

## **FİNANSAL PİYASA ETKİNLİĞİNİN RUN TESTİ VE VOLATİLİTE MODELLERİ İLE ANALİZİ: BİST 100, DOLAR KURU VE ALTIN FİYATI PİYASALARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

### **ANALYSIS OF FINANCIAL MARKET EFFICIENCY BY RUN TEST AND VOLATILITY MODELS: AN APPLICATION ON BIST 100, DOLLAR EXCHANGE RATE AND GOLD PRICE MARKETS**

**Özkan ŞAHİN**

*Düzce Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret Bölümü*  
*(ozkansahin@duzce.edu.tr)*  
ORCID: 0000-0001-5341-1274

#### **ÖZ**

Yatırımcılar finansal piyasalarda yatırım kararı alırken fiyatların nasıl hareket ettiğini göz önünde bulundurlar. Etkin piyasalar hipotezine göre zayıf formda etkin olmayan piyasalarda fiyatlar geçmiş dönem fiyatlarından etkilenecek trend oluşturmaktadır. Bu tür piyasalarda geçmiş dönem fiyat hareketlerinin incelenmesiyle ortalama üstü getiri imkânı bulunmaktadır. Bu kapsamda ele alınan çalışmada BİST100, Dolar Kuru ve Altın Fiyatlarının etkinliği Run Testi yardımıyla, piyasalarda oluşan risk ise volatilité modelleri ile belirlenmiştir. Sonuç olarak incelenen piyasaların zayıf formda etkin olmadığı ve gerçekleştirilecek analizlerle ortalama üstü getiri sağlanabileceği belirlenmiştir. Altın piyasası volatilitésinin yüksek olmasına rağmen şokların yarılanması süresi düşük olduğundan uzun dönemde halen güvenli bir liman olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Run Testi, Volatilité, Etkin Piyasalar Hipotezi, Altın Fiyatı, Dolar Kuru.

#### **ABSTRACT**

Investors take into account how prices move when making an investment decision in financial markets. According to the efficient markets hypothesis, prices in inefficient markets creates a trend by influencing about past prices. In such markets, there is a possibility of above-average return by examining past price movements. In this study, the effectiveness of BİST100, Dollar Exchange Rate and Gold Prices was determined with the help of Run Test, and the risk in the markets was determined by volatility models. As a result, it has been determined that the analyzed markets are not effective in weak form and that the above-average returns can be obtained with the analyzes of markets. Although the gold market volatility is high, the half-life of shocks is low, so it has been identified as a safe port in the long term.

**Keywords:** Run Tests, Volatility, Efficient Market Hypothesis, Gold Price, Dollar Exchange Rate.

## 1. Giriş

Finans piyasalarında işlem gerçekleştiren yatırımcıların ana hedefi yatırımlarından kâr elde etmektir. Bir yatırımdan kâr elde etmenin yegâne yolu da yatırım yapılan ürünün alış fiyatının satış fiyatından düşük olmasıdır. Böylece aradaki fark yatırımcıya kâr olarak yansiyabilir. Finansal piyasalarda fiyatların belirlenmesindeki temel faktör ilgili üründe oluşan arz-talep dengesi ve yine ilgili ürüne yönelik bilgilerin piyasalara yansımalarıdır. Finansal piyasalarda işlem gören ürünler ile ilgili var olan bilgiler piyasalara fiyat olarak yansıdığından söz konusu bilgilerin elde edilmesi ve hızlı reaksiyon gösterilmesi bu noktada önem arz etmektedir. Yatırımcılar gerek gözlemleriyle gerekse teknik ve temel analiz yöntemlerinin yardımıyla yatırımlarına karar vermektedirler. Bu kapsamda yatırım yapılması düşünülen ürünün fiyatının piyasadaki bilgilere ne hızla tepki verdiği, diğer bir deyişle söz konusu ürünle ilgili bilgilerin piyasadaki fiyata ne hızla yansıdığı belirlenmesi yatırımcıya destek olacaktır. Fakat burada ortaya çıkan birkaç temel sorun vardır. Bunlardan birincisi yatırım yapılan menkul kıymetin fiyatlarında meydana gelen volatilité, diğer bir ifade ile fiyatlardaki oynaklıktır. Fiyatlarda meydana gelen dalgalanmalar ne kadar yüksekse söz konusu piyasalar o denli riskli olarak görülmektedir. Piyasalarda var olan ikinci sorun ise oluşan fiyatların rassal bir süreç mi izlediği yani fiyatların tamamen tesadüfi mi oluştuğu ya da bir trend içinde mi hareket ettiğinin belirlenmesidir. Eğer piyasalarda fiyatlar rassal olarak oluşuyorsa geçmiş dönem fiyatları temel alınarak gerçekleştirilecek analizlerle normalüstü bir getiri elde etme imkânı bulunmayacaktır. Aksi durumda ise bir trend oluşturan fiyatlar geçmiş veriler yardımıyla gelecek tahmininde kullanılabilir ve piyasada oluşan normal getiri oranının üzerinde bir getiri elde etme imkanı doğacaktır.

Bu kapsamda piyasalara gelen bilginin ne hızla ve doğrulukta fiyatlara yansıdığı belirlenmesi yani piyasaların FAMA'nın ileri sürdüğü Etkin Piyasalar Hipotezi çerçevesinde hangi tür yapıda olduğunun belirlenmesi yatırımcıların kararlarına destek sağlayacaktır. Piyasaların yapısına ilişkin FAMA'nın 1970 yılında geliştirdiği etkin piyasalar hipotezi finansal piyasaları "Zayıf Formda Etkin", Yarı Güçlü Formda Etkin" ve "Güçlü Formda Etkin Piyasa" olmak üzere üç farklı etkinlik formunda tanımlamaktadır. Zayıf formda etkin piyasada bilgiler piyasaya geç yansımaktadır. Aradaki zaman farkından dolayı yatırımcılar ürünlerin fiyatlarında bir değişme meydana gelmeden işlem yapabilmekte ve normalüstü bir kâr elde edebilmektedirler. Fakat yarı güçlü formda fiyatlardaki değişme temel analiz yöntemleriyle önceden tahmin edilememekte ve piyasada oluşan kâr oranının üstünde bir kâr elde etme olanağı ortadan kalkmaktadır. Güçlü formda etkin bir piyasada ise firma içinde görev yapanların ulaşabileceği bilgiler bile normalüstü kâr elde edilmesine imkân vermemektedir. Eğer bir menkul kıymet piyasasında meydana gelen fiyat değişimleri birbirinden bağımsız olarak gerçekleşiyorsa söz konusu piyasada rassal yürüyüş teorisi geçerlidir ve ilgili menkul kıymetin geçmiş tarihli oluşan fiyatları ile gelecek tahmininde bulunulamaz. Diğer bir deyişle piyasada oluşan fiyat serisinin bir hafızası yoktur. (Narayan ve Smyth, 2004: 707). Bu kapsamda etkin piyasalar hipotezinin öne sürdüğü temel varsayım, piyasada var olan fiyatların bütün bilgiyi tam olarak yansıtacağı ve bu nedenle de yatırımcıların ellerindeki bilgiler sayesinde normalüstü bir kâr elde edemeyeceğidir (Karan, 2013: 278).

Bu yüzden menkul kıymet piyasalarında alınacak yatırım kararlarında fiyatların değişim karakteristiği, ilgili menkul kıymetin fiyatının piyasadaki bilgileri ne kadar yansıttığı, geçmiş veriler yardımıyla gelecek fiyatlarının tahmin edilip edilemeyeceği gibi konular yatırımcılara yol gösterici olacağından finansal piyasaların etkinliğinin belirlenmesi yatırımcılar açısından son derece önemlidir.

Bu kapsamda bu çalışmanın amacı Türkiye ekonomisinin temel yatırım araçları olan Dvız Kuru, Altın Fiyatları ve BİST 100 Endeksinin zayıf formda etkinliğinin test edilerek yatırımcılara yatırım kararlarında temel dayanak oluşturmaktadır. Söz konusu piyasaların zayıf formda etkinliğinin test edilmesi için piyasalarda oluşan fiyatların rassal yürüyüş izleyip izlemediğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için de literatürde Run (Koşu) Testi olarak adlandırılan yöntem kullanılmıştır. Piyasaların hangi tür etkinlik formunda hareket ettiğinin belirlenmesinden sonra ise ilgili piyasada oluşan volatiliteler belirlenerek piyasaların risk yapısı ortaya konmuştur.

## 2. Literatür

Finansal piyasalarda yatırım kararı alan yatırımcıların karşısına çıkan iki önemli risk unsuru bulunmaktadır. Bu risk unsurları; sistematik risk ve sistematik olmayan risk kavramlarıdır. Bu iki tür riskten birincisi olan sistematik olmayan risk firmanın kendi finans veya yönetim yapısıyla alakalı veya sektörün içinde bulunduğu sorunlardan kaynaklanan risk türüdür. Sistematik olmayan risk iyi bir portföy çeşitlendirmesi ile en aza indirgenebilmektedir. İkinci tür risk ise sistematik risk kavramıdır. Sistematik riskler ise firmadan bağımsızdır ve firmanın müdahalede ederek düzeltemeyeceği riskleri içermektedir. Bu tür riskler daha çok enflasyon, dvız kuru, politik sebepler ve faiz oranları gibi makroekonomik yapı ile ilgili riskleri barındırmaktadır. Gerek yatırımcılar gerekse de işletmeler yatırım kararlarında çeşitlendirme yaparak karşılaşabilecekleri sistematik olmayan riskleri en aza indirmek ve toplam yatırımlarında daha da fazla kâr veya daha az zarar elde etmek istemektedirler. Özellikle bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile birlikte yatırımcılar günün hemen hemen her saatinde yatırım yapabilecek duruma gelmişlerdir. Finansal piyasaların işleyişinde yaşanan bu gelişmeler söz konusu piyasalarda fiyat hareketlerinin belirlenmesinde de farklılıklar ortaya çıkarmıştır. FAMA'nın ne sürdüğü etkin piyasalar hipotezine göre piyasaların etkinliğini belirleyen unsurlardan bir tanesi de bilginin piyasaya yansımaya hızıdır. Yatırımcılar tarafından elde edilen bilgi ile söz konusu bilginin fiyatlara yansımaya hızı arasında bir zaman farkı olması yatırımcılara normalüstü kr elde etme imkânı sunmaktadır. Bu sebeplerden dolayı yatırımcıların en çok merak ettiği soruların başında menkul kıymetlerin fiyatlarının gelecekte ne olacağı yönündedir.

FAMA'nın ne sürdüğü etkin piyasalar hipotezi çerçevesinde piyasaların etkinliğinin belirlenmesi yatırımcılara karar alma noktasında yardımcı olmaktadır. Eğer bir piyasa zayıf formda etkin bir piyasa özelliği taşıyorsa yatırımcıların elde edeceği bilgilerle piyasa ortalamasının üzerinde bir getiri elde etme imkânı ortaya çıkacaktır. Etkin Piyasa Hipotezi'nin en önemli varsayımını Rassal Yürüyüş Hipotezi oluşturmaktadır (Poshakwale,1996,607). Rassal yürüyüş hipotezine göre zayıf formda etkin bir piyasada meydana gelen fiyat değişimleri geçmiş fiyatlardan etkilenmeden rasgele bir hareket izleyecektir. Bu tür piyasalarda fiyatlar birbirinden bağımsız olarak oluşacak, diğer bir değişle fiyatların oluşturduğu serinin bir hafızası olmayacaktır. Böylece piyasada oluşan fiyatları önceden tahmin edebilecek herhangi bir trend veya model olmayacak, fiyatlar tamamen rastlantısal olarak oluşacaktır. Bu durumda rassal yürüyüş, fiyatların belirlenmesinde veya fiyatların oluşturduğu uzun vadeli eğilimler hakkında bir bilgi vermemektedir (Karaşın, 1986:109). Rassal yürüyüş modelinin test edilmesinde Fama (1965) tarafından üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar serisel korelasyon, run testi ve filtre kuralı testidir.

Finansal piyasalarda yer alan riskin llmesinde ve yatırımcılara yol göstermesinde kullanılan diğer bir yöntem ise piyasaların volatilitelerinin belirlenmesidir. Piyasa getirilerinin volatilitesi yatırım kararı alan bireyler için yol gösterici nitelikte olduğundan piyasalarda oluşan volatilitenin belirlenmesi gerekmektedir. Piyasa volatilitesinde meydana gelen bir artış piyasada

oluşan ortalama getiri oranından sapmayı da ifade etmektedir. Volatilitenin daha az olduğu piyasalar yatırımcılar açısından daha güvenli olurken yüksek volatilitenin daha riskli bir piyasa olarak göze çarpmaktadır. FAMA'nın belirttiği üzere etkinliği az olan piyasalarda yatırımcılar edindikleri bilgilerle ortalama üstü bir getiri elde edebilmektedir. Fakat yatırımcıların piyasalarla ilgili bilgilere ulaşmasında bir kısıt söz konusu ise bilgi değişimlerinin hızlı yaşandığı zamanlarda piyasalarda yüksek volatiliteler oluşabilmektedir (Gerlach, 2005: 174). Bu çerçevede etkin piyasalar hipotezi ile volatilitenin arasında sıkı bir bağ söz konusudur. Finansal piyasalardaki meydana gelen volatilitenin sebebiyle piyasaların işleyişini tahminine yönelik 1982 yılında Engle tarafından ARCH modeli geliştirilmiştir (Şahin ve Öncü, 2015: 137).

Piyasaların etkinliği üzerine Balaban (1995) tarafından yapılan çalışmada 1988-1994 yılları arasında BİST Bileşik Endeksi verileri yardımıyla, Çevik ve Yalçın (2003) ise 1986-2002 yılları arasında BİST 100 Endeksi verileri ile söz konusu piyasada rassal yürüyüşün var olup olmadığını analiz etmiştir. Sonuç olarak Balaban el aldığı dönemde, Çevik ve Yalçın ise 1987 yılı hariç ele alınan piyasanın zayıf formda etkin olmadığına ulaşımlardır. Eken ve Adalı (2008) BİST 100, BİST 30, BİST Mali ve BİST Sinai Endekslerinden seçtikleri 10 hisse senedi ile 1994-2005 yılları arasındaki verileri kullanarak yaptıkları çalışmada söz konusu piyasaların hiç birinin zayıf formda etkin olmadığını belirtmişlerdir. Çevik ve Erdoğan (2009) Bankacılık sektörü için gerçekleştirdikleri analizde 2003-2007 yılları arasında haftalık verilerle Etkin Piyasalar Hipotezini test etmişler ve sonuç olarak söz konusu piyasanın zayıf formda etkin olmadığına ulaşımlardır.

Buguk ve Brorsen (2003) BİST Sanayi, Mali ve Bileşik endekslerini incelediği çalışmada, Taş ve Dursunoğlu (2005) ise BİST 30 Endeksini incelediği çalışmada ele alınan piyasaların zayıf formda etkin olduğu sonucuna ulaşımlardır. Özdemir (2008) 1990-2005 yılları arası verileri kullanarak BİST 100 Endeksine ilişkin etkinlik analizi gerçekleştirmiş ve sonuç olarak ele aldığı piyasanın zayıf formda etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Zeren vd. (2013) BİST 100 Endeksi için 1987-2012 yılları arası veriler yardımıyla zayıf formda etkinlik analizi gerçekleştirmiş, Altunöz (2016) BİST 10 Banka Endeksi için zayıf formda etkinlik analizi gerçekleştirmiş ve sonuç olarak tüm yazarlar ele aldıkları endekslerde piyasaların zayıf formda etkin olduğu sonucuna varmışlardır.

Volatilitenin konusunda yurtiçi piyasalara yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda yazarlar konuyu farklı boyutlarıyla ele almışlardır. Fakat genel sınıflandırmayla; Eker (2011), Özgün (2011), Karadağ (2008) ve Adlığ (2009) en iyi tahmini yapan volatilitenin modellerinin belirlenmesi yönünde konuyu ele almışlardır. Sarıkaya (2007), Özgümüş (2012) ve Tüzüntürk'ün (2005) ise konuyu volatilitenin yayılımı ve krizlerin volatilitenin etkisi çerçevesinde ele aldıkları belirlenmiştir.

### 3. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmanın amacı çerçevesinde etkinlik yapıları ve volatiliteleri analiz edilecek piyasalar olan BİST 100 Endeksi, Dolar Kuru ve Altın Fiyatlarının 2008 – 2019 yıllarına ilişkin günlük kapanış değerleri TCMB ve [www.investing.com](http://www.investing.com) adreslerinden elde edilmiştir. Elde edilen 3.005 adet ham veri Excel ortamında analize hazır hale getirildikten sonra Volatilitenin Analizi Eviews 8 Ekonometri Paket Programı aracılığıyla, Run Testi ise Excel programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Run Testi Analizi

Run Testi için her bir seride meydana gelen günlük fiyat değişimindeki artış ve azalışların belirlenmesi gerekmektedir. Böylece ortaya (+) ve (-) işaretlere sahip iki adet seri çıkmaktadır. Birbirini takip eden aynı işaretler bir Run oluştururken işaretin yönünün değişmesi başka bir

Run'ın başlangıcı anlamına gelmektedir. Örneğın ele alınan serideki değerler 25, 27, 30, 28, 25, 29, 34, 38, 40, 39 şeklinde ise 6 adet (+) ve 3 adet (-) işarete sahip (+ + - - + + + -) ve 4 adet Run'dan söz edilebilir. Elde edilen gerçek Run sayıları ile beklenen Run sayıları arasındaki fark çok yüksek veya çok düşük ise ele alınan serideki fiyat değişimlerinin rassal olmadığı anlaşılır (Tunçel, 2007, 9). Run testi kapsamında beklenen run sayısı (formül 1), standart sapma (formül 2) ve test istatistiği değeri olan Z Skoru da (formül 3) aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmaktadır (Bekçioğlu vd., 2005).

N = Serideki Toplam Gözlem

n1= Pozitif (+) İşaret Sayısı

n2= Negatif (-) İşaret Sayısı, olmak üzere

r = Fiili Run Sayısı

$$\text{Beklenen Run; } \mu r = \frac{2n_1n_2}{2n_1 + n_2} + 1 \quad (1)$$

$$\text{Standart Sapma; } \sigma r = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 + 1)}} \quad (2)$$

$$\text{Test İstatistiği; } Z = \frac{r - \mu r}{\sigma r} \quad (3)$$

Gözlem sayısının Z tablosunda gösterilen değerler içinde yer alması halinde ele alınan seri için hesaplanan Z değerinin mutlak değer olarak +1,96 ile -1,96 değerleri arasında ( $-1,96 < |Z| < +1,96$ ) yer alması halinde H0 hipotezi kabul edilebilir. Yani seride meydana gelen fiyat değişimlerinin rastgele olduğunu söylenebilmektedir. Fakat gözlem sayısının yüksek olması durumunda ise seri için hesaplanan "p" değeri dikkate alınır ve bu değerin 0,05'den küçük olması durumunda H0 hipotezi reddedilir ve seride meydana gelen fiyat değişimlerinin rastgele olmadığı ve bir trend izlediğini ifade eden H1 hipotezi kabul edilir.

### 3.2. Volatilite Modelleri Tahmini

Çalışma kapsamında gerçekteştirilen ikinci analiz yöntemi olan volatilite analizi için izlenen adımlar aşağıda sıralanmıştır. Bu kapsamda ele alınan serilerde ilk önce durağanlığın sağlanması (formül 4) gerekmektedir.

$$\text{Seri}_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (4)$$

Seri t: t günü fiyat değeri

P<sub>t</sub> : t günü fiyatı kapanış değeri

P<sub>t-1</sub> : t-1 inci gündeki fiyat kapanış değeri

Durağanlılık koşulu sağlanan serilerde ARCH etkisinin var olup olmadığı ARCH LM (Lagrange Multiplier-Lagrange Çarpanı) testi yardımıyla yapılmalıdır. Eğer söz konusu serilerde ARCH etkisi mevcut değilse bu serilere yönelik ARCH ailesi modelleri ile analiz yapmak mümkün

olmamaktadır. ARCH LM testi için en uygun regresyon modelinin belirlenebilmesi için serilerin ARMA modellerinin seçiminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. En uygun ARMA modelinin belirlenmesinde Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria – AIC) ve Schwartz Bayesian Kriterinden (SC) yararlanılacaktır. Akaike veya Schwartz bilgi kriterlerinde en uygun model belirlenirken en küçük bilgi kriteri sonucu en uygun model olarak ele alınacaktır (Adlığ, 2009: 71). Analizlerde kullanılacak serilerin ARMA yapılarını belirlenmesinde model eklenen yeni değişkenlerin daha anlamlı sonuçlar veren SCI bilgi kriteri tercih edilmiştir.

Uygun ARMA modelinin belirlenmesiyle ARCH LM testi gerçekleştirilecektir. ARCH LM testi sonucunda hesaplanan hata teriminin varyansının değişkenlik gösterdiğine ulaşılmış durumda volatilité modellenmesi yapılabilecektir. ARCH LM testi sonucunda hesaplanan R<sup>2</sup> değeri ile LM test istatistiği ((T-p)\* R2) (Obs\*R-squared) hesaplandıktan sonra çıkan sonuç p serbestlik derecesinde X2 tablo değeri ile karşılaştırılarak aşağıda yer alan hipotez sınaması gerçekleştirilecektir.

H<sub>0</sub> : ARCH etkisi yok.

H<sub>1</sub> : ARCH etkisi var.

|Kritik değeri| < |Tablo istatistiği| ise H<sub>0</sub> = Red

|Kritik değeri| > |Tablo istatistiği| ise H<sub>0</sub> = Reddedilemez

ARCH etkisinin varlığının belirlenmesinden sonra serilere yönelik volatilité modellerinin tahmini gerçekleştirilecektir. Seride var olan volatilitenin belirlenebilmesi için ARCH ve GARCH modellerinden yararlanılmıştır. ARCH modeli için (p) değeri GARCH modeli için de p ve q değerlerinin üçer gecikmeye kadar hesaplanmasıyla en anlamlı model belirlenmeye çalışılmıştır. Volatilité modellerinin anlamlılığının belirlenebilmesi adına aşağıda yer alan ön şartlar kurulan tüm modellerde sınanmalıdır.

- Modellerde hesaplanan parametrelerin pozitif bir değeri olması,
- Model parametrelerinin toplamının 1'den küçük olması,
- Kurulan modellerden elde edilen artıkların kolegramlarının anlamlı olması,
- Kurulan modelden elde edilen artıkların karelerinin kolegramlarının anlamlı olması,
- Tahmin edilen modellerin seride var olan ARCH etkisini gidermiş olması gerekmektedir (Şahin vd., 2015: 109).

Gerçekleştirilen analizler sonucunda birden fazla volatilité tahmin modelinin anlamlı sonuç vermesi durumunda en iyi öngörü performansı veren model volatilité tahmininde kullanılabilir. Bu kapsamda en iyi öngörü performansını veren modelin seçimi için literatürde sıklıkla kullanılan Theil Eşitsizlik Katsayısı (Theil Inequality Coefficient-TIC) performans kriteri tercih edilmiştir. TIC değeri aşağıda yer alan (formül 5) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TIC = \frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2 / h}}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \hat{y}_t^2 / h + \sum_{t=T+1}^{T+h} y_t^2 / h}} \quad (5)$$

TIC formülünde “ $y_t$ ” hesaplanan volatilitenin bir göstergesi durumundayken “ $\hat{y}_t$ ” öngörülen volatiliteniyi belirtmektedir. Volatiliteniyi öngörüsü için kullanılan öngörü dönemi ise “ $h$ ” ile ifade edilmektedir. Öngörülen volatiliteniyi ile hesaplanan volatiliteniyi arasındaki farkın en az olduğu model en iyi tahmin sonucunu veren model olmaktadır (Şahin, 2016: 338).

Yukarıda bahsedilen kriterlere uymayan volatiliteniyi tahmin modelleri analizler kapsamının dışında tutulmuştur.

### **3.3. En Uygun Modelin İstatistiksel Analizleri**

Durağanlığı sağılan ve ARCH ailesi modelleri ile volatiliteniyi modellemesi yapılan serilere yönelik volatiliteniyi tahminlerinin yapılmasından sonra TIC istatistiğine göre en uygun model olarak belirlenen modelin istatistiksel analizleri gerçekteştirilecektir. Bu kapsamda;

#### *• Geçmiş Dönem Değişkenlerinin Şimdiki Değişkenliğe Etkisi*

Model sonucu elde edilen regresyon analizinde yer alan parametrelerin ( $\alpha$  ve  $\beta$ ) toplamı (formül 6) geçmiş dönem değişimlerinin şimdiki değişkenlik seviyesine (volatiliteniyi) etkisini belirtmektedir.

$$\alpha + \beta$$

#### *• Volatiliteniyi Yarılanma Sürelerinin Belirlenmesi*

Piyasalarda meydana gelen şoklar volatiliteniyi en temel sebeplerinden birini oluşturmaktadır. Bu sebeple piyasalarda meydana gelen şokların yarılanma süresi olarak adlandırılan ve piyasanın şok öncesi durumuna gelme süresine gösteren istatistiğin hesaplanması yatırımcılar açısından önemlidir. Piyasalarda meydana gelen şokların yarılanma süresi formül 6 yardımıyla hesaplanacaktır. Eğer piyasalar için hesaplanan yarılanma süreleri birbirinden farklı olması bu piyasalar arasında bir arbitraj imkânının varlığını göstermektedir.

$$\frac{\ln(0,5)}{\ln(\alpha + \beta)} \quad (6)$$

#### *• Endeks Volatilitelerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması*

En uygun model olarak belirlenen modelde yer alan parametreler yardımıyla piyasaların volatiliteleri formül 7 yardımıyla hesaplanacaktır.

$$\frac{\alpha_0}{1 - \alpha - \beta} \quad (7)$$

Hesaplanan volatiliteniyi karekökünün alınmasıyla (formül 8) ise günlük bazda volatiliteniyi belirlenecektir.

$$\sqrt{\frac{\alpha_0}{1 - \alpha - \beta}} \quad (8)$$

## 4. Bulgular

Türkiye finans piyasalarında işlem gören üç farklı ürünün 2008 – 2019 yılları arasındaki günlük kapanış verileri yardımıyla gerçekleştirilen Run Testi ve Volatilite Testi analizlerin sonuçları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

### 4.1. Run Testi Sonuçları

Analizi yapılan testlerden ilki ele alınan serinin dağılımının rastgele olup olmadığını yani serinin rassal yürüyüş içerip içermediğini sınanan Run (Koşu) testidir. Run testini sınamak için aşağıda yer alan hipotez testi ele alınmıştır.

H0: Seride oluşan fiyat değişimleri tesadüfidir.

H1: Seride oluşan fiyat değişimleri tesadüfi değildir.

Run testi sınamasında ele alınan BİST 100, Dolar Kuru ve Altın Fiyatları serilerinde oluşan Negatif Run, Pozitif Run, Gerçekleşen Run, Beklenen Run, Fark Run ve Z Skoru değerleri tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Run Testi Sonuçları

Tarih	Piyasa	N	Negatif Run	Pozitif Run	Fiili Run	Beklenen Run	Fark Run	p değeri	Z Skoru
2018-2019	Bist	3005	1382	1623	42	1493	1451	0,000	-53,32
	Dolar	3005	1841	1164	6	1427	1421	0,000	-54,63
	Altın	3005	2024	981	12	1322	1310	0,000	-54,37

Bir zaman serisinde oluşan fiyat bir önceki güne göre artış gösterebilir, azalış gösterebilir veya sabit kalarak değişim göstermeyebilir. Bir önceki seriye göre artış göstermesi durumunda (+) işaret alırken, bir önceki fiyata göre azalış göstermesi durumunda (-) işaret olarak bir işaretler serisi oluşmaktadır. Bu şekilde oluşan serilere Run serisi ismi verilmektedir. Bir serideki fiyat değişimlerinin rassal olup olmadığını sınanırken söz konusu Run’ların sayısının ne çok yüksek ne de çok düşük olarak gerçekleşmesi gerekmektedir (Tunçel, 2007, 9).

Ele alınan çalışmada her üç seri içinde beklenen run sayısı gerçekleşen run sayısından çok yüksek olarak belirlenmiştir. Bu sonuç ilk etapta seride oluşan fiyat değişimlerinin rassal olmadığı yani fiyat değişimlerinin birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Fakat serilerdeki beklenen ve gerçekleşen runlar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığının sınanması kesin sonucu verecektir. Gözlem sayısının düşük olduğu durumlarda söz konusu sına için her bir seriye yönelik hesaplanan Z Skoru’nun Z Tablo değerleri içinde bulunup bulunmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Analizi gerçekleştirilen serideki gözlem sayısı Z Tablosunda belirtilen gözlemlerden fazla olduğundan Run testi için hesaplanan “p” değeri üzerinden anlamlılık sınaması yapılmıştır. Bu kapsamda ele alınan tüm serilerde hesaplanan “p” değerleri (p-değeri =0,000 <0,05) H0 hipotezini %95 güvenle reddeden sonuçlar vermiştir. Yani beklenen ve gerçekleşen runlar arasında oluşan farklar anlamlı olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca hesaplanan Z Skorlarının negatif işaretli gerçekleşmesi fiili runların sayısının beklenen runların sayısından daha düşük seviyede gerçekleştiğini göstermektedir. Sonuç olarak hesaplanan tüm serilerde meydana gelen fiyat değişimlerinin zamana bağlı olarak rastgele olduğunu öne süren H0 hipotezi reddedilerek



meydana gelen fiyatların zamana bağlı olarak rastgele değişmediğini ileri süren H1 hipotezi kabul edilmiştir.

## 4.2. Volatilite Analizi Sonuçları

Piyasalarda oluşan ortalama fiyatlardan sapmalar volatilite olarak ifade edilmektedir. Piyasada meydana gelen volatilite ne kadar yüksekse ortalamadan sapma da o kadar yüksek olacaktır. Bu sebeple analize tabi tutulan piyasaların volatilitenin hesaplanması gerçekleştirilmiştir. Volatilite hesaplamalarında en çok kullanılan yöntemlerden biri olan ARCH ve GARCH modelleri ile serilerin modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak volatilite modellemesi yapabilmek için serilerin durağanlık şartı serilerin birinci dereceden logaritmik farkları alınarak sağlanmıştır. Durağanlığı sağlanan serilerde ACRH ailesi modellerini kullanabilmek için ARCH etkisinin var olması gerekmektedir. ARCH etkisinin varlığını test etmek için ARCH LM testi tüm serilere uygulanmıştır. Son olarak durağanlığı sağlanan, ARCH etkisinin var olduğu serilere yönelik en uygun volatilite modelinin seçimi yapılmıştır. Ele alınan tüm serilerden BİST 100 ve Altın fiyatları için GARCH (1,1) modeli, Dolar Kuru içinse ARCH (2) modeli anlamlı ve en düşük TIC değeri veren model olarak belirlenmiştir.

### 4.1.1. Serilerin Durağanlığının Belirlenmesi

Serilerde durağanlığın sağlanması için söz konusu serilerin logaritmik birinci farkları alınmıştır. Elde edilen logaritmik serilere yönelik birim kök testi gerçekleştirilmiş ve tablo 2'de birim kök testine ilişkin sonuçlar paylaşılmıştır. Birim kök testi için oluşturulan hipotez aşağıda yer almaktadır.

Ho: birim kök var; seri durağan değil.

H1: birim kök yok; seri durağan.

**Tablo 2.** Birim Kök Testi

ADF Test Stat.	ALTIN		BİST		DOLAR	
	t-istatist.	Prob.	t-istatist.	Prob.	t-istatist.	Prob.
	-31,17616	0,00000	-53,27947	0,00000	-51,44405	0,00000
<b>Kritik Değ. %1</b>	3,43234		3,43234		3,43234	
<b>Kritik Değ. %5</b>	2,86230		2,86230		2,86230	
<b>Kritik Değ. %10</b>	2,56722		2,56722		2,56722	

Her üç piyasa için hesaplanan t-istatistiği değerleri %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değer olarak yüksek bulunmuştur. Bu sonuca göre her üç seri için de kurulan hipotez testinde H0 hipotezi reddedilerek serinin durağan olduğu kabul edilmiştir.

### 4.1.2. Serilerin ARCH LM Testinin Yapılması

Volatilite analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için serilerde ARCH etkisinin var olması gerekmektedir. Serilerdeki ARCH etkisi ise ARCH LM testi yardımıyla belirlenebilmektedir. Fakat ARCH LM testi yapılmadan önce serilerin ortalama denkleminin (ARMA yapısı) belirlenmesi gerekmektedir. Serilerin en uygun ARMA yapısının belirlenmesinde SC bilgi kriterinden yararlanılmıştır. En düşük SC değerini veren model en uygun ARMA modeli olarak seçilmiştir. Bu kapsamda her üç seri için de hesaplanan ARMA modelleri ve sonuçları tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Serilerin ARMA (p,q) Modelleri Schwarz Değerleri

	Altın		
AR / MA	0	1	2
0	-2,7832	<b>-3,2237</b>	-3,2211
1	-3,0362	-3,2208	-3,2182
2	-3,1246	-3,2179	-3,2157
AR / MA	BİST		
	0	1	2
0	<b>-5,4300</b>	-5,4281	-5,4255
1	-5,4283	-5,4257	-5,4231
2	-5,4254	-5,4228	-5,4254
AR / MA	DOLAR		
	0	1	2
0	-6,4774	-6,4787	-6,4760
1	-6,4786	-6,4760	-6,4774
2	-6,4760	-6,4744	<b>-6,4797</b>

Hesaplanan SC değerlerine göre her üç seri için de ikişer gecikmeye kadar tüm olasılıklar denenmiş ve en uygun ARMA yapıları belirlenmiştir. Bu kapsamda Altın Fiyatları için en uygun model ARMA (0,1), BİST100 Endeksi için en uygun model ARMA (0,0) ve Dolar Kuru için de en uygun model ARMA (2,2) olarak belirlenmiştir. Volatilite hesaplamaların kurulacak volatilite modelleri için en uygun bulunan ARMA yapıları ile modellenilecektir. ARMA yapıları ile kurulan modellerde ARCH etkisinin varlığı ARCH LM testi yardımıyla hesaplanmış ve tablo 4'de sunulmuştur.

**Tablo 4.** Serilerin ARCH LM Testleri

ARCH-LM Testi	BİST100				
	F İstatistiği	Olasılık	Obs*R-squared	X <sup>2</sup> istatistiği	Olasılık
LM (k=1)	38,1240	0.0000	37,6707	3,8415	0.0000
LM (k=5)	53,2383	0.0000	244,9341	11,0705	0.0000
LM (k=10)	39,1092	0.0000	347,0224	18,3070	0.0000
ARCH-LM Testi	DOLAR				
	F İstatistiği	Olasılık	Obs*R-squared	X <sup>2</sup> istatistiği	Olasılık
LM (k=1)	565,3768	0.0000	476,0147	3,8415	0.0000
LM (k=5)	119,9365	0.0000	500,5310	11,0705	0.0000
LM (k=10)	62,1948	0.0000	516,4847	18,3070	0.0000
ARCH-LM Testi	ALTIN				
	F İstatistiği	Olasılık	Obs*R-squared	X <sup>2</sup> istatistiği	Olasılık
LM (k=1)	11,1175	0.0000	11,0839	3,8415	0.0000
LM (k=5)	3,0585	0.0000	15,2450	11,0705	0.0000
LM (k=10)	1,5258	0.0000	19,2364	18,3070	0.0000

Tablo 4'te ele alınan tüm serilere yönelik 1, 5 ve 10 gecikme için uygulanan ARCH LM testi sonuçları görülmektedir. Tüm seriler için hesaplanan istatistiklerde  $|X^2 \text{ istatistiği}| < |\text{Obs} \cdot R^2|$  eşitliği

sağlanmıştır. Böylece serilerde ARCH etkisi olmadığını belirten H<sub>0</sub> hipotezi reddedilerek tüm serilerde ARCH etkisinin varlığı ispatlanmıştır. Bu sonuçla tüm serilerin ARCH ailesi modelleri ile analiz edilmeye uygun olduğu tespit edilmiştir.

### 4.1.3. Volatilite Analiz Sonuçları

Analiz için elde edilen veriler yardımıyla oluşturulan serilerin durağanlığı sağlandıktan, en uygun ARMA yapısı belirlendikten ve serilerde ARCH etkisinin varlığı ispatlandıktan sonra tüm serilerin ARCH (p) ve GARCH (p,q) modelleri ile er gecikmeye kadar volatilite modelleri kurulmuştur. Volatilite modellerinin kurulmasından sonra uygunluk kriterlerine göre olumlu sonuçlar veren modellere ilişkin sonuçlar tablo 5'te sunulmuştur. Uygunluk kriterleri çerçevesinde; hesaplanan parametreleri negatif sonuçlar veren, parametrelerinin toplamı 1'den büyük olan, artıkların ve artıklarının karelerinin kolgeramalarında otokorelasyona rastlanan ve serilerde var olan ARCH etkisini gideremeyen modeller analiz kapsamı dışında tutulduğu için söz konusu modellere ilişkin sonuçlar tablo 5'te gösterilmemiştir.

**Tablo 5.** Serilerin Volatilite Tahmin Modelleri Sonuçları

BİST100							
	ARCH p=1	ARCH p=2	ARCH p=3	GARCH p=1,q=1	GARCH p=2,q=1	GARCH p=3,q=1	GARCH p=3,q=2
<b>α<sub>0</sub></b>	0.000213	0.000166	0.000132	8.59E-06	1.07E-05	1.24E-05	1.79E-05
<b>α<sub>1</sub></b>	0.175086	0.141178	0.093884	0.093917	0.072551	0.072950	0.072665
<b>α<sub>2</sub></b>		0.218615	0.186275		0.036124	0.026782	0.047847
<b>α<sub>3</sub></b>			0.214523			0.021257	0.056014
<b>β<sub>1</sub></b>				0.872401	0.849173	0.830717	0.404660
<b>β<sub>2</sub></b>							0.349138
<b>TheilU (Dyn)</b>	0,9735	0,9550	0,9444	0,9437	0,9468	0,9469	0,9470
DOLAR							
	ARCH p=1	ARCH p=2	ARCH p=3	GARCH p=1,q=1	GARCH p=1,q=2	GARCH p=2,q=2	
<b>α<sub>0</sub></b>	5.45E-05	3.89E-05	3.55E-05	1.31E-06	2.02E-06	2.30E-06	
<b>α<sub>1</sub></b>	0.334724	0.363791	0.211136	0.115939	0.172872	0.161806	
<b>α<sub>2</sub></b>		0.229430	0.199814	0.872864	0.200740	0.030731	
<b>α<sub>3</sub></b>			0.203759		0.608059	0.089444	
<b>β<sub>1</sub></b>						0.696987	
<b>TheilU (Dyn)</b>	0,9101	0,9003	0,9521	0,9730	0,9621	0,9625	
ALTIN							
	ARCH p=1	GARCH p=1,q=1					
<b>α<sub>0</sub></b>	0.002250	0.001833					
<b>α<sub>1</sub></b>	0.073802	0.050000					
<b>β<sub>1</sub></b>		0.441993					
<b>TheilU (Dyn)</b>	0,9966	0,9965					

Elde edilen sonuçlar çerçevesinde BİST 100 Endeksi için ARCH (1), ARCH (2), ARCH (3), GARCH (1,1), GARCH (2,1), GARCH (3,1) ve GARCH (3,2) modelleri, Dolar Kuru için ARCH (1), ARCH (2),

ARCH (3), GARCH (1,1), GARCH (1,2) ve GARCH (2,2) modelleri ve Altın Kuru için ARCH (1) ve GARCH (1,1) modelleri anlamlı sonuçlar vermiştir. Olumlu sonuçlar veren birden fazla modelin olması halinde en anlamlı sonuç veren modelin belirlenmesinde Theil Esitsizlik Katsayısı (Theil Inequality Coefficient-TIC) performans kriterinden faydalanılmıştır. En uygun model olarak belirlenen birden fazla modelden en düşük TIC değeri veren model analizlerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu kapsamda BİST 100 endeksi için "0,9437" TIC değeri veren GARCH (1,1), Dolar Kuru için "0,9003" TIC değeri veren ARCH (2) ve Altın Fiyatları için "0,9965" TIC değeri veren GARCH (1,1) modellerinin parametreleri volatilitelere hesaplamalarında kullanılmıştır.

**Tablo 6.** En Uygun Modellerin Volatilitelere Analizi Sonuçları

Tarih	Piyasa	$\alpha 0$	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\beta$	Değiş. Etki	Yar. Süresi (Gün)	Volatil.	Günlük Vol.
2008-2019	Bist	8.59E-06	0,0939		0,8724	0,9663	20,23	0,00025	1,60%
	Dolar	3.89E-05	0,3637	0,2294		0,5932	1,32	0,00009	0,98%
	Altın	1.83E-03	0,0500		0,4419	0,4919	0,97	0,00360	6,01%

Tablo 6'da gösterilen volatilitelere analizi sonuçlarından ARCH etkisinin varlığını gösteren  $\alpha 1$  ve  $\alpha 2$  ile GARCH etkisinin varlığını gösteren  $\beta$  katsayılarının toplamı geçmiş dönemde meydana gelen fiyat değişimlerin bugünkü fiyat değişimlerine etkisini ifade etmektedir. Piyasada meydana gelen volatilitenin veya diğer bir ifade ile değişimin BİST 100 serisi için %9,3'ü geçmiş dönem şoklarından veya beklenmeyen fiyat artışlarından, %87,24'ü ise önceki dönemde meydana gelen koşullu varyansın etkisi ile oluşmuştur. Dolar Kuru serisi için de benzer ifadeler kullanılabilir. Dolar Kurunda bugün meydana gelen bir değişimin %59,32'lik kısmı geçmiş dönem şoklarından oluşmaktadır. Fakat Dolar Kurunda geçmiş dönem koşullu varyansının etkisine rastlanılmamıştır. Altın fiyatlarında meydana gelen değişimin kaynağı olarak ise %5'lik kısmının geçmiş dönem şoklarından oluşurken %44,19'luk kısmı da geçmiş dönem koşullu varyansından oluşmaktadır. Hesaplanan  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının 1'den küçük bir değer alması ilgili piyasada meydana gelebilecek bir şokun geçici olacağını belirtmektedir. Elde edilen  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının toplamı 1'e ne kadar yakınsa şokların piyasayı etkileme süresi o kadar uzun olacaktır. İncelenen piyasalarda meydana gelen şokların yarılanma süreleri veya diğer bir ifade ile piyasanın şok öncesi durumuna gelme sürelerinde en uzun süre 20,23 gün ile BİST 100 endeksinde gerçekleşmektedir. İkinci sırada 1,32 gün ile Dolar Kuru yer alırken son sırada ise 1 (0,97) güne yakın bir zamanda Altın piyasası yer almaktadır. Volatilitelere analizlerinde son olarak incelemesi yapılan piyasaların volatiliteleri belirlenmiştir. Hesaplanan volatilitelerden en yüksek olanını günlük bazda %6,01 ile Altın fiyatlarının volatilitesi oluşturmuştur. İkinci sırada en yüksek volatilitelere ise BİST 100 endeksi fiyatları sahiptir. BİST 100 endeksinde oluşan fiyatların günlük bazda volatilitesi %1,60 olarak belirlenmiştir. Son sırada ise Dolar Kuru fiyatlarının volatilitesi yer almaktadır. Dolar Kuru fiyatları günlük bazda %0,98 volatilitelere sahip olarak belirlenmiştir. Hesaplanan volatilitelerin sonucu olarak dolar kuru piyasasının piyasaya gelen haberleri fiyatlarına daha hızlı ve net yansıttığı ifade edilebilir. Diğer piyasalar için elde edilecek bilgiler normalüstü kâr imkânına daha fazla izin vermektedir bu kapsamda en fazla normalüstü kâr imkânının volatilitesi en yüksek olan Altın piyasası olduğu belirtilebilir. Volatilitelere oranlarından çıkarılabilecek bir diğer sonuç ise piyasa riskidir. Volatilitelere oranı ne kadar yüksekse ilgili piyasada risk de o denli yüksek olacaktır. Bu kapsamda en riskli piyasanın Altın piyasası olduğu belirtilebilir.

## 5. Sonuç

Finansal piyasalarda yatırım kararı alan yatırımcıların söz konusu yatırımlarından kar elde edebilmek için en temel işlevleri gelecekte oluşacak fiyatların tahminini doğru gerçekleştirmek üzerine kurgulanmıştır. Piyasalarda oluşan fiyatların nasıl bir seyir izleyeceği, yatırım kararı alınan piyasanın yapısı ve piyasadaki risk oranı yatırımcıların bu noktada odaklandıkları unsurların başında yer almaktadır. Finansal piyasaların nasıl bir yapıda hareket ettiğinin belirlenmesi piyasada oluşan fiyat dalgalanmalarının yorumlanmasında önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda FAMA tarafından geliştirilen Etkin Piyasalar Hipotezinde yer alan piyasa formları yatırımcılara piyasalarda oluşan fiyat hareketleri konusunda yardımcı olmaktadır. Bu sebeple yatırım kararı alınan piyasanın hangi tür yapıda etkin olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede ele alınan bu çalışmada etkinliği sınanan BİST 100, Dolar Kuru ve Altın Fiyatları piyasalarının Zayıf Formda etkinliğinin sınanması için literatürde yer alan Run (Koşu) Testi kullanılmıştır. Etkinlik yapısı belirlenen piyasalarda oluşan fiyatların volatilitesi ve dolayısıyla risk yapısı için de Volatilite Modelleri kullanılmıştır.

Bu kapsamda 2008-2019 yılları arası BİST 100, Dolar Kuru ve Altın Fiyatları için toplamda 3.005 adet günlük kapanış verisi analize tabi tutulmuştur. Sonuç olarak ele alınan tüm piyasalarda beklenen run sayıları ile gerçekleşen run sayıları arasında beklenen lehine yüksek oranda fark tespit edilmiştir. Run testinde hesaplanan Z skorunun negatif işaretli olması negatif yönde Runların sayısının daha fazla olduğunu göstermektedir. Ele alınan tüm serilerde yani gerek BİST 100, gerek Dolar Kuru gerekse de Altın fiyatları %5 anlamlılık düzeyinde birbiri peşine tesadüfi olarak değişim göstermemekte ve fiyat değişimleri bir trend oluşturmaktadır. Oluşan bu trend yatırımcılara piyasaların yönü hakkında bir bilgi vermektedir. Ele alınan zaman zarfında her üç piyasa için de oluşan fiyatların rassal yürüyüş hipotezine uymadığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar üç piyasanın da zayıf formda etkin olmadığını göstermektedir. Böylece bu piyasalarda yer alan yatırımcılar teknik ve temel analizler yardımıyla piyasada oluşan ortalama üzerinde kâr elde etme imkânına sahiptirler.

Çalışma kapsamında ele alınan piyasaların zayıf formda etkin olmadığı sonucuna varılması söz konusu piyasalarda yatırım yapanların ilgili piyasalara yönelik risk ve getiri düzeylerini belirlenmesinin faydalı olacağını göstermektedir. Çünkü söz konusu piyasalarda normalüstü bir getiri imkânı oluşmakta ve bu getirinin derecesi ve riskin boyutu önem kazanmaktadır. Bu çerçevede piyasa riskini hesaplamakta literatürde sıklıkla kullanılan volatilitte oranları hesaplanmıştır. Kurulan volatilitte modelleri ile piyasalarda oluşan fiyatlara geçmiş dönem fiyatlarının etkisi belirlenmiştir. Hesaplanan  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayıları sırasıyla geçmiş dönem şoklarının bugünkü fiyata etkisini ile geçmiş dönem koşullu varyansının bugünkü fiyata etkisini göstermektedir. Her ikisi birden toplamda geçmiş dönem yaşanan gelişmelerin bugünkü fiyata etkisini göstermektedir. Zayıf formda etkin olmayan piyasada fiyat oluşumları bir trend izlediğinden söz konusu oranları bugünkü fiyata etkisi mevcuttur denilebilir. Bu kapsamda BİST 100 (%96,63), Dolar Kurunda (59,12) ve Altın fiyatlarında (%49,19) meydana gelen fiyat değişimleri geçmiş olaylardan etkilenmektedir. Bu sebeple söz konusu piyasalara yatırım yapmak isteyen yatırımcıların özellikle BİST 100 endeksinde yönelik gerçekleştirecekleri temel ve teknik analizler yardımıyla piyasa ortalaması üstünde getiri elde etmeleri Dolar piyasası ve Altın piyasasına nazaran daha fazla olasılık içermektedir. Bu sonuçlar aynı zamanda şoklarının kalıcılığını gösteren sonuçlar ile de doğru orantılı olarak gerçekleşmiştir. Günlük bazda oluşan volatilitte de bu sonuçları doğrular niteliktedir. En yüksek günlük volatilitte Altın fiyatlarında oluşmaktadır. Bu da ele alınan dönemde altın piyasasının riskinin daha yüksek

olduğunu göstermektedir. Analizden çıkan bir diğer sonuç ise şokların yarılanma süresidir. Diğer bir ifade ile piyasalarda meydana gelen bir şokun atlatılması ve piyasanın şok öncesi duruma gelme süresini ifade etmektedir. Piyasalara yönelik hesaplanan yarılanma süreleri arasında bir fark mevcuttur. Şokların yarılanma süreleri arasında bir farkın var olması piyasalar arasında arbitraj imkânını göstermektedir. Özellikle BİST 100 endeksi ile diğer iki piyasa olan Dolar piyasası ve Altın piyasası arasındaki geçişkenlikte yatırımcıların arbitraj imkânı sayesinde getiri elde edebilme imkanı mevcuttur. Dolar piyasası ile Altın piyasası arasındaki yarılanma sürelerinin birbirine yakın olması bu iki piyasa arasında bir arbitraj imkânının olmadığına işarettir. Her ne kadar altın piyasasında volatilité yüksek olsa da meydana gelen şokun atlatılması 1 günü bile bulmamaktadır. Bu da altın piyasasının uzun dönemli yatırım alanı olmasını destekleyen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç olarak 2008-2019 yılları arasındaki verilere dayanarak BİST 100, Dolar Kuru ve Altın Fiyatlarını içeren piyasalar FAMA'nın ileri sürdüğü etkin piyasalar hipotezinde belirttiği zayıf formda etkinlik çerçevesinde değerlendirilmiş ve üç piyasanın da etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Zayıf formda etkin olmayan bir piyasada ise geçmiş dönem fiyat hareketlerinden yola çıkarak gerçekleştirilecek analizler yardımıyla piyasa ortalamasının üzerinde getiri elde etme imkânı doğmaktadır. Bu sebeple bu üç piyasanın da risk yapısı volatilité tahmin modelleri ile belirlenmiştir. Bu kapsamda günlük bazda en yüksek riske sahip piyasa olarak altın piyasası ön plana çıkarken meydana gelen şoklardan sonra piyasanın eski haline dönem süresi açısından en düşük piyasa olması özelliğiyle altın piyasası halen uzun dönemde güvenli liman olarak görülmektedir. Ayrıca piyasalar arası volatilité yarılanma sürelerinin farklı olması özellikle BİST 100 endeksinden diğer piyasalara geçişte arbitraj imkânı sağlamaktadır.

## **Etik Beyanı**

Bu makalede hiçbir insan çalışması sunulmamıştır.

## **Yazar Katkıları**

Yazar bu çalışmaya katkıları olduğunu beyan etmiş ve yayın için onaylamıştır.

## **Çıkar çatışması**

Yazar, araştırmanın potansiyel bir çıkar çatışması olarak yorumlanabilecek ticari veya finansal ilişkilerin yokluğunda yürütüldüğünü beyan etmektedir.

## Kaynakça

- ADLIĞ, G. Ő. (2009), Finansal Piyasalarda Ardışık Bağlanımlı Koşullu Varyans Etkileri, Oynaklık Tahmini ve Türkiye zerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ALTINÖZ, U. (2016), Borsa İstanbul'da Zayıf Formda Etkin Piyasa Hipotezinin Testi: Bankacılık Sektörü rneği, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9 (43), 1619-1625.
- BALABAN, E. (1995). Informational Efficiency of The Istanbul Securities Exchange and Some Rationale For Public Regulation. The Central Bank of The Republic of Turkey Research Department Discussion Paper, 9502: 39-67.
- BEKIOĞLU, S., ZER, M., ve COŐKUN, Y. (2005), İzmir Ticaret Borsasının Zayıf-Etkin Şekilde Test Edilmesi, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2 (1), 59-65.
- BUGUK, C., and BRORSEN, B. W. (2003), Testing Weak-Form Market Efficiency: Evidence From The Istanbul Stock Exchange, International Review Of Financial Analysis, 12 (5), 579-590.
- ÇEVİK, E. İ. ve ERDOĞAN, S. (2009), Bankacılık Sektörü Hisse Senedi Piyasasının Etkinliği: Yapısal Kırılma ve Gcl Hafıza, DoĐuŐ Üniversitesi Dergisi, 10 (1), 26-40.
- ÇEVİK, F. ve YALÇIN, Y. (2003), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) İçin Zayıf Etkinlik Sınaması: Stokastik Birim Kök ve Kalman Filtre YaklaŐımı, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5 (1), 21-36.
- EKEN, H. ve ADALI, S. (2008), Piyasa Etkinliği ve İMKB: Zayıf Formda Etkinliğe İlişkin Ekonometrik Bir Analiz, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 37, 1-16.
- ERER, D. (2011), Altın Piyasasındaki Oynaklık ve Altın Vadeli İŞlem SözleŐmesi ile Korunma Yolu, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- FAMA, E. (1965), The Behavior of Stock Market Prices, The Journal of Business, 38, 34-105
- GERLACH, J. R. (2005), Imperfect Information and Stock Market Volatility, The Financial Review, 40, 173 – 194.
- KARADAĞ, M. A. (2008), Analysis of Turkish Stock Market with Markov Regime Switching Volatility Models. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Uygulamalı Matematik Enstitüsü, Ankara.
- KARAN, M. B. (2013), Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi, Ankara: Gazi Kitabevi
- KARAŐIN, G. A. (1986), Sermaye Piyasası Analizleri, SPK Yayınları No. 4, Ankara.
- NARAYAN, P. K. and SMYTH, R. (2004), Is South Korea Stock Market Efficient?, Applied Economics Letters, 11, 707-710.
- ÖZDEMİR, Z. A. (2008), Efficient Market Hypothesis: Evidence from A Small Open Economy, Applied Economics, 40, 633-641.
- ZGMŐ, H. (2012), Makroekonomik Faktrlerin Vadeli İŞlem (futures) SzleŐmelerinin Getiri, İŞlem Hacmi ve Volatilitesine Etkisi: Vob'ta Bir uygulama. Doktora Tezi, Blent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- ZGN, Z. (2011), ARCH Modelleriyle Bazı lkelerin Dviz Kurlarının Volatilitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, EskiŐehir.
- POSHAKWALE, S. (1996), Evidence on Weak Form Efficiency and Day of the Week Effect in the Indian Stock Market, Finance India, 10 (3), 605-616.
- SARIKAYA, N. T. (2007), İMKB'de Volatiliteler, Likidite, İŞlem Hacmi ve Getiri İliŐkisinin Ekonometrik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ŞAHİN, . ve NC M. A. (2015), Volatiliteler Alanında YapılmıŐ Lisansüstü Tezlerle Yönelik Bir İçerik Analizi, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 68, 135-156.
- ŞAHİN, ., NC, M. A. ve SAKARYA Ő. (2015), BİST 100 ve Kurumsal Yönetim Endeksi Volatilitelerinin KarŐılaŐtırmalı Analizi, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 16 (2), 107-126.

- ŞAHİN, Ö. (2016), Güniçi Fiyat Anomalisi'nin ARCH Ailesi Modelleri İle Test Edilmesi; Borsa İstanbul 100 ve Kurumsal Yönetim Endeksi Üzerine Bir Uygulama, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19 (36), 329-359
- TAŞ, O. ve DURSUNOĞLU, S. (2005), Testing Random Walk Hypothesis for Istanbul Stock Exchange, International Trade and Finance Association 15th International Conference, Paper 38, İstanbul.
- TUNÇEL, A. K., (2007), Rassal Yürüyüş (Random Walk) Hipotezi'nin İMKB'de Test Edilmesi: Koşu Testi Uygulaması, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9 (2), 1-18.
- TÜZÜNTÜRK, S. (2005), İşlem Sıklığı ve Hacmi ile Fiyat Volatilitesi İlişkisi: İMKB Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- ZEREN, F., KARA, H., ve ARI, A. (2013), Piyasa Etkinliği Hipotezi: İMKB İçin Ampirik Bir Analiz, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 36, 141-148.