece yeterli derecede risk taşıyarak elde edilebileceğinin öne sürülmesine karşın, APH risk/kazanç ilişkisinin zaman içinde değişmesi nedeniyle tutarlı bir beklenen getiri düzeyi elde etmenin daha iyi bir yolunun değişen piyasa koşullarına uyum sağlamak olduğunu ima etmektedir. Buna göre çeşitli çevresel koşullara uygun çok sayıda yeteneği geliştirerek, fon yöneticilerinin iş koşullarındaki hızlı değişikliklerin sonucunda piyasada yok olma olasılıkları daha düşük olacaktır.

- Finansal piyasa katılımcıları için tek hedefi hayatta kalmaktır. Kâr maksimizasyonu, fayda maksimizasyonu ve genel denge kesinlikle piyasa ekolojisinin ilgili yönleri olsa da piyasaların ve finansal teknolojinin evrimini belirlemedeki düzenleme ilkesi basitçe hayatta kalmaktır.

### 1.4. Heterojen Piyasa Hipotezi

Heterojen piyasa hipotezi (HPH) piyasadaki tüm yatırımcıların haberleri aynı şekilde yorumladığı ve benzer tepkiler verdiği bir piyasa varsayımının aksine heterojen bir piyasa varsayımına dayanmaktadır (Müller vd., 1993). Piyasa katılımcılarının heterojenliği, risk profillerindeki bilgi işleme farklılıkları, zamansal ufukları ve coğrafi konumları gibi nedenlerle ortaya çıkmaktadır (Corsi, 2009). Öte yandan yatırımcılar, yatırım ufukları ve coğrafi konumların ötesinde, riskten kaçınma düzeyleri, kurumsal kısıtlamalar ve işlem maliyetleri gibi diğer

yönlere de farklılık gösterebilirler (Weron ve Weron, 2000). HPH aşağıdaki biçimde karakterize edilebilir (Müller vd., 1993):

- Heterojen pazardaki farklı yatırımcıların farklı zaman ufku ve işlem sıklıkları bulunmaktadır. Farklı işlem frekansları, aynı pazardaki aynı haberlere farklı tepkiler anlamına gelir. Piyasa, kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli bileşenlerden oluştuğu için yatırımcıların zaman ufku heterojendir. Bu tür bileşenlerin her birinin, kendi zaman ufkuna ve karakteristik işlem sıklığına bağlı olarak haberlere tepki verme süresi vardır.

- Piyasa, katılımcıların coğrafi konumu bakımından da heterojendir.

Homojen bir pazarda, ne kadar çok yatırımcı bulunursa, fiyat, rasyonel beklentiye sahip tüm yatırımcıların kabul ettiği gerçek piyasa değerine o kadar hızlı yakınsamaktadır.

## 2. LİTERATÜR

EPH ve FPH temelinde finansal piyasaların piyasa etkinliğini test eden uluslararası literatür ve Türkiye literatüründe yer alan çalışmalardan öne çıkanlarına bu bölümde sırasıyla değinilmiştir.

Finansal piyasalarda piyasa etkinliği konusunu inceleyen uluslararası literatürde yer alan EPH ve FPH'leri test eden araştırmalarla ilgili örnekler Tablo 1'de sunulmuştur.

Gündüz ve Omran (2001)'in hisse senetleri endekslerinin stokastik yapılarını incelediği çalışma sonuçlarına göre belirlenen birim köklerin varlığı, hisse senetlerinin fiyatlarına gelen şokların kalıcı olduğuna ve hisse senetleri fiyatlarının tahmin edilemeyeceğine ve zayıf formda piyasa etkinliğine işaret etmekte olduğu belirtilmiştir.

Çelik ve Taş (2007) çalışmasında EPH'nin zayıf formda etkinliği araştırılmıştır. Gelişmekte olan 12 ülkenin hisse senedi piyasaları, zayıf formda etkinlik bakımından sınanmıştır. Sonuçta Brezilya, Çek, Hindistan, İsrail, Kore, Meksika ve Türkiye'nin, 2002-2007 döneminde ise Arjantin dışında incelenen bütün ülkelerin zayıf formda etkinliğe sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Borges (2010) çalışmasında borsa endekslerinde zayıf formda piyasa etkinliği test etmiştir. Çalışma sonucunda, Portekiz, Yunanistan, Fransa ve İngiltere'de EPH'nin reddedildiği, Almanya ve İspanya için testlerin EPH'nin reddedilmediği belirtilmiştir.

Hamid vd. (2010) çalışmalarında, Asya-Pasifik bölgesindeki zayıf piyasa etkinliğini araştırmışlardır. Sonuçta aylık fiyatların Asya-Pasifik bölgesindeki tüm ülkelerde rassal yürüyüşü takip etmediği, hiçbir piyasanın zayıf formda etkin olmadığı belirlenmiştir.

Vats (2011) çalışmasında Çin Yuanı, Endonezya Rupisi, Tayvan Doları döviz kurlarında uzun hafıza özelliğini analiz etmiştir. Analiz sonuçlarına göre Çin Yuanı ve Endonezya Rupisi arasında ikili uzun hafızanın varlığı belirlenmiştir. Öte yandan Çin Yuanı ve Tayvan Doları getirilerinde uzun hafızanın varlığının davranışlarının öngörülebilir olduğu anlamına geldiği ve EPH'nin çürütüldüğü ifade edilmektedir.

Aidoo vd. (2012) çalışmalarında Gana Cedisı/Amerikan Doları döviz kurunda uzun hafızanın varlığını test ettikleri çalışma sonucunda uzun hafıza özelliğine ve Cedi/Dolar cinsinden döviz kuru piyasasının etkin olmadığı bilgisine ulaşılmıştır.

Hawaldar vd. (2017) çalışmalarında Bahreyn Borsasında endekslenen bireysel hisse senetlerinin zayıf formda piyasa etkinliğini test etmeyi amaçlanmıştır. Sonuçlara göre her bir

analizden farklı sonuçlar elde edildiği için Bahreyn Borsasının zayıf formda etkinliğin sağlandığının ileri sürülmesinin zor olduğu belirtilmiştir.

**Tablo 1: EPH ve FPH'yi Test Eden Uluslararası Çalışmalar**

| Yazar (Yıl)                    | Ülkeler (Dönem)   |
|--------------------------------|---|
| <b>EPH Çalışmaları</b>         |   |
| Gündüz ve Omran (2001)         | Türkiye, İsrail, Ürdün, Mısır ve Fas (08.1997-07.2000)  |
| Çelik ve Taş (2007)            | Arjantin, Brezilya, Çek Cumhuriyeti, Mısır, Endonezya, Macaristan, Hindistan, İsrail, Kore, Meksika, Rusya ve Türkiye (04.1998-04.2007) |
| Borges (2010)                  | İngiltere, Fransa, Almanya, İspanya, Yunanistan ve Portekiz (01.1993-12.2007)   |
| Hamid vd. (2010)               | 14 Asya-Pasifik ülkesi (01.2004-12.2009)  |
| Vats (2011)                    | Çin, Endonezya ve Tayvan (07.2005-11.2010; 07.1997-11.2010; 08.1999-11.2010)  |
| Aidoo vd. (2012)               | Gana Cumhuriyeti (01.1990-01.2012)  |
| Hawaldar vd. (2017)            | Bahreyn (2011-2015)   |
| Hatipoğlu ve Bozkurt (2018)    | Amerika, İngiltere, Türkiye ve Rusya (05.2013-05.2015)  |
| Umoru vd. (2020)               | Nijerya (2015-2019)   |
| Kelikume vd. (2020)            | 15 Afrika ülkesi (01.2010-06.2018)  |
| <b>FPH Çalışmaları</b>         |   |
| Quang (2005)                   | Çek Cumhuriyeti (09.1993-10.2004)   |
| Lux ve Kaizoji (2007)          | Japonya (01.1975-12.2001)   |
| McMillan ve Thupayagale (2008) | Güney Afrika (1987-2007)  |
| Panas ve Ninni (2010)          | Birleşik Krallık (01.1989-12.2000)  |
| Selvam vd. (2011)              | Hindistan (01.2005-12.2009)   |
| Singh vd. (2013)               | Hindistan (01.2000-12.2012)   |
| Kristoufek (2013)              | ABD, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, Hong Kong ve Japonya (01.2000-05.2013)  |
| Owidi ve Waweru (2016)         | Kenya (01.2003-12.2013)   |
| Ikeda (2017)                   | Dünya   |
| Karp ve Vuuren (2019)          | Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler (07.1995-12.2017)   |
| Kumar vd. (2017)               | Çin, Hindistan, Hongkong, Japonya, Güney Kore, Singapur, Sri Lanka, Tayvan ve Tayland (01.1994-06.2017)                                 |

Hatipoğlu ve Bozkurt (2018)'un ele alınan sermaye piyasaları için EPH'yi test ettikleri çalışma sonucunda, gelişmekte olan ülke borsalarının gelişmiş ülke borsalarına göre daha etkin olduğu bulunmuş olup, uzun hafıza özelliği getirilerden daha fazla oynaklığın göstergesi olan getiri karelerinde görülmüştür.



Umoru vd. (2020) çalışmalarında Nijerya Menkul Kıymetler Borsası'nda hisse senedi getirilerinin tahmininde rassal yürüyüş teorisinin uygulanmasını ve etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda yatırımcıların gelecekteki getirileri tahmin etmek için hem geçmiş hem de mevcut hisse senedi performanslarının bir karışımını benimsemesi gerektiği belirtilmektedir.

Kelikume vd. (2020)'nin ele alınan hisse senedi piyasasında zayıf formda EPH'yi araştırdıkları çalışmada, borsalarda mevcut kazançları tahmin etmek için tarihsel hisse senedi fiyatlarını kullanmanın geçerliliği, EPH'nin geçersizliği ifade edilmektedir.

Quang (2005) çalışmasında FPH'yi bir dizi Çek hisse senedi endeksi üzerinde test etmiştir. Analiz sonuçlarında, Çek hisse senedi piyasasındaki fiyat değişikliklerinin rastgele bir seyir izlemediği ve piyasanın etkin olmaktan uzak olduğu belirlenmiştir.

Lux ve Kaizoji (2007), analiz sonucunda Tokyo Hisse Senedi Piyasası'nda uzun hafıza modellerinin kısa hafıza modellerine göre daha etkin olduğunu belirlemişlerdir.

McMillan ve Thupayagale (2008), piyasanın etkinliğini değerlendirmek için yaptıkları ve Güney Afrika için hisse senedi getirilerindeki uzun belleği ve oynaklığı incelemiş oldukları analiz sonucunda piyasa temelli reformlardan bağımsız olarak Güney Afrika volatilitesindeki uzun hafızaya ilişkin kanıtlar sunulduğu belirtmişlerdir.

Panas ve Ninni (2010), Londra Metal Borsası getirisinin fraktal özellikleri ele alınmış ve işlem gören metal emtiaların günlük getirilerinde uzun bellek özelliği incelenmiştir. Analiz sonucunda bulguların FPH ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Selvam vd. (2011) çalışmalarında Hindistan Borsası'ndaki fraktal yapının varlığını analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda Borsada eğilimin zaman zaman başlangıçta rassal yürüyüşü takip ettiğini, daha sonra, eğilim kalıcı davranışları ortaya çıkardığı, dolayısıyla, fraktal yapının mevcut olduğu ifade edilmiştir.

Singh vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada Hindistan Devlet Bankası'nın Hindistan sermaye piyasasındaki hisse senedi fiyatları dikkate alınarak, FPH Hipotezi test edilmiştir. Sonuçta FPH'yi uygulayarak bireylerin daha doğru tahminler yapabileceği, bu durumun piyasada hacmi artıracağı, bunun da piyasanın istikrarını sağlayacağı ve piyasanın daha istikrarlı fraktal davranışa yol açacağı belirtilmiştir.

Kristoufek (2013), çalkantılı zamanlarda belirli yatırım ufuklarının baskın olmasında FPH'nin geçerli olup olmadığını analiz etmiştir. Analiz sonucuna göre FPH, küresel finansal krizin etkilerini EPH'ye kıyasla daha tatmin edici bir şekilde tanımlayabilmektedir.

Owidi ve Waweru (2016), Kenya Menkul Kıymetler Borsası'nda seçilmiş hisse senetleri için hisse senedi getiri oynaklığının davranışını incelemektedir. Çalışmanın sonucunda, asimetric oynaklığın varlığında, politika yapıcıların olumsuz etkilerin olduğu dönemlerde ekonomiyi canlandırmaya yönelik önlemleri formüle etmede daha proaktif olmaları gerektiği ileri sürülmüştür.

Ikeda (2017) çalışmasında EPH'yi ampirik olarak test etmek için dünya borsalarının fraktal bir analizini sunmuştur. Çalışma sonucunda, dünya hisse senedi fiyatlarının %82'sinin EPH yerine FPH ile tutarlı olduğu ifade edilmiştir.

Karp ve Vuuren (2019) gelişmiş ve gelişmekte olan piyasa endekslerinin fraktal özelliklerini incelemiştir. FPH koşulu altında, likidite ve yatırım ufuklarının heterojenliğinin piyasa istikrarının

temel belirleyicileri olduğunun belirtildiği çalışmaya göre normal piyasa koşullarında, farklı yatırımcı hedeflerinin likidite ve düzenli fiyat hareketleri sağladığı ancak stresli piyasa koşulları altında, sürü davranışlarının likiditeyi kuruttuğu ve panik satış yoluyla piyasayı istikrarsızlaştırdığı belirtilmektedir.

Kumar vd. (2017) çalışmalarında ele alınan ülkelerin FOREX piyasası için FPH'yi test etmişlerdir. Analiz sonucunda kriz döneminin FPH tarafından önerildiği gibi kısa vadeli yatırım ufkuna sahip yatırımcıların artan işlemleriyle (alım-satımlarıyla) farklılaştıkları gözlenmiştir. Böylece, 1997-1998 Güney Doğu Asya Krizi'nin sadece Doğu Asya piyasalarını değil, diğer FOREX piyasalarını da etkilediği ifade edilmiştir.

Türkiye'de sermaye piyasasının piyasa etkinliği konusunu inceleyen EPH ve FPH literatüründen örnekler Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2: Türkiye'de EPH ve FPH'yi Test Eden Çalışmalar**

| Yazar (Yıl)                      | Yöntem (Dönem)  |
|----------------------------------|---|
| <b>EPH Çalışmaları</b>           |   |
| Eken ve Adalı (2008)             | Regresyon analizi (08.1994-07.2005)   |
| Çevik ve Erdoğan (2009)          | Yapısal kırılmalı birim kök testi, güçlü hafıza modeli (2003-2007)                  |
| Ural ve Demirelli (2009)         | Hurst üsseli, Monte Carlo simülasyonu (01.2000-11.2008)                             |
| Altın (2018)                     | Tam Düzeltilmiş EKK Yöntemi (2012-2016)   |
| Özdemir vd. (2018)               | ARFIMA-FIGARCH (01.2006-05.2018)  |
| Göçmen Yağcılar ve Arslan (2019) | EGARCH (2013-2018)  |
| Çelik ve Kaya (2019)             | ARFIMA-FIGARCH, ARFIMA-FIEGARCH (2008-2017)   |
| Çevik ve Sezen (2020)            | GARCH, FIGARCH (01.1997-12.2018)  |
| <b>FPH Çalışmaları</b>           |   |
| Aygören (2008)                   | R/S analizi (03.07.1987-28.09.2007)   |
| Günay (2015)                     | R/S analizi, GPH analizi, Kutu Sayım analizi (01.2000-03.2014)                      |
| Moralı ve Uyar (2018)            | R/S analizi, Hurst üsseli (Her bir kıymetli maden için farklı tarihler uygulanmış.) |
| Sülkü ve Ürkmez (2018)           | GARCH, BDS testi, R/S analizi (01.1997-12.2016)                                     |

Eken ve Adalı (2008), İMKB'nin zayıf formda etkin olup olmadığını araştırmıştır. İMKB 30, İMKB 100, İMKB Mali, İMKB Sanayi endeksleri ile İMKB 30 Endeksine dâhil 10 adet hisse senedi getirilerine test işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre uzun dönemde geçmiş fiyat bilgileri ile bugünün fiyat bilgileri arasında ilişki bulunmakta, kısa dönemlerde ise aradaki ilişki azalmakta ya da kaybolmaktadır. Buna göre belirli dönemlerde belirli hisse senedi ve endeks değerleri için piyasanın zayıf formda etkin olduğu ifade edilmektedir.

Çevik ve Erdoğan (2009) 2001 krizi sonrası dönemde Türk bankacılık sektörünün zayıf formda etkinliğini araştırmıştır. Analiz sonucuna göre, yapısal kırılmayı göz önünde

bulundurmada elde edilen sonuçlar bankacılık sektöründe zayıf formda etkinliğin varlığına işaret etmektedir. Öte yandan, hisse fiyat serilerinin tümünde yapısal kırılma tespit edilmiş ve kırılmanın etkisi ortadan kaldırıldığında fiyat serilerinin güçlü hafıza özelliği gösterdiği ve uzun dönemde ortalamasına geri döndüğü tespit edilmiştir. Buna göre, bankacılık sektörünün zayıf formda etkin olmadığı belirtilmiştir.

Ural ve Demirelli (2009) İMKB Ulusal Tüm, Ulusal 100, Ulusal endeksleri ve sektör endekslerinde, uzun dönem hafıza etkisinin mevcudiyetini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda İMKB'nin gelişmekte olan bir piyasa olarak uzun dönem hafıza etkisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Altın (2018), Borsa İstanbul'da Bankacılık Endeksinde işlem gören bankaların hisse senetlerinin performansını değerlendirmiştir. Banka hisse senetlerinde anomali getirisinin varlığının araştırıldığı çalışmada EPH'nin geçerli olmadığı yönünde delillere ulaşılmıştır. Yatırımcıların normalüstü kazanç sağladığı belirlenmiştir.

Özdemir vd. (2018) çalışmalarında ikili uzun hafıza modellerini kullanarak Türk döviz piyasalarının zayıf formda etkin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre getiri volatilitésinin uzun hafıza özelliğine sahip olduğu, Türk Döviz piyasasının zayıf formda etkin piyasa olmadığı tespit edilmiştir.

Hisse senetleri için bir anomalinin varlığı, piyasa etkinsizliğinin bir göstergesi olmasının yanı sıra, yatırımcıların belirli dönemlerde aşırı getiri elde etme imkânına sebep olduğundan da söz edilebileceğini ifade eden Göçmen Yağcılar ve Arslan (2019)'ın çalışmasında, BİST bankacılık endeksinde işlem gören bankalar için tatil anomalisinin varlığı araştırılmıştır. Bulgulara, banka hisse senedi yatırımcılarının davranışlarında tatil dönemlerinde belirgin değişimler olabildiği işaret edilmiştir.

Çelik ve Kaya (2019) Türk bankacılık sektör endeksinin getiri ve volatilitésinde ikili uzun hafıza özelliğini inceleyerek EPH test edilmiştir. Çalışmada getiride uzun hafıza özelliğine ilişkin bulgular elde edilemezken; volatilitede uzun hafıza özelliğini destekler bulgulara ulaşılmıştır. İlave olarak, çalışmada negatif bilgi şoklarının pozitif bilgi şoklarına göre volatilitede daha baskın etkiye sahip olduğu belirlenmiş ve negatif bilgi şoklarının endekste neden olduğu oynaklığın piyasada hızlı şekilde elenemediği belirtilmiştir.

Çevik ve Sezen (2020)'da BİST bankacılık sektör endeksi için zayıf formda EPH'nin geçerliliğini uzun hafıza modelleri kullanılarak analiz etmişlerdir. Analiz sonucuna göre, banka endeksinin volatilitésinde uzun hafızanın varlığı tespit edilmiş ve BİST bankacılık sektörünün zayıf formda etkin bir piyasa olmadığı gözlenmiştir.

Türkiye'de FPH'yi test eden sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Aygören (2008) çalışmasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) endeksinin fraktal bir yapıya sahip olup olmadığını test etmiştir. Çalışmada, İMKB endeks hareketlerinin davranışı incelenmiş ve İMKB endeks davranışının fraktal yapıya uygun olduğu ve FPH'nin geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Günay (2015) tarafından yapılan çalışmada BİST100 Endeksi'nin getirileri ve işlem hacminin fraktal yapısı incelenmiştir. Çalışma sonucunda BİST100 endeks getiri ve işlem hacminde fraktal bir yapının olmadığı görülmüştür.

Moralı ve Uyar (2018)'in kıymetli madenler piyasasında fraktal yapının varlığını araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışma sonuçlarına göre piyasaların fraktal yapıya sahip olabileceğini ve yatırımcının elde tutma süresi uzadıkça, varlığın getirilerinin geçmiş hareketlere (pozitif/negatif yönlü) daha bağımlı hale geldiği belirtilmiştir.

Sülkü ve Ürkmez (2018) tarafından yapılan çalışmada Borsa İstanbul ana sektör endeksleri olan Hizmet Endeksi, Mali Endeksi, Sınai Endeksi ve Teknoloji Endeksi getirilerindeki, endeks getirilerindeki doğrusal olmayan yapının kaynağı tespit edilerek ve sektör endeksleri için EPH'nin geçerliği sınanmıştır. Analiz sonucunda, söz konusu endekslerde EPH'nin geçerli olmadığı, endekslerin doğrusal olmayan ve kaotik dinamikler tarafından karakterize edilmiş olduğu tespit edilmiştir. Ana sektör endekslerinin fraktal bir yapıya sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Literatürdeki piyasa etkinliği çalışmaları dikkate alındığında, Türkiye'de FPH'nin incelenmesi amacıyla yapılan araştırmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. FPH'yi test eden çalışmaların azlığı bu konuda araştırma yapılmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Çalışmada, banka hisse hisseleri volatilitesinde uzun hafıza ile volatilitede kaldıraç etkisinin mevcudiyeti araştırılmıştır. Bu doğrultuda çalışma bankalarda uzun hafıza, asimetrik volatilité etkilerinin birlikte ele alınması ile uygulanan tahmin yöntemi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

### 3. ARAŞTIRMA VERİSİ

Araştırma verisi 5 Ocak 2010'den 31 Aralık 2020'e kadar uzanan günlük frekanslı 2765 gözlemi kapsamaktadır. Veriler Finnet veri bankasından ABD \$ cinsinden elde edilmiştir. Veriler Borsa İstanbul Ulusal Bankacılık Endeksi'nde hisse senetleri işlem gören Akbank T.A.Ş., Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş., Türkiye Garanti Bankası A.Ş., Türkiye Halk Bankası A.Ş., ICBC Turkey Bank A.Ş., Türkiye İş Bankası A.Ş., Şekerbank T.A.Ş., Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş., Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O. ve Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.'nin hisse senetlerinin günlük getirileridir. Bu verilerden hareketle Türkiye'deki ulusal bankacılık endeksindeki hisse senetleri işlem gören 10 banka hissesinin getiri volatilitésinin asimetri ve uzun hafıza özellikleri araştırılmıştır. Böylece, Türkiye'deki bankaların hisse senetlerinin piyasa etkinliği amacıyla FPH test edilmiştir.

### 4. ANALİZ YÖNTEMİ

Araştırmada Türkiye'deki bankaların hisse senetlerinin günlük getirilerinin volatilitésinin analizi üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, banka hisse senetlerinin getirilerinin volatilitésinde sahte regresyon sorununa karşın durağanlık testleri yapılmıştır. Durağanlık analizi en yaygın zaman serisi durağanlık analizlerinden ADF (1979), PP (1988) ve KPSS (1992) birim kök testleriyle gerçekleştirilmiştir. ADF (1979) ve PP (1988) birim kök testlerinde kârlılık oranlarının birim köke sahip olduğu yani durağan olmadığı yönündeki  $H_0$  hipotezi test edilir. KPSS (1992) birim kök testiyle, kârlılık oranlarının birim köke sahip olmadığı yani durağan olduğu yönündeki  $H_0$  hipotezi sınanır. Ardından, kârlılık oranlarındaki ARCH etkisi incelenmiştir. ARCH etkisi Ljung ve Box (1978) Q testi ve ARCH-LM (1982) testiyle ortaya konulmuştur. Bir portmanto testi olan Q testinde kârlılık oranlarının hata terimlerinde (hata terimleri karelerinde) otokorelasyonun olduğu  $H_0$  hipotezi test edilir. Lagrange Çarpan testi olan, ARCH testinde, kârlılık oranlarının hata terimlerinin kareleri arasında sabit varyansın (homoscedasticity) olmadığı  $H_0$  hipotezi sınanır. Durağan, otokorelasyon ve değişken varyansın (heteroskedasticity) varlığında, bu varsayımları göz önünde bulunduran yöntemlerle analizler gerçekleştirilmelidir.

İkinci aşamada, getirilerdeki doğrusal olmayan yapı Brock vd. (1996) tarafından geliştirilen BDS Testiyle araştırılmıştır. BSD testi, serideki zamana bağlı bağımlılığı test eden bir portmanto testidir. BDS Testi doğrusal, doğrusal olmayan ve kaos dahil olası bağımsızlıktan sapmaların testinde kullanılır. BDS Testinde, hataların bağımsız ve normal dağılım gösterdiğini tespit edilir. BDS Testiyle, bankaların hisse senedi getirilerinin hata terimlerine uygulanmış ve getirilerin doğrusal özellik göstermediğini ifade eden  $H_0$  hipotezi sınanmıştır. Test sonucunda  $H_0$  hipotezi kabul edildiğinde doğrusal, kabul edilmediğinde doğrusal olmayan dağılımı dikkate alan yöntemle getirilerin volatilitate tahmini gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, getirilerin volatilitesi asimetrik özelliğe sahip mi diye Engle ve Ng (1993) asimetri tanı testleri uygulanmıştır. Engle ve Ng (1993) tarafından volatilitate asimetrisinin tespiti amacıyla teklif edilen işaret asimetrisi, negatif değer asimetrisi, pozitif değer asimetrisi ve bunların toplamı olan bileşik asimetrisinin tanınması göstergelerden oluşmaktadır. Asimetrik olmadığı yönündeki  $H_0$  hipotezi kabul edilmediğinde, asimetrik özelliği dikkate alan yöntemle analiz yapılır.

Çoğu finansal zaman serisinde düşük (yüksek) volatilitenin ardından yüksek (düşük) volatilitate sergilemektedir. Buna volatilitate kümelenmesi denmektedir (Engle, 2001). Finansal zaman serilerinde bu zamanla değişen varyansın tahmini amacıyla Engle (1983) tarafından OtoRegresif Koşullu Değişken Varyans (ARCH) modelleri geliştirilmiştir. Bollerslev (1986), ARCH modelinin volatilitateyi daha iyi yakalayabilmesi için Genişletilmiş ARCH (GARCH) modelini geliştirmiştir. ARCH ve GARCH modelleriyle finansal zaman serilerindeki volatilitate dinamik biçimde ortaya konulmaktadır. Koşullu volatilitate ölçüm aracı olarak, bu modeller portföy seçimi, risk analizi ve türev fiyatlandırması gibi konularda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Literatürde ARCH ve GARCH modelleriyle daha çok geçmişteki volatilitenin beklenen getiri veya beklenen volatilitate üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Özellikle GARCH (1,1) modelinin koşullu volatilitate tahmininde çok daha fazla tercih edildiği gözlenmektedir. Yaygın kullanılan diğer koşullu volatilitate modellerine, volatilitate şoklarının sonsuza kadar kalıcı olmasına izin veren IGARCH modeli, volatilitatedeki negatif şokların pozitif şoklardan farklı davrandığını varsayan GTARCH (Eşik Değer GARCH) modeli ve EGARCH (Üssel GARCH) modeli örnek gösterilebilir. Ancak, bu modellerle volatilitate tahmini dinamik bir süreç izlemesine rağmen, volatilitenin pozitif tam sayıyla (karesi alınmak suretiyle) polinomial bir fonksiyona sahip olduğu varsayılmaktadır. Ancak volatilitate tahmininde, volatilitenin kesirli bir fonksiyon izlediğini varsayan APARCH (Asimetrik Üssel ARCH) modeli Ding vd. (1993) tarafından ileri sürülmüştür. Böylece üssel terim volatilitenin optimal kesirli (tam sayı olmayan) biçimde daha tutarlı tahminine imkân sağlamıştır.

Üçüncü aşamada durağan, ARCH etkisine sahip, asimetrik ve doğrusal olmayan volatilitenin tahmini amacıyla APGARCH modelinden yararlanılmıştır. APGARCH modelinde, serilerin mutlak değerinin ya da karesinin alınması yerine, kesirli üssel kuvvetinin alınmasıyla volatilitate tahmini gerçekleştirilir.

Ding vd. (1993) tarafından önerilen APARCH (Asimetrik Üssel ARCH) veya APGARCH (Asimetrik Üssel GARCH) modelinde volatilitatedeki asimetrisinin yanında üssel fonksiyonla birlikte volatilitatedeki uzun hafıza da tahmin edilmektedir. Ayrıca, modeldeki getiriler ve getirilerin üssel dönüşümleri arasındaki yüksek korelasyon uzun hafızaya işaret etmektedir. ARCH modelinin devamı niteliğindeki APARCH modelinin koşullu ortalaması (1) no'lu ve koşullu varyansı (2) no'lu denklemde sunulmuştur:

$$r_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^k \phi_i r_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta \quad (2)$$

GARCH modellerinin devamı niteliğindeki Asimetrik Üssel GARCH (APGARCH) modelinin koşullu varyansı ise, (3) no'lu denklemde verilmiştir (Ding vd., 1993):

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^\delta \quad (3)$$

(2) ve (3) no'lu varyans denklemlerindeki koşullu ortalama denklemlerinin hata terimi  $\varepsilon_t = \sigma_t e_t$   $e_t \approx N(0,1)$  özelliğine sahiptir. Eğer (1) no'lu koşullu ortalama denklemi tahmin edildiğinde,  $\phi_i$  katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değilse, koşullu ortalama denklemi sadece sabit terimli saf ortalama denklem haline dönüşür. (2) ve (3) no'lu koşullu varyans denklemlerinde yer alan  $\alpha_i$  ARCH ve  $\beta_i$  GARCH parametresidir. ARCH terimi kısa dönem şokun, GARCH terimi uzun dönem şokun göstergesidir.  $\gamma$  kaldıraç parametresidir,  $-1 < \gamma < 1$  arasında değer alır.  $\delta$  parametresi,  $\delta \neq 0$  koşulu altında, standart sapmanın üssel Box-Cox dönüşümüdür.  $\delta > 1$  olduğunda, volatilitenin uzun hafıza özelliği taşıdığı anlamına gelir.

Simetrik PGARCH modelinde  $\gamma = 1$  olur.  $0 < \gamma < 1$  değerler arasında olması, volatilitenin üzerinde negatif bilginin pozitif bilgidenden daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Başka bir deyişle, volatilitenin olumsuz haberler olumlu haberlerden daha fazla etkilemiştir. Modelle kalın kuyruk ve kaldıraç etkileri üssel olarak tutarlı biçimde tahmin edilebilmektedir. Model normal dağılım veya Student t dağılımıyla tahmin edilebilmektedir.

Hentschel (1995), McKenzie ve Mitchell (1999), Brooks vd. (2000), Tooma ve Sourial (2004) ile Giot ve Laurent (2004) çalışmalarında,  $\alpha_i, \beta_i, \delta_i$  ve  $\gamma_i$  katsayılarının alabileceği değerler açısından, APGARCH modelinin bünyesinde çok sayıda ARCH/GARCH formüllerinin yuvalandığı da gösterilmiştir. Dolayısıyla, APARCH modeli popüler olan çok sayıdaki tek değişkenli simetrik ve asimetrik ARCH/GARCH modelinin parametrelerinin içerisinde yuvalandığı bir volatilitenin modelidir.

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

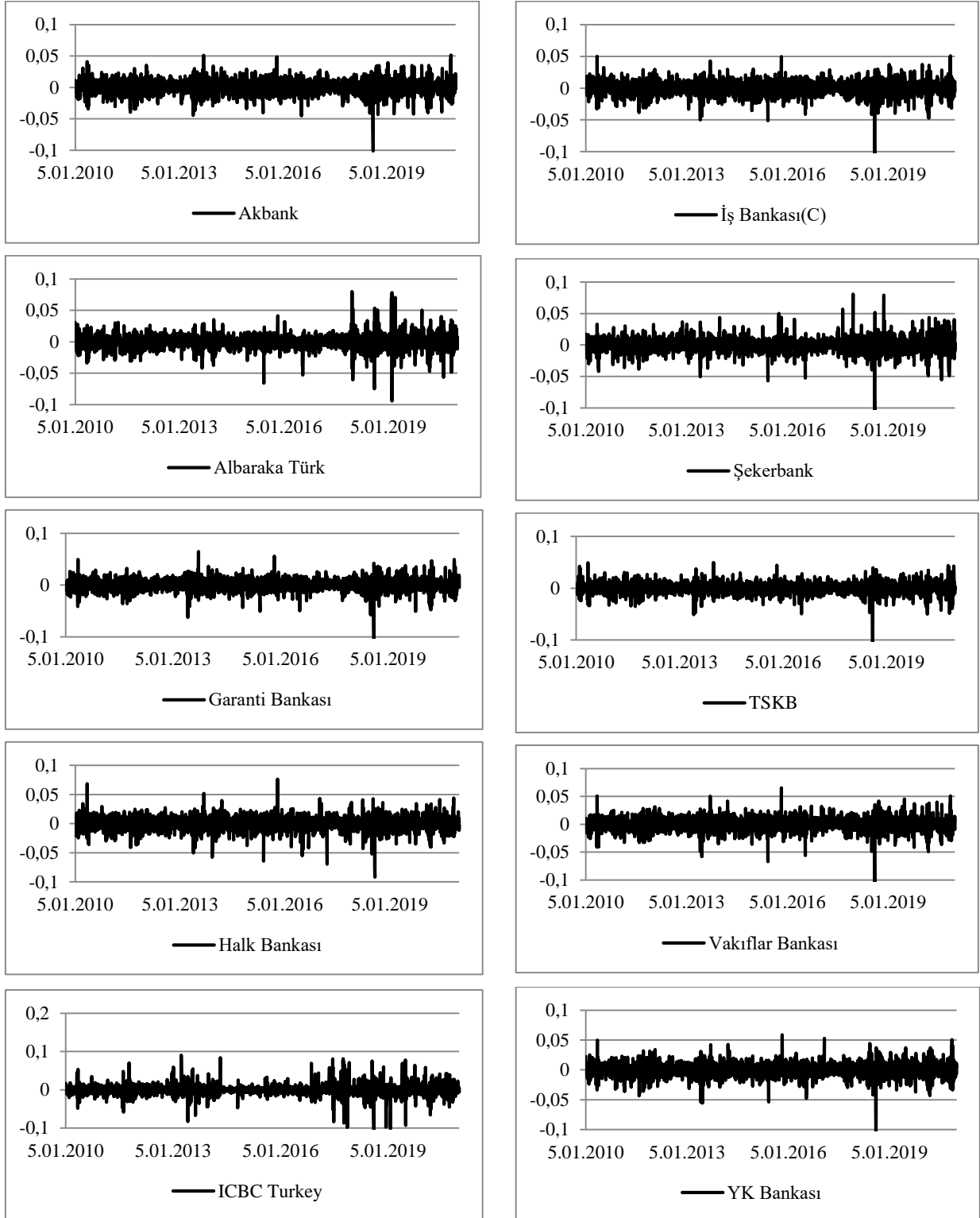
Araştırmada öncelikle bankaların hisse senedi getirilerinin zaman yol grafikleri ve tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Ardından getirilerin birim kök testleri ve tanı testleri gösterilmiştir. Son olarak getirilerin APGARCH modeli volatilitenin tahmin sonuçları yer almıştır. Böylece araştırma bulguları dört alt başlık halinde aşağıda sunulmuştur.

### 5.1. Hisse Senedi Getirilerinin Genel Özellikleri

Bankaların günlük hisse senetleri fiyatlarının logaritmik farkı alınmak suretiyle hesaplanan hisse senedi günlük getirilerinin zaman yolu grafikleri Grafik 1'de sunulmuştur.

Grafik 1'deki getiri grafikleri toplu biçimde değerlendirildiğinde; uzun dönemde bankaların volatilitelerinin benzer düzeylerde seyrettiği gözlenmiştir. Volatilitenin bankalarda tek düze olmadığı örneğin 2018 yılından önceye göre, 2018 ve sonrasında volatilitenin görece daha yüksek gerçekleştiği söylenebilir. Genel olarak bankaların hisse senetlerinin volatilitesi 2018 yılında artış göstermiştir.

**Grafik 1. Bankaların Hisse Senedi Getirileri**



Ayrıca volatilité grafiklerinden volatilitenin zaman içerisinde değiştiği tespit edilmiştir. Türkiye’de bankaların günlük getiri grafikleri, daha yüksek (düşük) getiriden sonra daha düşük (yüksek) getirinin geldiğini göstermiştir. Bu bulgular Türkiye’de bankaların hisse senedi getiri volatilitesinin Mandelbrot (1963) ve Fama (1965b)’de ifade ettiği, zaman göre değiştiğini ortaya koymuştur. Volatilitenin zamana göre değişmesine volatilité kümelemesi adı verilmektedir. Volatilité kümelenmeleri ARCH modelleriyle tutarlı tahmin edilebilmektedir.

## 5.2. Getirilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Tablo 3’te bankaların hisse senetlerinin günlük getirilerinin tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir.

**Tablo 3: Getirilere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

|                    | Ortalama | St.Sapma | Minimum | Ortanca | Maksimum |
|--------------------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Akbank             | -0.020   | 1.110    | -10.101 | -0.005  | 5.118    |
| Albaraka Türk      | -0.015   | 1.111    | -9.415  | -0.007  | 7.926    |
| Garanti Bankası    | -0.015   | 1.153    | -11.022 | -0.013  | 6.486    |
| Halkbank           | -0.034   | 1.171    | -9.171  | 0.003   | 7.615    |
| ICBCT              | 0.009    | 1.499    | -10.747 | 0.013   | 9.061    |
| İş Bankası (C)     | -0.013   | 1.085    | -12.542 | 0.012   | 5.091    |
| şekerbank          | -0.018   | 1.109    | -10.606 | -0.005  | 8.096    |
| TSKB               | 0.0017   | 1.093    | -12.109 | 0.007   | 4.973    |
| Vakıfbank          | -0.023   | 1.169    | -10.987 | 0.016   | 6.528    |
| Yapı Kredi Bankası | -0.018   | 1.123    | -12.445 | -0.009  | 5.887    |

İnceleme döneminde bankaların ortalama % getirilerin ICBCT ve TSKB için pozitif, diğer bankalar için negatif olduğu gözlenmiştir. Ortanca % getirinin ICBT, TSKB, Halkbank, İş Bankası (C) ve Vakıfbank açısından pozitif, diğer beş banka açısından negatif olduğu tespit edilmiştir. Getiriler hem pozitif hem de negatif yönde gerçekleşmiştir. Banka hisse senedi getiri serilerinin merkezi eğilim ölülerinin inceleme döneminde yatırımcılarına hem kazandıran hem de kaybettiren yönde olduğu söylenbilir.

**Tablo 4. Getirilerin Dağılım zellikleri**

|                    | arpıklık | Basıklık | Jarque-Bera |
|--------------------|-----------|----------|-------------|
| Akbank             | -0.349    | 7.262    | 2149.981**  |
| Albaraka Türk      | -0.129    | 11.588   | 8506.701**  |
| Garanti Bankası    | -0.487    | 8.797    | 3982.298**  |
| Halkbank           | -0.439    | 7.914    | 2871.237**  |
| ICBCT              | -0.452    | 14.582   | 15549.41**  |
| İş Bankası (C)     | -0.852    | 11.743   | 9142.399**  |
| şekerbank          | -0.231    | 11.199   | 7771.007**  |
| TSKB               | -0.716    | 11.054   | 7710.541**  |
| Vakıfbank          | -0.509    | 8.033    | 3037.894**  |
| Yapı Kredi Bankası | -0.663    | 10.785   | 7186.495**  |

\* ve \*\* sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.



Merkezi yayılım göstergelerinden olan çarpıklık katsayısı getirilerin normal dağılım simetrisinden ne kadar uzaklaştığını, basıklık ise serinin normal dağılım yüksekliğinden ne kadar farklılaştığını göstermektedir. Tablo 4’te gösterilen çarpıklık katsayılarına göre bankaların hisse senedi getiri serilerinde kuyruk sola çarpıktır (asimetrisi negatiftir).

Basıklık bulgularına göre ise serilerin dağılımının yüksekliği standart normal dağılımın yüksekliğinden daha fazladır. Basıklık ile ilgili bu bulgular leptokurtik dağılım (kalın kuyruk) olarak adlandırılır. Bu bulgular serilerde aşırı değerlerin bulunduğunu göstermiştir. Aşırı değerler volatilitenin varlığını işaret etmektedir. Jarque-Bera normal dağılım testi de banka hisse senetleri getirilerinin normal dağılım özelliği göstermediğini ifade etmiştir.

### 5.3. Getirilerin Birim Kök ve Tanı Testleri

Tablo 5-8’de bankaların hisse senedi getirilerinin volatilitate tahmininden önce, volatilitate yapısının davranış özelliklerinin ortaya konduğu durağanlık, ARCH etkisi, asimetri ve doğrusallık tanı testlerinin sonuçları sunulmuştur.

**Tablo 5: Birim Kök Testleri**

|                    | ADF       | PP        | KPSS  |
|--------------------|-----------|-----------|-------|
| Akbank             | -49.362** | -49.279** | 0.043 |
| Albaraka Türk      | -52.160** | -52.160** | 0.038 |
| Garanti Bankası    | -50.722** | -50.689** | 0.039 |
| Halkbank           | -49.588** | -49.527** | 0.139 |
| ICBCT              | -24.204** | -46.483** | 0.035 |
| İş Bankası (C)     | -50.266** | -50.266** | 0.048 |
| Şekerbank          | -37.441** | -50.232** | 0.065 |
| TSKB               | -47.756** | -47.775** | 0.095 |
| Vakıfbank          | -49.234** | -49.249** | 0.042 |
| Yapı Kredi Bankası | -48.891** | -48.862** | 0.058 |

\*, \*\*ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 5’te bankaların getirilerinin şok sonucunda ortalamadan saptığında yeniden ortalamaya geri döndüğünün incelendiği birim kök testleri analiz sonuçları yer almıştır. Bankaların hisse senedi getirilerinin şoktan sonra nasıl davrandığını ortaya koymak amacıyla tercih edilen ADF (1979), PP (1988) ve KPSS (1992) birim kök testleri sonuçlarına göre bankaların getirilerinin düzeyde durağan olduğu tespit edilmiştir. Böylece, bankaların getirilerinin volatilitate yapısı ARCH modellerinin uygulanma koşullarından birisi olan durağanlık koşulu sağlandığı elde edilmiştir.

Tablo 6’da Engle (1982) tarafından ARCH etkisinin testi amacıyla önerdiği Ljung ve Box (1978) Q testi ve ARCH-LM (1982) testinin sonuçları raporlanmıştır. Bankaların hisse senedi getirilerinde hata serileri ve hata serilerinin karelerinde otokorelasyon Ljung-Box (1978) Q testi ile incelenmiştir. Test sonucunda hem hata serileri hem de hata kare serilerinde otokorelasyonun olduğu bulunmuştur. ARCH-LM (1982) testiyle getirilerin hata serilerinin kareleri arasındaki sabit varyans araştırılmıştır. Test sonucunda hata serilerinin karelerinde varyansın sabit değil, değişken olduğu bulgusu tespit edilmiştir. Bankaların getirilerinin otokorelasyon ve değişken varyans özelliği taşıdığı elde edilmiştir. Böylece getirilerin volatilitate tahmininde ARCH modellerinin kullanabilme koşullarından olan otokorelasyon ve değişken varyans yani ARCH etkisinin var olduğu ortaya konulmuştur.

**Tablo 6: ARCH Etkisi Testleri**

|                    | Q (10)   | Q <sup>2</sup> (10) | ARCH-LM(1) | ARCH-LM(5) |
|--------------------|----------|---------------------|------------|------------|
| Akbank             | 20.264** | 222.999**           | 155.485**  | 32.445**   |
| Albaraka Türk      | 9.803    | 638.39**            | 144.470**  | 70.198**   |
| Garanti Bankası    | 10.588   | 290.97**            | 237.019**  | 39.393**   |
| Halkbank           | 19.972*  | 134.79**            | 104.916**  | 22.413**   |
| ICBCT              | 73.648** | 660.23**            | 366.700**  | 89.072**   |
| İş Bankası (C)     | 12.222   | 255.20**            | 247.881**  | 50.041**   |
| Şekerbank          | 15.863   | 304.83**            | 264.439**  | 56.611**   |
| TSKB               | 30.415** | 354.58**            | 292.822**  | 60.465**   |
| Vakıfbank          | 18.321*  | 142.57**            | 101.716**  | 21.654**   |
| Yapı Kredi Bankası | 18.245*  | 215.77**            | 170.916**  | 35.006**   |

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Bankaların hisse senedi getirilerinin volatilitenin simetrik veya asimetrik olduğunun belirlenmesi amacıyla Engle ve Ng (1993) tarafından önerilen asimetri tanı testlerinin sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. İşaret, negatif değer, pozitif değer ve ortak asimetri tanı testleri ile şokların getirilerin volatilitesi üzerindeki asimetri etkisi ortaya konulmuştur.

**Tablo 7: Asimetri Testleri**

|                    | İşaret Testi | Negatif Değer Testi | Pozitif Değer Testi | Ortak Test |
|--------------------|--------------|---------------------|---------------------|------------|
| Akbank             | 2.1911*      | -11.5459**          | -1.1113             | 174.8259** |
| Albaraka Türk      | 1.0954       | 0.1922              | 0.1928              | 1.2209     |
| Garanti Bankası    | 2.4903*      | -9.4769**           | -1.7077             | 105.6318** |
| ICBCT              | 0.1688       | -13.1951**          | 6.6763**            | 292.3045** |
| İş Bankası (C)     | 2.742**      | -12.243**           | -1.670              | 179.659**  |
| Şekerbank          | 0.104        | -6.355**            | 2.441*              | 68.979**   |
| Halkbank           | -3.502**     | 4.281**             | 2.886**             | 20.598**   |
| TSKB               | 2.007**      | -10.786**           | 0.665               | 150.281**  |
| Vakıfbank          | 2.391*       | -7.798**            | -2.023*             | 71.092**   |
| Yapı Kredi Bankası | -3.769**     | 5.313**             | 3.821**             | 32.349**   |

\* ve \*\* sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Özellikle, volatilitenin şoklara olan tepkisi asimetrik ise, işaret asimetri istatistiksel olarak anlamlıdır. Şokun büyüklüğünün volatilitenin üzerindeki etkisi ise, negatif değer asimetrisi ve pozitif değer asimetri istatistiksel olarak anlamlıdır. Ortak asimetri etkisinde hem işaret hem de büyüklük göz önünde bulundurulmaktadır. Asimetrik tanı testleri sonucunda volatilitenin simetrik ise, tahmin simetrik ARCH modeliyle asimetrik ise, asimetrik ARCH modeliyle gerçekleştirilmesine karar verilmektedir.

Bankaların hisse senedi getirilerinde işaret asimetrisi, negatif değer asimetrisi ve ortak asimetri testlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Böylece, bankaların getirilerinin volatilitenin yapısında asimetri etkisi vardır. Bu bulgu, banka hisse senedi getirilerinde volatilitenin ilişkisinin asimetrik ARCH modeliyle araştırılmasının uygun olduğunu göstermiştir.

Tablo 8’de bankaların getirilerinin BDS (1996) Test sonuçları sunulmuştur. Test sonucunda, bankaların hisse senedi getirilerinin doğrusal dağılmadığı tespit edilmiştir. Volatilite yapısı doğrusal olmadığından getiri serilerinin volatilite tahmininin de doğrusal olmayan ARCH modeliyle gerçekleştirilmesinin uygun olduğu ortaya konulmuştur.

**Tablo 8: BDS Testi (Z İstatistikleri)**

|                    | Boyut    |          |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                    | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| Akbank             | 5.070**  | 7.361**  | 9.003**  | 10.217** | 11.529** |
| Albaraka Türk      | 10.284** | 12.943** | 14.318** | 15.497** | 16.431** |
| Garanti Bankası    | 4.126**  | 6.364**  | 8.026**  | 9.367**  | 10.586** |
| Halkbank           | 5.367**  | 7.115**  | 8.124**  | 8.721**  | 9.341**  |
| ICBCT              | 13.910** | 17.209** | 19.097** | 20.464** | 21.834** |
| İş Bankası (C)     | 4.856**  | 6.368**  | 7.753**  | 9.158**  | 10.434** |
| Şekerbank          | 9.337**  | 10.969** | 12.182** | 12.938** | 13.815** |
| TSKB               | 10.624** | 12.430** | 13.594** | 14.230** | 14.654** |
| Vakıfbank          | 3.066**  | 4.947**  | 6.783**  | 8.209**  | 9.381**  |
| Yapı Kredi Bankası | 6.047**  | 8.306**  | 9.411**  | 10.430** | 11.461** |

\* ve \*\* sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Özetlenirse, bankaların hisse senedi getirilerinin volatilite yapısı kalın kuyruğa sahip, ARCH etkisi bulunan, asimetrik ve doğrusal olmadığından volatilite tahmin modelinin bu özellikleri dikkate alınmalıdır. Böylece, bankaların getirilerinin volatilitenin Student t dağılımına göre APGARÇH modeliyle tahminine karar verilmiştir.

#### 5.4. Getirilerin Volatilite Tahmini

Tablo 9’da bankaların hisse senedi getirilerinin APGARÇH modeliyle volatilite tahmin sonuçları yer almıştır. APGARÇH modelinin koşullu ortalama denklemi AR(1) süreciyle gerçekleştirilmiştir. Koşullu varyans denklemi kısa dönemli şoku yansıtan bir ARCH ( $\alpha_1$ ) ve uzun dönemli şoku yakalayan bir GARCH ( $\beta_1$ ) terimini içermiştir. Modelin koşullu varyans denkleminin diğer unsurları ise, volatilite asimetrisini gösteren kaldıraç terimi ( $\gamma$ ) ve volatilitenin doğrusal olmayan davranışını temsil eden üssel terimdir ( $\delta$ ). Tablo 9’daki tahmin modelinin çarpıklık, basıklık, ARCH etkisi ve t dağılım parametrelerine bakıldığında getirilerin volatilite yapısının ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen APGARÇH modelinin başarılı ve tutarlı olduğu gözlenmiştir.

Tablo 9’daki koşullu ortalama denklemlerinde beklenen bankaların hisse senedi getirileri üzerine kendisinin bir önceki işlem günü getiri etkisi ortaya konulmuştur. Koşullu ortalama denkleminde bakıldığında; bankacıların beklenen getirisine kendi bir önceki işlem günü getirisinin pozitif veya negatif etkisinin olduğu elde edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı etki sadece pozitif olanlar için geçerlidir. Bunlardan, Akbank, Halkbank, TSKB, Vakıfbank ve Yapı Kredi Bankası’nda beklenen getiri üzerinde cari gün getirisi pozitif ve anlamlıdır. Diğer bankalarda beklenen getiriye cari getirinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 9’da sunulan bankaların hisse senedi getirilerinin koşullu varyans denklemlerinde kısa ve uzun dönem şoku ile volatilite asimetrisi ve doğrusal olmayan volatilite davranışı verilmiştir. Bankaların tümünde koşullu varyans denkleminde ARCH ( $\alpha_1$ ) ve GARCH ( $\beta_1$ ) teriminin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Bu bulgu, bankaların hisse senedi getirilerinde kısa ve uzun dönem şok kalıcılığının varlığı ortaya koymuştur. Getirilerdeki şokun kalıcılık göstergesi olan kısa ve uzun dönem şok büyüklüğünün toplamına bakıldığında, şok kalıcılığının yaklaşık 0.97 ile en yüksek olarak Akbank ve

0.90 ile en düşük olarak Albaraka Türk'e aittir. Böylece inceleme döneminde şok kalıcılığının bankalarda yüksek seviyede gerçekleştiği gözlenmiştir.

Koşullu varyans denklemlerinde kaldıraç teriminin ( $\gamma$ ) pozitif ve negatif olduğu, buna karşın sadece pozitif olan Akbank, Garanti Bankası, Halkbank, İş Bankası (C), TSKB, Vakıfbank ve Yapı Kredi Bankası'nda istatistiksel olarak anlamlıdır. Böylece bu sayılan yedi banka hisse senedi getirisinde, kötü haberin etkisinin iyi habere daha fazla olduğu görülmüştür. Türkiye'deki yedi bankanın hisse senedi yatırımcılarının olumsuz haberlere karşı daha fazla duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Böylece yedi banka yatırımcı kararlarının bankaya özgü olmasının yanında ekonomide veya piyasadaki genişleme gibi olumlu bilgilerden daha fazla olumsuz bilgilerden etkilendiği ifade edilebilir. Geriye kalan üç banka Albaraka Türk, ICBCT ve Şekerbank hisse senedi getirilerinde bilgi asimetrisinin değil simetrisinin söz konusu olduğu tespit edilmiştir.

Koşullu varyans denklemlerinin son unsuru, bankaların hisse senedi getirilerinin volatilitésinin doğrusal olmayan davranışını veren üssel terimdir ( $\delta$ ). Denklemlerdeki üssel terim tüm bankalar açısından pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Üssel terimlerin 1.23 ila 1.94 arasında değerler aldığı ortaya çıkmıştır. Üssel terim 1'in üstünde değer aldığından Türkiye'de bankaların hisse senedi getirileri volatilitésinde bağımlılık ve uzun hafıza özelliği olduğu ortaya konulmuştur. Bu fraktal yapı özelliğinden hareketle, banka hisse senedi getirilerinin volatilitésinde EPH değil de FPH'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla getiri volatilitésinin şok etkisinin alınan tedbirler veya kararlarla piyasa koşulları içerisinde kısa dönemde ortadan kaldırılamadığı söylenebilir.

**Tablo 9: Bankaların Hisse Senedi Getirilerinin Doğrusal Olmayan Volatilite (APGARCH) Modeli Tahmin Sonuçları**

|                                  | Akbank   | Albaraka | Garanti  | Halkbank | ICBCT    | İş (C)   | Şekerbank | TSKB     | Vakıfbank | YKB      |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| <b>Koşullu Ortalama Denklemi</b> |          |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
| $\phi_0$                         | -0.0001  | -0.0001  | -0.0001  | -0.0001  | 0.0001   | 0.0001   | -0.0001   | 0.0001   | -0.0001   | 0.0001   |
| $\phi_1$                         | 0.0479*  | 0.0147   | 0.0207   | 0.0432*  | -0.0005  | 0.0229   | 0.0016    | 0.0406*  | 0.0552**  | 0.0500** |
| <b>Koşullu Varyans Denklemi</b>  |          |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
| $\alpha_0$                       | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0003   | 0.0002   | 0.0001   | 0.0001    | 0.0001   | 0.0001    | 0.0001   |
| $\alpha_1$                       | 0.0772** | 0.1376** | 0.0693** | 0.0780** | 0.1489** | 0.0774** | 0.1649**  | 0.1200** | 0.0682**  | 0.0839** |
| $\beta_1$                        | 0.8898** | 0.7570** | 0.8728** | 0.8607** | 0.7919** | 0.8590** | 0.7419**  | 0.7906** | 0.8694**  | 0.8602** |
| $\gamma$                         | 0.3822** | 0.0654   | 0.3157** | 0.3912** | -0.0323  | 0.2509** | 0.0849    | 0.1618** | 0.3898**  | 0.2835** |
| $\delta$                         | 1.5835** | 1.9452** | 1.9044** | 1.2314** | 1.2387** | 1.8058** | 1.5875**  | 1.9551** | 1.6296**  | 1.6273** |
| Şokun Kalıcılığı                 | 0.9670   | 0.8946   | 0.9421   | 0.9387   | 0.9408   | 0.9364   | 0.9068    | 0.9106   | 0.9376    | 0.9441   |
| t Dağılım Parametresi            | 6.7399** | 4.5837** | 6.2772** | 5.1044** | 2.9572** | 6.3134** | 3.9320**  | 5.4732** | 6.3452**  | 5.8301** |
| Çarpıklık                        | -0.0278  | 0.0389   | -0.0917  | -0.1995  | 0.1280   | -0.2085  | 0.2567    | -0.2442  | -0.1029   | -0.1000  |
| Basıklık                         | 4.6347   | 8.2502   | 5.4724   | 7.2933   | 17.1330  | 5.0350   | 8.9793    | 5.1087   | 5.7711    | 5.5768   |
| Q (10)                           | 8.0527   | 14.666   | 8.7385   | 11.254   | 11.132   | 9.9766   | 13.840    | 8.4167   | 8.0879    | 7.4330   |
| Q <sup>2</sup> (10)              | 5.2264   | 9.5776   | 6.1346   | 7.5696   | 4.4495   | 9.2850   | 9.9726    | 14.541   | 1.5631    | 7.7958   |
| ARCH-LM (1)                      | 1.0210   | 0.0218   | 3.2026   | 1.5899   | 0.5427   | 3.5744   | 2.0588    | 3.2427   | 0.0872    | 2.9618   |
| ARCH-LM (5)                      | 0.6170   | 1.1005   | 0.8358   | 0.9292   | 0.4859   | 1.7538   | 1.0556    | 2.1132   | 0.0968    | 0.8957   |

\* ve \*\* sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bankalar hem sermaye piyasası hem de para piyasasında finansal aracı olmanın yanında kurumsal yatırımcı ve kurumsal tasarruf sahibidir. Bankalar çok geniş bir faaliyet yelpazesine sahiptir. Dolayısıyla bankalar Türkiye ekonomisinin ve finansal sistemin temel kurumlarıdır. Çalışmada, Türkiye’de Borsa İstanbul Ulusal Bankacılık Endeksi’nde hisse senetleri işlem gören on bankanın hisse senedi getirilerinin volatilitesi incelenmiştir. Bankaların günlük getirilerindeki volatilitenin doğrusal olmayan asimetrik koşullu volatilitenin APGARÇH modeliyle tahmin edilmiştir. Böylece Türkiye’deki banka getiri volatilitelerinin haberlere olan duyarlılığının ve uzun hafıza özelliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma 5 Ocak 2010 - 31 Aralık 2020 dönemini kapsamıştır. Çalışmada ulaşılan bulgular aşağıda özetlenmiştir:

Türkiye’deki bankaların hisse senedi getirilerinin volatilitelerinin benzer biçimde olduğu gözlenmiştir. Bankalarda 2018 ve sonrasında volatilitenin daha yüksek gerçekleşmiştir. Genel volatilitenin 2018 yılıyla birlikte artmıştır. Ayrıca getiri grafikleri, daha yüksek (düşük) getiriden sonra daha düşük (yüksek) getirinin geldiğini göstermiştir. Dolayısıyla, getirilerde volatilitenin zaman içerisinde değiştiği yani volatilitenin kümelenmesi olduğu tespit edilmiştir.

Getirilerdeki volatilitenin kümelenmesi, koşullu volatilitenin modellerinden asimetri etkisini dikkate alan doğrusal olmayan APGARÇH modeliyle tahmin edilmiştir. Model tahmini sonucunda, bankaların getirilerinde şok kalıcılığının yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla, bankaların hisse senedi getirilerinde şokun etkisinin görece uzun zaman sürdüğü belirlenmiştir. Getiri volatilitelerinin üç bankada (Albaraka Türk, İCBCT ve Şekerbank) simetrik, yedi bankada (Akbank, Garanti Bankası, Halkbank, İş Bankası (C), TSKB, Vakıfbank ve Yapı Kredi Bankası) asimetrik etkiye sahip olduğu elde edilmiştir. Türkiye’deki yedi bankanın hisse senedi yatırımcılarının olumsuz haberlere olumlu haberlere kıyasla daha fazla duyarlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Türkiye’deki bankaların getiri volatilitelerinde uzun hafıza özelliğinin olduğu bulunmuştur. Böylece, banka hisse senedi getirileri volatilitelerinde bağımlılık ve uzun hafıza dolayısıyla EPH’nin değil de FPH’nin geçerli olduğu sonucunu göstermiştir. Dolayısıyla getiri volatilitelerinin şok etkisinin alınan tedbirler veya kararlarla piyasa koşulları içerisinde kısa dönemde ortadan kaldırılamadığı söylenebilir. Buna göre, Türkiye’de banka hisse senetlerinin fiyatlarının geçmiş hareketlere bağımlı olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, yatırımcıların banka hisse senetleri hakkındaki yatırım kararlarında teknik analiz varsayımlarını dikkate aldıkları ileri sürülebilir.

EPH’nin geçerli olmadığını belirten bu çalışmanın sonuçları, Çevik ve Erdoğan (2009)’ın, Altın (2018)’in, Çelik ve Kaya (2019)’nin, Çevik ve Sezen (2020)’in, Özdemir vd. (2018)’nin, Borges (2010)’in, Hamid vd. (2010)’nin, Vats (2011)’in, Aidoo vd. (2012)’nin, Hawaldar vd. (2017)’nin, Kelikume vd. (2020)’nin çalışması ile benzer sonuca sahiptir. Ayrıca FPH’nin test edildiği çalışmalar ele alındığında ise uzun hafıza modellerinin etkinliğinden bahseden Lux ve Kaizoji (2007)’nin, McMillan ve Thupayagale (2008)’in ve Ural ve Demirelli (2009)’nin çalışması ve FPH ile uyumlu sonuçlar belirleyen Panas ve Ninni (2010), Kristoufek (2013), Ikeda (2017)’nin çalışması ve aynı şekilde fraktal yapının mevcudiyetinden bahseden Aygören (2008), Morali ve Uyar (2018), Sülkü ve Ürkmez (2018), Selvam vd. (2011), Singh vd. (2013)’nin çalışmasının sonuçları ile benzerliğe sahiptir. Öte yandan çalışmanın sonuçları fraktal yapının olmadığına ilişkin sonuçlar elde eden Günay (2015)’in çalışması ile farklı bulgulara sahiptir.

Getirideki şokun etkisinin kısa zamanda geçmemesi karar vericiler tarafından dikkate alınmalıdır çünkü bankaların getirileri üzerindeki ortalama şok büyüklüğü önemli düzeydedir.

Yaşanan bir şokun olumsuz etkilerinin düzeltilmesi amacıyla alınan kararların hem yatırımcılar hem de banka bilançoları üzerindeki etkisinin giderilmesi uzun zaman almaktadır. Dolayısıyla, bugün alınan bir kararın sonuçlarının yatırımcılar ve bankalar, dolayısıyla da ekonomi üzerindeki etkisinin yansımaları gecikmeli gerçekleşmektedir. Bankacılık sisteminin kâr yaratma kabiliyeti aynı zamanda reel sektör, kamu kurumlarının ve bireylerin ihtiyaç duyduğu fonlara ulaşmasının istikrarını sağlamaktadır. Ekonominin sağlıklı işleminin koşullarından biri de bankacılık sektörünün volatilitésinin öngörülebilir olmasıdır. İstikrarlı olması da volatilitésinin öngörülebilir olmasını sağlayacaktır.

Çalışmanın sonuçları değerlendirilirken, volatilitésinin bireysel bankalar çerçevesinde ve tek değişkenli koşullu değişken varyans modeliyle araştırıldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Analizin bireysel bankaların yanında sektör düzeyinde ve çok değişkenli volatilité modelleriyle yapılmasının konunun daha etraflı ele alınmasında faydalı olacağı düşünülmektedir. Söz konusu sınırlamalarına rağmen, çalışmayla Türkiye'deki bankaların hisse senedi volatilitésinde şokun kalıcılığının yüksek, asimetri etkisinin ve uzun hafıza özelliğinin var olduğu gösterilmiştir. Çalışmanın bulgularının karar vericilere kararlarında yardımcı olması beklenmektedir.

---

## YAZAR BEYANI

### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

### Yazar Katkıları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

---

## KAYNAKÇA

- Aidoo, E. N., Saeed, B. I. I., Ababio, K. A., Nsowah-Nuamah, N. N. N., & Louis, M. (2012). Analysis of long memory dynamics in exchange rate. *The Empirical Economics Letters*, 11(7), 745-754.
- Altın, H. (2018). Borsa İstanbul'da bankacılık endeksinde işlem gören banka pay senetlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(66), 58-69. <http://dx.doi.org/10.16992/ASOS.13420>
- Anderson, N., & Noss, J. (2013). The Fractal market hypothesis and its implications for the stability of financial markets. *Bank of England Financial Stability Paper*, No. 23.
- Aygören, H. (2008). İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının fractal analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 125-134.
- Barone, R. (2003). *From efficient markets to behavioral finance*. 1-27, 20.12.2020 tarihinde [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=493545](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=493545) adresinden erişilmiştir.

- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2008). *Essentials of Investments*. McGraw-Hill.
- Bollerslev, T. (1986). Generalised autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-328. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Borges, M. R. (2010). Efficient market hypothesis in European Stock Markets. *The European Journal of Finance*, 16(7), 711-726. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2010.495477>
- Brock, W. A., Dechert, W. D., Scheinkman, J., & LeBaron, B. (1996). A Test for independence based on correlation dimension. *Econometric Reviews*, 15(3), 197-235. <https://doi.org/10.1080/07474939608800353>
- Brooks, R., Faff, R., McKenzie, M., & Mitchell, H. (2000). A multi-country study of power ARCH models and national stock market returns. *Journal of International Money and Finance*, 19(3), 377-397. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00011-5](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00011-5)
- Corsi, F. (2009). A simple approximate long-memory model of realized volatility. *Journal of Financial Econometrics*, 7(2), 174-196. <https://doi.org/10.1093/jfinec/nbp001>
- Çelik, İ., & Kaya, H. (2019). İkili uzun hafızada asimetri etkisi: BİST Banka Endeksi örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 92-106. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.516455>
- Çelik, T. T., & Taş, O. (2007). Etkin piyasa hipotezi ve gelişmekte olan hisse senedi piyasaları. *İTÜ Dergisi Sosyal Bilimler*, 4(2), 11-22.
- Çevik, E. İ., & Erdoğan, S. (2009). Bankacılık sektörü hisse senedi piyasasının etkinliği: Yapısal kırılma ve güçlü hafıza. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10(1), 26-40.
- Çevik, E. İ., & Sezen, S. (2020). Bankacılık sektörü için etkin piyasalar hipotezinin uzun hafıza modelleri ile analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(1), 332-351. <https://doi.org/10.11611/yead.621826>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- Dimson, E., & Mussavian, M. (1998). A brief history of market efficiency. *European Financial Management*. 4(1), 91-103. <https://doi.org/10.1111/1468-036X.00056>
- Ding, Z., Granger, V. W., & Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106. [https://doi.org/10.1016/0927-5398\(93\)90006-D](https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D)
- Eken, M. H., & Adalı, S. (2008). Piyasa etkinliği ve İMKB: Zayıf formda etkinliğe ilişkin ekonometrik bir analiz. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (37), 1-16.
- Engle, R. (2001). GARCH 101: The use of ARCH / GARCH models in applied econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 15, 157-168. <https://doi.org/10.1257/jep.15.4.157>
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrics*, 50, 987-1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>



- Engle, R.F., & Ng, V.K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *Journal of Finance*, 5, 1749-1778. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05127.x>
- Erdoğan, N. K. (2017). Finansal zaman serilerinin fraktal analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(4), 49-54.
- Fama, E. F. (1965a). Random walks in stock market prices. *Financial Analysts Journal*, 21(5), 55-59.
- Fama, E. F. (1965b). The behavior of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38(1), 34-105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575-1617. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>
- Giot, P., & Laurent, S. (2004). Modelling daily value-at-risk using realized volatility and ARCH type models. *Journal of Empirical Finance*, 11, 379-398. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2003.04.003>
- Göçmen Yağcılar, G., & Aslan, Z. (2019). Hisse senedi piyasalarında tatil anomalisi: BIST bankacılık endeksi üzerine bir uygulama. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(3), 1114-1134. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.19.07.1157>
- Günay, S. (2015). BİST100 endeksi fiyat ve işlem hacminin fraktallık analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16(1), 35-50.
- Gündüz, L., & Omran, M. (2001). Gelişmekte olan piyasalarda stokastik trendler ve hisse senetleri fiyatları: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri örneği. *İMKB Dergisi*, 5(17), 1-22.
- Hamid, K., Suleman, M. T., Shah, S. Z. A., & Akash, R. S. I. (2010). Testing the Weak form of efficient market hypothesis: empirical evidence from Asia-Pacific markets. *International Research Journal of Finance and Economics*, 58, 121-133.
- Hatipoğlu, M., & Bozkurt, İ. (2018). Finansal piyasalarda uzun dönemli bağımlılık ve etkin piyasalar hipotezi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(3), 47-56.
- Hawaldar, I. T., Rohit, B., & Pinto, P. (2017). Testing of weak form of efficient market hypothesis: Evidence from the Bahrain Bourse. *Investment Management and Financial Innovations*, 14(2), 376-385. [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14\(2-2\).2017.09](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14(2-2).2017.09)
- Hentschel, L. (1995). All in the family: Nesting symmetric and asymmetric GARCH models. *Journal of Financial Economics*, 39, 71-104. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(94\)00821-H](https://doi.org/10.1016/0304-405X(94)00821-H)
- Ikeda, T. (2017). A fractal analysis of world stock markets. *Economics Bulletin*, 37(3), 1514-1532.
- Jones, C.P. (2013). *Investments analysis and management*. USA: Wiley.
- Karan, M. B. (2004). *Yatırım analizi ve portföy yönetimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Karp, A., & Vuuren, G. V. (2019). Investment implications of the fractal market hypothesis. *Annals of Financial Economics*, 14(1), 1-27. <https://doi.org/10.1142/S2010495219500015>

- Kelikume, I., Olaniyi, E., & Iyohab, F. A. (2020). Efficient market hypothesis in the presence of market imperfections: Evidence from selected stock markets in Africa. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, 9(1), 37-57. <https://doi.org/10.32327/IJMESS/9.1.2020.3>
- Kristoufek, L. (2013). Fractal markets hypothesis and the global financial crisis: Wavelet power evidence. *Scientific Reports*, 3(2857), 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep02857>
- Kumar, A. S., Jayakumar, C., & Kamaiah, B. (2017). Fractal market hypothesis: Evidence for nine Asian Forex Markets. *Indian Economic Review*, 52, 181-192. <https://doi.org/10.1007/s41775-017-0014-7>
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: how sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54, 159-178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
- Li, D. Y., Nishimura, Y., & Men, M. (2014). Fractal Markets: Liquidity and investors on different time horizons. *Physica A*, 144-151. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.03.073>
- Lo, A. W. (2004). The adaptive markets hypothesis: Market efficiency from an evolutionary perspective. *The Journal of Portfolio Management*, 30(5), 15-29.
- Lo, A. W. (2008). Efficient markets hypothesis. In L. Blume, S. Durlauf (ed.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. New York: Palgrave MacMillan.
- Lux, T., & Kaizoji, T. (2007). Forecasting volatility and volume in the Tokyo Stock Market: Long memory, fractality and regime switching. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 31(6), 1808-1843. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2007.01.010>
- Mandelbrot, B. B. (1963). The variation of certain speculative prices. *Journal of Business*, 36, 394-419.
- Mandacı, E. (2018). Etkin piyasa hipotezi. A. Gündoğdu (ed.) içinde, *Finansın Temel Teorileri*, İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım, 83-111.
- McKenzie, M., & Mitchell, H. (1999). Generalised asymmetric power Arch modeling of exchange rate volatility. *Applied Financial Economics*, 12, 555-564. <https://doi.org/10.1080/09603100010012999>
- McMillan, D. G., & Thupayagale, P. (2008). Efficiency of The South African Equity Market. *Applied Financial Economics Letters*, 4(5), 327-330. <https://doi.org/10.1080/17446540701720717>
- Meier, C. (2014). Adaptive market efficiency: Review of recent empirical evidence on persistence of stock market anomalies. *Review of Integrative Business & Economics Research*, 3(2), 268-280.
- Moralı, T., & Uyar, U. (2018). Kıymetli metaller piyasasının fraktal analizi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 2203-2218. <https://doi.org/10.17218/hititsosbil.441151>
- Müller, U. A., Dacorogna, M. M., Dave, R. D., Pictet, O. V., Olsen, R. B., & Ward, J. R. (1993). *Fractals and intrinsic time- a challenge to econometricians*, 39th International Conference of the Applied Econometrics Association (AEA), Real Time Econometrics -Submonthly Time Series, 14-15 October 1993, Luxembourg.

- Owidi, O. H., & Waweru, F. M. (2016). Analysis of asymmetric and persistence in stock return volatility in the Nairobi Securities Exchange Market phases. *Journal of Finance and Economics*, 4(3), 63-73.
- Özdemir, A., Vergili, G., & Çelik, İ. (2018). Döviz Piyasalarının etkinliği üzerinde uzun hafızanın rolü: Türk döviz piyasasında ampirik bir araştırma. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 12(1), 87-107.
- Panas, E., & Ninni, V. (2010). The distribution of London metal exchange prices: a test of the fractal market hypothesis. *European Research Studies*, 13(2), 193-210.
- Peters, E. E. (1994). *Fractal market analysis applying chaos theory to investment and economics*. John Wiley & Sons Inc.
- Phillips, P.C.B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regressions. *Biometrika*, 75, 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Rachev, S. T., Weron, A., & Weron, R. (1999). CED model for asset returns and fractal market hypothesis. *Mathematical and Computer Modelling*, 29, 23-36. [https://doi.org/10.1016/S0895-7177\(99\)00090-4](https://doi.org/10.1016/S0895-7177(99)00090-4)
- Quang, T. V. (2005). The fractal market analysis and its application on Czech conditions. *Acta Oeconomica Pragensia*, 13(1), 101-111. <https://doi.org/10.18267/j.aop.141>
- Selvam, M., Gayathri, J., & Saranya, G. (2011). Fractal structure analysis in the Indian Stock Market. 20.12.2020 tarihinde <https://ssrn.com/abstract=1885030> adresinden erişilmiştir.
- Singh, K. K., Dimri, P., & Rawat, M. (2013). Fractal market hypothesis in Indian Stock Market. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 3(11), 739-743.
- Sülcü, S. N., & Ürkmez, E. (2018). Hisse senedi getirilerinde doğrusal olmayan dinamikler: Türkiye'den kanıtlar. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18. EYİ Özel Sayısı, 473-484. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.349846>
- Tooma, E. A., & Sourial, M. S. (2004). *Modeling the Egyptian Stock Market volatility pre- and post circuit breaker*. Working Paper, 1-31. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.572061>
- Umoru, B, Udobi-Owoloja, P. I., Nzekwe, G. U., Iyiegbuniwe, W. C. & Ezike, J. E. (2020). Are stock returns predictable? The myth of efficient market hypothesis and random walk theory using Nigerian market data. *International Journal of Economics, Business and Management Research*, 4(7), 115-130.
- Ural, M., & Demirelli, E. (2009). Hurst üstel katsayısı aracılığıyla fraktal yapı analizi ve İMKB'de bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(2), 243-255.
- Vats, A. (2011). Long memory in returns and volatility: evidence from foreign exchange market of Asian countries. *The International Journal of Applied Economics and Finance*, 5(4), 245-256. <https://doi.org/10.3923/ijaef.2011.245.256>
- Weron, A., & Weron, R. (2000). Fractal market hypothesis and two power-laws. *Chaos, Solitons and Fractals*, 11, 289-296. [https://doi.org/10.1016/S0960-0779\(98\)00295-1](https://doi.org/10.1016/S0960-0779(98)00295-1)