

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ARCH-GARCH YAKLAŞIMIYLA MENKUL KIYMET PİYASALARINDA
VOLATİLİTE TAHMİNİ: BORSA İSTANBUL UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan KAYAHAN

İşletme Ana Bilim Dalı
İşletme Yönetimi Programı

AĞUSTOS, 2022

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ARCH GARCH YAKLAŞIMIYLA MENKUL KIYMET PİYASALARINDA
VOLATİLİTE TAHMİNİ: BORSA İSTANBUL UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan KAYAHAN
(Y1912.040021)

İşletme Ana Bilim Dalı
İşletme Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi MORTAZA OJAGHLOU

AĞUSTOS, 2022

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “ARCH GARCH Yaklaşımıyla Menkul Kıymet Piyasalarında Volatilite Tahmini: Borsa İstanbul Uygulaması” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.
21/07/2022

Gökhan KAYAHAN

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana her zaman yol gösterici ve destek olan değerli tez danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Mortaza OJAGHLOU'ya sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca her zaman desteklerine esirgemeyen sevgili annem Neriman KAYAHAN, babam Aydın KAYAHAN ve kız kardeşim Bilgenur KAYAHAN'a sonsuz teşekkürler ederim.

Tanıdığım ilk günden beri hayatımı güzelleştiren ve her zaman beni destekleyen biricik aşkım İrem Nehir DAĞLAR' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Agustos, 2022

Gökhan KAYAHAN

ARCH GARCH YAKLAŞIMIYLA MENKUL KIYMET PİYASALARINDA VOLATİLİTE TAHMİNİ: BORSA İSTANBUL UYGULAMASI

ÖZET

Volatilite ve borsa arasındaki ilişki ekonomide sürekli yaşanan değişimlerin etkisini ortaya koymak için çok önemlidir. Uzun yıllardır araştırmacılar ve finans endüstrisi, kar elde etmek, risk yönetimi faaliyetleri veya çeşitli başka nedenlerden dolayı finansal verileri ve piyasa hareketlerini dikkate almaktadırlar. Bu sebeplerden dolayı hedeflenen amaçlar doğrultusunda farklı modeller geliştirilmiştir. ARCH ve GARCH modelleri ise bu modellerin başında gelmektedir.

ARCH modeli, zaman serilerinin gelecekteki volatiliteyi tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir modeldir. Finans dünyasında, ARCH modellemesi, gerçek piyasalara daha çok benzeyen bir volatilite modeli sağlayarak riski tahmin etmek için kullanılan bir modeldir. ARCH analizi ve modellemesi, yüksek volatilite dönemlerinde daha yüksek oynaklığın ve düşük volatilite dönemlerinde daha düşük oynaklığa sahip olan model sunmaktadır. Benzer bir biçimde GARCH modeli finansal zaman serilerinde model oluşturmak için uygun bir model olduğu ampirik çalışmalardan kanıtlanmıştır.

Bu bağlamda ARCH ve GARCH yaklaşımlarıyla ile BİST100 endeksinin 01 Ocak 2002 ile 10 Eylül 2021 tarihlerini kapsayan verileri esas alarak Borsa İstanbul için en uygun volatilite modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ilk etapta Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) kullanılmıştır. Daha sonra serinin durağanlık analizi test edilmiştir. Durağanlık analizi için Augmented Dickey–Fuller (ADF) ve Phillips–Perron (PP) testleri kullanılmıştır. Bu testlerin sonucunda, BİST100 serisi I(1) ve buna tabi olarak BİST100 getirisi I(0) entegrasyon seviyesinde durağan olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra, Box-Jenkins modelini esas alarak en uygun ARCH ve GARCH modelleri belirlenmiştir. Analiz neticesinde BİST100 serisi için ARMA(1,1) GARCH (1,1) modellerinin en optimum model olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, İstanbul borsasında özellikle BİST100 üzerinde yakın geçmişin eski gecikmelerden daha fazla etkiye sahip olduğunu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Borsa, Oynaklık, ARCH Modeli, GARCH Modeli, Box-Jenkins

VOLATILITY FORECASTING IN STOCK MARKETS WITH ARCH-GARCH MODELS: BORSA ISTANBUL (BIST) APPLICATION

ABSTRACT

For many years, analysts have looked at financial data and market movements for their profit making, risk management, or a variety of other purposes. The relationship between volatility and the stock market is critical in showing the impact of ongoing changes in the economy. Therefore, various models have been developed for these purposes. The leading models among them are GARCH and ARCH models.

The ARCH model is a statistical model used to predict the future volatility of time series. By providing a volatility model that is closer to the actual data, ARCH modeling is a helpful model for risk estimation in the financial sector. Similarly, empirical studies have proved that the GARCH model is a suitable model for financial time series modeling.

In this context, an attempt was made to determine the most appropriate volatility model for Borsa Istanbul by using ARCH and the GARCH method based on the data of the BİST100 index for the period from January 01, 2002 to September 10. For this purpose, the autocorrelation function (ACF) and the partial autocorrelation function (PACF) were used in the first step. Then, the stationarity analysis of the series was tested. Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) tests were used for stability analysis. As a result, the series BİST100 is stationary at $I(1)$ and return of BİST100 is stationary at $I(0)$. Then, the most appropriate ARCH and GARCH models were determined based on the Box-Jenkins model. As a result of the analysis, ARMA (1,1) GARCH (1,1) was found to be the most optimal model for the BİST100 series. Moreover, the recent past was found to have a greater impact on the Istanbul stock market, especially on the BİST100, than the previous past.

Keywords: Stock Market, Volatility, ARCH Model, GARCH Model, Box-Jenkins

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
I. GİRİŞ	1
II. BORSA KAVRAMI VE TÜRLERİ	3
A. Borsa Kavramı	3
B. Borsanın Türleri	3
III. 1923'TEN 2013'E KADAR BORSANIN TARİHİ	6
A. Cumhuriyet Dönemi Borsa (1923-1985).....	6
B. IMKB Dönemi (1985-2013)	6
C. BİST Dönemi (2013-).....	7
1. 2013'ten Günümüze Borsa İstanbul'un Faaliyet Raporları Doğrultusunda İncelenmesi	9
a. Borsa İstanbul 2013 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	9
b. Borsa İstanbul 2014'te küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış ...	10
c. Borsa İstanbul 2015 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	11
d. Borsa İstanbul 2016 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	11
e. Borsa İstanbul 2017 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	12
f. Borsa İstanbul 2018 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış.....	12

g. Borsa İstanbul 2019 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	13
ğ. Borsa İstanbul 2020 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	14
h. Borsa İstanbul 2021 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış	14
D. Borsa: Dünya ve Türkiye'deki Tarihi.....	15
IV. LİTERATÜR	19
V. GETİRİ KAVRAMININ TANIMI VE TÜRLERİ	24
A. Volatilite ve Değişkenliğin Modellenmesi	24
1. Volatilitedeki Dalgalanmalar	24
2. Volatilitenin Modellenmesi	25
3. ARCH Modeli.....	27
4. GARCH Modeli.....	29
B. Çalışma için hangi model daha uygundur?.....	31
VI. METODOLOJİ.....	40
A. Getiri.....	40
1. Koşullu Volatilite Tahmini	40
B. Tahmin Değerlendirmesi	41
1. Gerçekleşen Varyans	41
2. Tek Değişkenli ve Çok Değişkenli Regresyonlar.....	41
3. Kayıp fonksiyonlarını kullanarak oynaklığın değerlendirilmesi	43
VII. ANALİZ VE BULGULAR.....	44
A. Otokorelasyon Fonksiyonu ACF ve Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) Analizi:	47
B. GARCH Analizi:	51
VII. SONUÇ.....	59
IX. KAYNAKÇA.....	61
EKLER.....	69

ÖZGEÇMİŞ	76
-----------------------	-----------

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Birim Kök Testi	35
Şekil 2: BİST100 Serisi.....	44
Şekil 3: BİST100 Serisi (Logaritma)	45
Şekil 4: BİST 100'ün Özet İstatistikleri	45
Şekil 5: BIST100 Getirileri:	46
Şekil 6: Getiri Histogram ve Tanımlayıcı İstatistikleri	46
Şekil 7: Birim Kök Testi	47
Şekil 8: Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF).....	49
Şekil 9: ARMA Modeli.....	49
Şekil 10: En Uygun ARMA (p,q) Model Seçimi.....	50
Şekil 11: En uygun ARMA modeli:.....	51
Şekil 12: ARMA (1,1): GARCH (1,0) Modelinin Katsayı Tahmini:	52
Şekil 13: ARMA (1,1): GARCH (1,1) Modelinin Katsayı Tahmini:	52
Şekil 14: ARMA (1,1): GARCH (2,0) Modelinin Katsayı Tahmini:	53
Şekil 15: ARMA (1,1): GARCH (2,2) Modelinin Katsayı Tahmini:	53
Şekil 16: ARMA (1,1): GARCH (2,1) Modelinin Katsayı Tahmini:	54
Şekil 17: ARMA (1,1): GARCH (1,2) Modelinin Katsayı Tahmini:	54
Şekil 18: En uygun modeli seçme:.....	55
Şekil 19: Tahmin Edilen BİST100 ve Orijinal BİST100.....	56
Şekil 20: ARMA (1,1)_GARCH(1,1) üzerinden tahmin edilen BİST100 ve Tahmin Varyansı:	57

Şekil 21:Modelleme üzerinden Tahmin Edilen BİST100 ile Orijinal BİST100'in
Açıklayıcı İstatistikleri:..... 57

I. GİRİŞ

Günümüz piyasalarında risk her alanda faaliyet gösteren yatırımcıların karşı karşıya kaldığı bir olgu haline gelmiştir. Risk kavramı adeta finansal bir kavram niteliği taşımaktadır. Özellikle küreselleşen dünyada gün geçtikçe yaşanan değişimler ve artan belirsizlikler risk kavramını finansal piyasalarda daha da önemli bir olgu haline getirmiştir. Volatilite kavramı ise risk ve risk yönetimi kavramının içinde ele alınan temel bir kavramdır. Volatilite kavramı zaman zaman riskin bir ölçüsü olarak sanılsa da volatilite kavramı belirli bir zaman aralığında gözlenen değer değişiminin standart sapması anlamına gelmektedir. Ayrıca volatilitayı bir varlığın değişim riski olarak özetlenebilir. Finansal piyasalarda volatilite kavramının önemli olmasının sebebi portföy seçimi ve varlık yönetimiyle birlikte birincil ve türev ürünlerin fiyatlandırılması için önem taşımasından kaynaklanmaktadır (Engle & Ng, 1993).

Günümüz dünyasında neredeyse her an yaşanan değişiklikler ve gelişmeler risk ortamını artırmaktadır. Elbette risk ve risk yapısındaki değişikliklerle beraber yaşanan artışlar volatilitenin yapısını ve hesaplanmasını eskiden beri kullanılan basit yöntemlere göre zorlaştırmıştır.

Geleneksel yöntemler varyans gecikmeli değerlerinin karelerini sabit olarak baz almaktadır. Fakat günümüz dünyasında hesaplamalarda baz alınan değişkenler birbiri ile birçok farklı yönden ilişki kurmaktadır. Bu ilişkilerin neticesinde oluşan yöntem eski yöntemlere nazaran daha oynak yapıya sahip değişkenler üretmiştir. Yeni yöntemlerle üretilen değişkenlerin verimliliği ise eski yöntemlerle üretilen değişimleri günümüz dünyası için kullanılamaz hale getirmektedir (Serdar, 2018).

Geleneksel modellerin içerdiği zaman serilerinin sabit kılındığı yöntemlere karşı Engle (1982), zaman serisi değişkenlerinin sabit olmadığını tam tersine değişim gösterdiğini öne sürmüştür. Buna istinaden zaman serilerinin değişkenlerinin varyansının dinamik ve değişken olduğunu öne sürdüğü modeli ARCH (Autoregresif Conditional Heteroskedasticity-Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) ismiyle ortaya koymuştur (Engle & Ng, 1993).

Fakat ARCH modeli kullanılırken yönteme dahil olan gecikme değerleri için çok gerilere gidilmesi gerekiyor. Bu yüzden modelin oluşması için birçok değişkenin baz alınması gereklidir. Bu duruma istinaden Bollerslev (1986), yılında ARCH modelinin yerine geçmişteki verilerin karelerinin ortalamasını kullanan GARCH (Oto regresif Koşullu Değişen Varyans) modelini ne sürmüştür (Bollerslev vd., 1988).

Bu araştırmada BIST100 endeksinin 01.01.2002-10.09.2021 tarihlerini kapsayan verilerinin ARCH ve GARCH modelleri ile analiz edilerek volatilitte tahmini yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan araştırma yöntemlerinde ve analizlerde ilk olarak ana analizin girişini oluşturmak için BIST100'e ait çizgi grafikler ve zet istatistikler rapor edilmiştir. Ardından alışma birim kök testi ve zaman serileri analizi (Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)) ile test edilmiş ve bunlara ek olarak ARMA ve ARIMA sürecindeki analizlerden yola çıkararak model oluşturulmuştur. BOX-JENKINS modeli ile de en uygun ARIMA modelinin bulunması sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde ARCH ve GARCH modelleriyle en uygun analiz ve bulgulara ulaşılmıştır. Bu araştırmayla volatilitte ve borsa arasındaki ilişki ölçülerek ekonomik sistemdeki dinamik değişimlerin etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

II. BORSA KAVRAMI VE TÜRLERİ

A. Borsa Kavramı

Borsa kavramını incelediğimizde adı Belçika’da yer alan Bruges şehrindeki Hotel des Bourses’ten gelmektedir. Asıl çıkış sebebi, para ve ticaret ile uğraşan Van der Burse ailesinin ve bulunduğu konumun bu işlerle ilgilenen kesimin bilmesiyle oluşmuştur. Van der Burse ailesinin bu denli önemli bir konuma sahip olması Avrupa’da bu işlerle ilgilenen tabakanın karşılıklı alışveriş, döviz ve senet gibi temel işlemlerde burada kullanılan fiyatlara göre hareket etmesi olmuştur. Bu ailenin konumunda bulunan diğer yerlere de Borsa adı verilmiştir. Günümüz borsasının temeli bu yapıya dayanmaktadır. Elbette gelişen dünyada devletlerin ve insanların toplam gelirinin artması yatırım olanağını arttırmıştır. Yatırımın artmasıyla borsa kavramı daha olgun bir yapı haline gelmiştir. Fakat zaman zaman yaşanan kriz ve savaş gibi yıkıcı etkileri olan durumlar yatırım yapan tabakanın piyasaya olan güvenini de etkilemiştir. Bu tarz durumları engellemek adına devletin güvencesi altında bulunan ve hukuki kurallara uygun bir yapı ihtiyacı doğmuştur. Böylece borsalar oluşturulmuştur (Büyükçoban, 2021).

B. Borsanın Türleri

Ticaret Borsaları: Ticaret Borsaları, reel varlık sınıfı altında bulunan varlıkların alım satımının gerçekleştiği kamu tüzel kişiliğine sahip borsalardır. Bu borsalarda belirli kurallar çerçevesinde fiyatlar belirlenir ve bu fiyatlara istinaden alım satımlar gerçekleştirilir. Ticaret borsası ülkemizde ilk kez 1891 yılında İzmir’de “İzmir Ticaret ve Sanayi Borsası” adı altında kurulmuştur. Ayrıca ülkemizde ticaret borsalarına 5174 sayılı 18.05.2004 tarihinden itibaren geçerli olan yasal bir düzenleme getirilmiştir. Böylece ticaret borsalarının kontrolü, işleyişi ve düzeni ile ilgili kurallar düzenlenmiştir (Büyükçoban, 2021).

Kıymetli Maden Borsaları: Kıymetli Maden Borsaları; gümüş, altın ve elmas gibi değerli madenlerin alımının ve satımının yapıldığı borsalardır. Ülkemizde bu borsa türü 1993 yılında Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından yayımlanan

yönetmelik ile işleyişe başlamıştır. Böylece çalışma kuralları belirlenmiş ve düzene oturtulmuştur. Ayrıca ülkemiz tarafından kurulan İstanbul Altın Borsası (İAB), altının ülkemizce sisteme entegre edilmesinde önemli bir adım olmuştur. Bu borsa sayesinde ülkemizdeki altın fiyatları dünya piyasalarına oranla dengelenmiştir (Ceylan vd., 2015).

Vadeli İşlem Piyasaları: Vadeli İşlem Piyasaları, işleminin ileri tarihte gerçekleşecek olan alım ve satımların kullanıldığı piyasalardır. Türkiye’de örneği ilk olarak İzmir’de Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası adı altında gerçekleşmiştir. Bir diğer önemli özelliği ise ilk özel borsa olmasıdır. Başlangıçta 35 üye ile yola çıkan VOB daha sonra 57 katılımcıya ulaşmıştır. Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (VOB) daha sonra Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP) adı altında birleşmiştir. Böylece işlemler sadece tek yapı altında gerçekleştirilmeye devam etmiştir (Ceylan vd., 2015) (Kaya, A., 2014).

Menkul Kıymetler Borsaları: Menkul Kıymetler Borsası, hisse senedi ve tahvil gibi kağıtların alım satımının gerçekleştiği borsalardır. Bu borsa türlerinde sadece kaydı olan senet ve tahviller satılabilir. Bu borsalar da arz-talep dengesi doğrultusunda doğru fiyatın oluşması çok önemlidir. Böylece hem ülke hem de yatırımcılar düzgün bir yapı içerisinde bulunabilir. Günümüz dünyasında neredeyse her ülkenin menkul kıymetler borsası bulunmaktadır. Elbette yapı ve yönetim itibarıyla bu borsalar birbirleri arasında büyük farklılıklara sahiptir. Bazı önemli borsalar New York Borsası, Londra Borsası, Tokyo Borsası ve Paris Borsası gibidir (Ceylan vd., 2015).

Menkul kıymet borsalarında tüm işlemler sadece yetkili kuruluşlar tarafından yapılabilir. Bu sistem sayesinde menkul kıymetler borsasına aracı kurumlar dahil olmuştur. Elbette borsa üzerindeki yatırımcılar ve aracı kurumlar arasında bir sözleşme bulunmaktadır. (Çetin & Töremiş, 2008)

Menkul kıymetler kavramı göz önüne alındığında; ortaklık oluşturan, bir değer karşılığı olan, yatırım olarak kullanılabilen, adet sayısı fazla olan ve SPK tarafından denetlenen kağıtlar olarak açıklanabilir. Menkul kıymetler dışında da değerli kağıtlar bulunmaktadır. Bu kağıtlar, sermaye piyasası araçları olarak sınıflandırılır. Her kıymetli kâğıt menkul kıymetler değildir. Menkul kıymetler

tanımında karışıklık olmaması adına bu tanımın şartları TTK tarafından vurgulanmıştır.

Sermaye piyasası kavramı daha kapsamlı incelendiğinde üretim ve satın alma sürecine kadar olan her malı kapsar. Elbette tanımı karıştırmamak adına tüm mallar veya servetler sermaye kavramına dahil olamaz.

Sermaye piyasası kavramını anlamak adına piyasa kavramı detaylı olarak incelendiğinde alım satım işlemlerinin gerçekleştirildiği yer olarak tanımlanabilir. Piyasanın etkinliği alıcı ve satıcı arasındaki ilişkinin fazlalığı ile ölçülür.

Elbette piyasa kavramı zamanla bazı değişikliklere uğramıştır. Modern dünyada piyasa alım satım işlemlerini yerini arz-talep dengesini oluşturan veya mal-hizmet türlerine göre sınıflandırılan piyasalara bırakmıştır. Bu farklılıklardan dolayı farklı türlerde piyasalar bulunmaktadır.

III. 1923'TEN 2013'E KADAR BORSANIN TARİHİ

A. Cumhuriyet Dönemi Borsa (1923-1985)

1929 yılı hem Türkiye hem de cumhuriyet tarihi için önemli yıllardan biridir. 1447 sayılı kanun ile İstanbul Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsası 1929 yılında İstanbul'da kurulmuştur. Cumhuriyet tarihinde ilk borsa olma özelliğini taşıyan İstanbul Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsası eskilerden gelen borsa geleneğinin devamı niteliğindedir. Söz konusu dönem incelendiğinde borsa daha çok Fransız borsasına benzer olarak yeniden düzenlenmiştir. Fakat İngiliz, Fransız ve Alman borsalarında da düzenlemeler devam etmiştir (Karşlı, 2003).

Cumhuriyet tarihinin ilk dönemlerinde atılan adımlar ve gerçekleştirilen politikalar tamamen dengeli bir ekonomik ortam oluşturmaya yönelik olmuştur. Bu dengeli politika ortamını oluşturmak için 3 temel adım benimsenmiştir. Bunlar para arzının sabit kılınması, dengeli bütçe oluşturulması ve dış ticaret dengesinin kurulmasıdır. Tamamen devletçi politika doğrultusunda atılan adımlar enflasyon olmadan büyümeyi hedeflemiştir (KAZGAN, 1998).

Cumhuriyet döneminde yaşanan büyük buhran, ekonomik krizler ve 2. Dünya Savaşı gibi tüm dünyayı etkilemiş olayların yaşanması ülkelerin ekonomide korumacı bir tutum sergilemesini zorunlu kılmıştır. Ayrıca 2. Dünya Savaşı etkisiyle neredeyse tüm borsalar kapanmış veya çalışmayı durdurmuştur. (Fertekliçil, 2000)

B. IMKB Dönemi (1985-2013)

Türkiye'de 1981 yılına kadar sermaye piyasası oluşturulmamıştır. Bu eksiklik birçok krize ve dengesizliğe sebebiyet vermiştir. Buna istinaden 1981 tarihinde 2499 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu çıkarılmıştır. Bu kanunla piyasanın dengeli ve düzgün bir şekilde çalışması hedeflenmiş, yatırımcıların hakları korunmak istenmiş, tasarruf ve kalkınmayı sağlamak ve şirketleri halka arz ederek mülkiyet hakkının herkese yayılması sağlanmıştır. (Fertekliçil, 2000)

Türkiye'de ilk kez sermaye piyasaları 1981 yılında çıkarılan Sermaye Piyasası Kanunu ile gerçek bir yapı haline gelmiştir. Fakat borsaların oluşturulması

için bu kanun tek başına yeterli olmamıştır. Buna istinaden 1982 yılında oluşturulan ve günümüzde dahi geçerliliğini koruyan SPK, asıl düzenlemeleri sağlamıştır. Asıl olarak borsanın oluşmasına izin veren ilk adım ise 91 sayılı KHK olmuştur. 91 sayılı KHK ile borsanın oluşması için temel adımlar atılmıştır. Ayrıca KHK'nın yayınlanmasıyla beraber Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsası Kanunu geçerliliğini yitirmiştir. Bu adımların ardından 6 Ekim 1984 tarihinde borsalar için bir yönetmelik oluşturulmuştur. Bu yönetmelik borsaların temel kurallarını belirlemiştir. 91 sayılı KHK'ya göre her borsaya ait iç yönetmelik olması gerekmektedir (Yalçiner, 1996).

İMKB'nin kurulduktan sonra görev ve yetkileri şöyleydi:

- Borsaya giriş yapabilecek tüm menkul kıymetler için kullanılacak pazarlar oluşturmak ve belirlemek.
- Borsa çalışma saatleri ve günlerini belirlemek.
- Borsada oluşan fiyatları belirlemek ve ilan etmek.
- İşlem gören her menkul kıymet için eşit rekabet ortamı yaratmak. Eşit rekabet ortamının dışında kalan oluşumlar için yaptırım uygulamak.
- Borsada oluşmuş ve oluşabilecek tüm ani ve beklenen olumsuz durumlara yetkisi dahilinde müdahale etmek (Yalçın, t.y.).

Kuruluşu 1984'te İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) olarak karar verilen İMKB 26 Aralık 1985'te kurulmuştur. 1986 yılının mart ayında ise ilk İMKB başkanı Muharrem Karşlı göreve başlamıştır. (113 İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yönetmeliği, s.1-20, R.G. no:18962, tarihi: 18.12.1985- Google'da Ara, t.y.)

C. BİST Dönemi (2013-)

Türkiye'nin değişken politikaları ve tutumları sebebiyle borsaların gelişimi dönemsel olarak büyük farklılıklar göstermiştir. Özellikle Osmanlı devletinin yıkılmasıyla birlikte Türkiye'ye geçiş sürecinde borsa olgusu yabancı oluşumların ve yatırımcıların yönlendirilmesiyle oluşumuna devam etmiştir. Ayrıca tüm dünyada ve Türkiye'de yaşanan siyasi ve sosyal problemler tam anlamıyla bir milli borsa kurulmasını zorlaştırmıştır.

Bu tarz eksikliği gidermek adına kurulan Borsa İstanbul tam anlamıyla İMKB döneminde oluşan sorunların önüne geçmek adına kurulmuştur. Borsa İstanbul'un

kurulmasıyla beraber hem yurtiçi piyasalarda hem yurtdışı piyasalarda sağlam temelli bir piyasa kurulmak istenmiştir. Kurulduktan sonra dünya borsalarına entegre olmak, daha çok yatırımcı çekmek, işlem hacmini büyütme gibi temel adımlar hedeflenmiştir. Bu amaçların hedeflenmesiyle birlikte İstanbul'un diğer büyük şehirlerde olduğu gibi tam anlamıyla uluslararası finans merkezi haline getirilmesi amaçlanmıştır. Bunların yanında borsa tamamen tek çatı altında toplanmıştır (Çetkin, 2016).

Borsa İstanbul (BIST), 5 Nisan 2013 yılında Türkiye'deki tüm sermayeleri ve faaliyetleri tek yapı altında toplamak ve dünya borsalarıyla yarışmak için kurulmuştur. IMKB borsası tamamen kaldırılmıştır. 423.234.000 TL sermaye ile kurulan BIST, 2013 tarihinde İTO'ya yapılan kaydı ile resmen açılmıştır. Yönetim kurulundan başlayan değişimle birlikte BIST 100 çalışmaya başlanmıştır. Borsanın tamamen farklı bir yapıya bürünmesiyle beraber BIST logosu 'da büyük değişikliğe uğramıştır. Logo isminden ve konumundan kaynaklı İstanbul ve Türkiye'yi simgelemektedir. Logoda Lale, boğaz ve martı gibi simgeseller vardır. Ayrıca slogan olarak da "Yatırım Değer" sloganıyla açılışı tamamlamıştır (Çetkin, 2016).

Borsa İstanbul Anonim Şirketi Esas Sözleşmesi'ne göre Borsa İstanbul'un başlıca amacı ve faaliyet konusu; "Kanun hükümleri ve ilgili mevzuat çerçevesinde, sermaye piyasası araçlarının, kambiyo ve kıymetli madenler ile kıymetli taşların ve Sermaye Piyasası Kurulunca uygun görülen diğer sözleşmelerin, belgelerin ve kıymetlerin serbest rekabet şartları altında kolay ve güvenli bir şekilde, şeffaf, etkin rekabetçi, dürüst ve istikrarlı bir ortamda alınıp satılabilmesini sağlamak, bunlara ilişkin alım satım emirlerini sonuçlandıracak şekilde bir araya getirmek veya bu emirlerin bir araya gelmesini kolaylaştırmak ve oluşan fiyatları tespit ve ilan etmek üzere piyasalar, pazarlar, platformlar ve sistemler ile teşkilatlanmış diğer pazar yerleri oluşturmak, kurmak ve geliştirmek, bunları ve başka borsaları veyahut borsaların piyasalarını yönetmek veya işletmek ve ana sözleşmesinde yazılı olan diğer işlerdir (SEYRİK & ÇİL, 2019).

Borsa İstanbul'daki piyasalar aşağıdaki gibidir;

- Hisse Senedi Piyasası
- Borçlanma Araçları Piyasası
- Gelişen İşletmeler Piyasası

-Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası

-Kıymetli Madenler ve Kıymetli Taşlar Piyasası

1. 2013'ten Günümüze Borsa İstanbul'un Faaliyet Raporları Doğrultusunda İncelenmesi

Özellikle 2013 yılında itibaren Borsa olgusunun ülkemiz üzerinde daha da yaygınlaşmasıyla beraber borsa üzerine yapılan çalışmalar daha da önem kazanmaktadır. Bu bölümde her yıl düzenli olarak yayınlanan Borsa İstanbul'a ait faaliyet raporları incelenmiştir. Bu faaliyet raporlarının incelenmesi dolayısıyla çalışma daha kapsamlı ve daha anlaşılır hale getirilmeye çalışılmıştır (*Borsa İstanbul A.Ş.*, 2022)

a. Borsa İstanbul 2013 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2013 yılı gelişmiş ülkelerin krizi belli bir oranda atlattığı ve buna istinaden büyüme verilerinin artış gösterdiği fakat gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesinin yavaşladığı bir yıl olmuştur.

Gelişmiş ülkeler arasında yer alan ABD, 2013 yılının ilk dönemini kapsayan ve bu dönem içerisinde devam etmekte olan sıkılaştırma programlarına devam etmesine rağmen, konut sektörünün liderliğinde %9,93 işsizlik seviyesi, Aralık 2013'le birlikte %6,7 seviyesine düşmüştür. Fakat kötü verilerin yerini uygun verilere bırakması üzerine Fed aylık 85 milyar dolar büyüklükteki geri alım politikasını azaltacağını açıklaması üzerine piyasalar bu haberden negatif etkilenmiş ve pay senetlerinin değer kaybetmesine, uzun vadeli faizlerinde artışına sebep olmuştur.

İMB 375 milyar sterlinlik varlık alımlarını 2013'te devam ettirmiştir. İMB başkanı Mark Carney'in hedefleri doğrultusunda %0,5 dolaylarında gerçekleşen politika faizinin, işsizlik oranlarının %7'nin altına inene kadar devam edeceğini söylemiştir. Ayrıca 2013 yılında İngiltere ekonomisi verilerinin artışı kesilmemiş ve kamu borcunu engellemek adına uygulanan sıkı politikaların sebep olduğu %8,4 işsizlik seviyesi aralıkla beraber %7,2 seviyesine gerilemiştir.

Türkiye Piyasaları

Finansal krizin halen etkisini gösterdiği 2013 yılında merkez bankaları tarafından küresel piyasalara uygulanan parasal genişleme politikaları değişken olmakla birlikte daha fazla faiz veren gelişmekte olan ülkelere yatırımın artmasına sebep olmuştur.

Türkiye’de dünyada uygulanan genişleme politikalarından dolayı yurtdışı sermayelerinin hedefi haline gelmiştir. Fakat 22 Mayıs tarihinden Fed tarafından varlık alımlarının azaltılacağına açıklanması gelişmekte olan ülkelere sermaye çıkışına sebep olmuştur. Bu durumda piyasalarda belirsizlik ve oynaklığa sebebiyet vermiştir.

2012 yılında 78.208 puanla kapanan BIST 100 endeksi, Moody’s ’in Türkiye’ye yaptığı not arttırımı ile yükselişe geçen borsa 22 Mayıs tarihinde 93.178 puan ile tarihin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2013 yılı başı itibariyle 22 Mayıs’taki Fed açıklamasına kadar olan zamanda BIST 100 getirisi %19 seviyesindeyken, 18 Aralık’ta tahvil alımlarının azaltılmasıyla birlikte %23 değer kaybı yaşanmıştır. Sonuç olarak 2013 yılı %-13 ile kapanmıştır.

b. Borsa İstanbul 2014’te küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2014 yılı dünya borsası için başarılı geçmiş ve Dünya Borsalar Federasyonu (WFE) üyesi borsalar değerini bir önceki yıla göre %3,5 artırarak 65 trilyon ABD dolara yükseltmiştir. Toplam piyasa değerinde artış olmasına rağmen işlem gören şirket sayısında 2013 yılına göre %0,6’lık düşüş gerçekleşmiştir. Bölge olarak dünya borsalarını incelediğimizde en başarılı bölge %11,6 artış ile Asya Pasifik olmuştur. Avrupa, Afrika, Ortadoğu bölgelerinde %10’u bulan düşüşler olmuştur.

Genel piyasaları özetler durumda olan 49 endeksten 36’sı pozitif getiri sağlarken geriye kalan 13 endeks negatif getiri sağlamıştır. Ayrıca pozitif endeksler %16 gibi bir getiri sağlarken, negatif endekslerde bu oran %9,3’tür. Endekslerin genel ortalaması ise %9,3 olarak gerçekleşmiştir.

İşlem hacimlerini incelemek istediğimizde 2014 yılı 2013 yılına göre %7 daha az hacim ile kapatmıştır. Bu durumun asıl nedeni, Dünya borsalar federasyonu üyeleri işlem hacminde %91 gibi oranında ağırlığa sahip olan türev piyasaların işlem hacminin düşmesidir.

Türkiye Piyasaları

Borsa İstanbul piyasalarının bir önceki yıla göre işlem hacmi 2014 yılında %13,7 oranında artış göstermiştir. İşlem hacmini incelediğimizde bu oranın %85'i borçlanma araç piyasası tarafından oluşturulmuştur.

BIST 100 2014 yılında en düşük 61.189 puan, en yüksek ise 85.271 ile kapatmıştır. Genel toplama baktığımızda %26,43 getiri ile BIST en çok getiri sağlayan 5. Borsa olmuştur.

c. Borsa İstanbul 2015 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2015 yılı için Dünya Borsalar Federasyonu üye borsalarını kapsayan şirketlerin toplam piyasa değerine baktığımızda geçen yıla oranla %6'lık bir azalış gerçekleşmiştir. Bunun yanında işlem gören şirketler geçen yıla oranla %3,1 artarak 45.923'e ulaşmıştır.

Bölge olarak küresel piyasaları incelediğimizde Asya Pasifik %9,8 artarken, Avrupa, Afrika, Ortadoğu geneli %24'lük düşüş yaşamıştır. Üye sayısı 63 olan pay endeksinde 26 üye pozitif getiri sağlarken kalan 37 üye negatif getiri sağlamıştır.

Türkiye Piyasaları

Geçen yıla oranla 2015 yılında BIST toplam işlem hacmi %32,5 olarak gerçekleşmiştir. İşlem hacminin %86 oranı borçlanma araçları piyasasına aittir.

Genele baktığımızda BIST 100 dalgalı seyretmiştir. Ocak ayın 91.413 puan olan BIST aralık ayında 69.309 puan ile yıllık seviyede en düşüğe gelmiştir. Tüm yılı baz aldığımızda BIST 2015 yılını %16,3 değer kaybederek 71.727 puanla kapatmıştır.

d. Borsa İstanbul 2016 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2016 yılında Dünya Borsalar Federasyonu (WFE) üye borsaları toplam işlem hacmi geçen yıla oran %4,4 artmıştır. İşlem gören toplam sayı iste yine geçen yıla oranla %0,1 düşüş göstermiştir. Bölge olarak incelediğimizde Amerika bölgesi %10,8'lik artı gerçekleştirirken, Asya %0,7 oranında değer kaybetmiştir. Dünya Borsalar Federasyonu üye 73 borsayı baz aldığımızda 51 borsa pozitif getiri

sağlarken geriye kalan 22 borsa negatif getiri sağlamıştır. Pozitif getiri sağlayan borsaları baz aldığımızda ortalama getiriri %14 bulunurken, negatif getirili borsaların getirisi ortalama-%5'tir.

Türkiye Piyasaları

2016 yılı için toplam işlem hacmi geçen yıla oranla %9,4 artış göstererek 13,02 trilyon TL olmuştur. Toplam hacmin %8'Sİ Borçlanma Araçları Piyasasına aittir.

BIST 100 endeksi 2015 yıla benzer olacak şekilde dalgalı bir seyir izlemiştir. Toplama baktığımızda yıllık olarak %8,9 değer kazanarak 78.139 puanla yılı tamamlamıştır.

e. Borsa İstanbul 2017 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2017 yılı genele bakıldığında borsalar adına güçlü bir yıl olmuştur. Tüm göstergeler pozitif ayrılmıştır. 2017 yılında Dünya Borsalar Federasyonu (WFE) üyelerinin toplam piyasa değeri geçen yıla oranla %22,6 oranında artış göstermiştir. Bölgeler bazında incelediğimizde Amerika %17,8, Asya %27,6 ve Avrupa, Ortadoğu, Afrika %24,3'lük artış yaşamıştır.

Türkiye Piyasaları

Borsa İstanbul bazında işlem hacmi 2017 yılı için 6.967 milyar TL'ye ulaşmıştır. Oran olarak özetlediğimizde Borçlanma Araçları Piyasası %66, Pay Piyasası %21 ve Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP) %12 geriye kalan %1 ise Kıymetli Madenler ve Kıymetli Taşlar Piyasası olarak dağılmaktadır. Geçen yıla oranla hacim %45 oranında artış göstermiştir.

BIST 100 yıl sonu değerlendirildiğinde %47,6 oranında bir getiri sağlamıştır ve 2017 yılını 155.333 puan ile tamamlanmıştır.

f. Borsa İstanbul 2018 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2018 yılı genele indirgediğimizde küresel piyasalar için belirsizlikler hâkim olmuştur. Ülkelerin korumacı tutumları ve aralarındaki ticaret savaşları sebebiyle

2018 yılı küresel büyüme bazında yavaşlatma yaşatmıştır. Bu durumdan kaynaklı gelişmekte olan ülkelerde volatilitenin hâkim olduğu seyir devam etmiştir.

Ayrıca bu durumlara ek olarak FED'in 100 baz puan faiz artışı kararıyla birlikte gelişmekte olan ülkeler adına zorlayıcı durumlar oluşmuştur.

Avrupa Merkez Bankası %2 oranında enflasyon hedefi doğrultusunda istikrarı sağlamayı hedeflemiştir. Aynı politikayla İngiltere Merkez Bankası 'da hedeflerine ulaşmaya çalışmıştır. Her iki merkez bankası da faiz arttırmamıştır. Ek olarak Japonya Merkez Bankası deflasyonla savaşılmaya devam etmiştir.

Küresel piyasalarda halka açık şirketlerin piyasa değeri geçen yıla oranla %15 azalmıştır. Fakat küresel işlem hacmi genele baktığımızda %11,5 oranında artış göstermiştir. Global zorlukların doğrultusunda 2018 yılı Türk ekonomisi adına zor durumlar yaratmıştır. Bu zorluklara istinaden TCMB, BDDK ve SPK gibi yetkili kurumlar negatif seyri değiştirmek adına önleyici kararlar almıştır.

Borsa İstanbul özelinde toplam işlem hacmi 7.781 milyar TL'dir. İşlem hacmini oranladığımızda Pay Piyasası %26, Borçlanma Araçları Piyasası %57, Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası %16 ve Kıymetli Madenler ve Kıymetli Taşlar Piyasası %1 olarak gerçekleşmiştir.

g. Borsa İstanbul 2019 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

Geçen yıl ile karşılaştığımızda yavaşlayan küresel piyasalar ve ABD ile Çin arasında yaşanan sürtüşmeler beklenenden daha piyasaları etkilemiştir. 2018 yılında yapılan 4 defa olmak üzere toplam 100 puanlık faiz arttırımı, 2019 yılında 3 kez olmak üzere toplam 75 puanlık indirim ile sonuçlanmıştır. Bu duruma istinaden gelişmekte olan ülkeler büyümede ivme kazanmıştır. Ayrıca FED'in gelecek yıl faiz oranlarını değiştirmeme beklentisi küresel piyasada olumlu karşılanmış ve büyümeyi desteklemiştir. Geçen yıla oranla enflasyon ve döviz kuru verilerinde görülen tarihi zirveler durdurulmuş ve Türk lirasındaki değer kaybının önüne geçilmiştir.

BIST 100 115.312,01 puan ile tüm zamanların rekorunu kırmıştır. Ayrıca geçen yıla oranla %25,4 oranında artış yaşamıştır. İşlem hacmine bakıldığında pay piyasaları 15,86 milyar TL, ile tüm zamanların rekorunu kırmıştır.

ğ. Borsa İstanbul 2020 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2020 yılı dünya piyasaları adına birçok şok ve kriz etkisi yaratacak olaylar silsilesinin gerçekleştiği bir yıl olmuştur. Covid-19 salgını, ABD başkanlık seçimleri, Brexit, Japonya başbakanı Shinzo Abe'nin istifası ve ABD ile Çin arasında artan gerilim gibi önemli konular ekonomik anlamda büyük bir belirsizliğe yol açmıştır. Mart ayıyla beraber oynaklık seviyeleri 2008 kriziyle benzer seviyelere gelmiştir. Fakat yaşanan olağanüstü durumlara rağmen piyasalar açık kalmıştır. Bu durum çok fazla sürmeyerek yıl sonuna doğru Kovid-19 aşısının geliştirilmesi ve onaylanması, İngiltere ile AB arasındaki nihai anlaşma ve ABD seçimlerinin sonucu neticesinde piyasalara olan güven tekrardan sağlanmıştır. 2020 yılı küresel piyasalarda olduğu gibi Türkiye içinde çok önemli bir yıl oldu. Bu dönem içinde daha önceki krizlerde görülmemiş boyutta sermaye çıkışları gerçekleşti. Bu durum sonrası yabancı yatırımcıların net satışı 41 milyar TL'ye kadar ulaştı.

Bu olumsuz durumlara karşın 2020'de Borsa İstanbul toplamda 1,1 milyar TL'ye varan 8 halka arz gerçekleştirdi. Yıllık dönemde incelediğimizde BIST 100 %29, BIST Tüm Endeksi %40 ve BIST Halka Arz Endeksi %197 oranlarında yükseldi. Bireysel yatırımcıların yoğun talep oluşturduğu bu yılda yatırımcı sayısı geçen yıla göre %64 artış sağlamıştır. Yine aynı dönemde 64 milyar TL ile 12 Kasım'da günlük işlem hacmi rekoru kırılmıştır. Borsa İstanbul'un en yüksek işlem hacmini yaşadığı bu yıllarda faaliyet gelirleri de yüksek oranda artış göstermiştir.

h. Borsa İstanbul 2021 küresel piyasalar ve Türkiye ekonomisine bakış

Dünya Piyasaları

2021 yılı Covid-19'un piyasalar adına oluşturmuş olduğu risklerin devam ettiği bir yıl olmuş. Elbette aşılamanın devam etmesi ve belirsizliklerin azalmasıyla birlikte normalleşmeler devam etmiştir. Küresel büyümenin %3 ile sınırlı kaldığı 2020 yılına nazaran OECD verileri doğrultusunda %5,6 büyüme öngörülmektedir. ABD ekonomisinin %3,4 küçülerek 1946'dan bu yana en kötü performansını kaydettiği 2020 yılında, Avrupa Birliği (AB) ekonomisi de %6,4, İngiltere %9,4, Japonya ise %4,6 daralmıştır. 2020 yılında gelişmekte olan ülkeler arasından pozitif olarak ayrılan Çin %2,3, Türkiye %1,8 büyüme kaydederek G20'nin en uygun performans gösteren iki ekonomisi olmuştur.

FED yıl boyunca faiz politikasını değiştirmemiş ve küresel ekonomiye destek adına yeni destek paketleri açıklamıştır. Avrupa Merkez Bankası (ECB)'de aynı şekilde ekonomiler eski işleyişini yakalayana kadar desteklerin devam edeceğini vurgulamıştır. Dünya genelinde 2020 yılında alınan destek kararları 2021 yılında da devam etmiştir. Elbette destek paketlerinin devam etmesiyle beraber yaşanan parasal genişleme küresel enflasyonu da beraberinde getirmiştir.

Covid-19'un tüm dünyayı etkisi altına almasıyla beraber Türkiye'de bazı önlemler almıştır. 2021 yılının son çeyreğinde yüksek büyüme ve düşük cari açığın önceliklendirildiği yeni ekonomi modeline geçilmiştir. Akabinde faiz oranları kademeli olarak düşürülmüştür. Yine Covid-19 salgının etkilerinin önüne geçmek adına TCMB ekstra önlem ve tedbirler açıklarak piyasaları normalleştirmeye ve desteklemeye çalışmıştır.

2021 yılı özellikle pandemiyle birlikte Borsa ve türevlerine talebin artmasıyla beraber Borsa İstanbul adına yatırımcı ve halka arz sayısının rekor seviyeler ulaştığı yıl olmuştur. Toplamda 52 şirketin halka arz olmasıyla beraber toplam hasılat büyüklüğü de 21,6 milyar TL'ye çıkmıştır. Yatırımcıların sayısı da 2 yıl içinde 2 kat artarak 2,4 milyon gibi bir rakama ulaşmıştır. İşlem hacmi ele alındığında 2020'ye kıyasla %55 oranında bir artış gerçekteşmiştir. Bunun yanında 12 Aralık'ta 69,4 milyar TL ile günlük işlem hacmi kırılmıştır.

D. Borsa: Dünya ve Türkiye'deki Tarihi

Borsanın tarihi incelendiğinde sanılanın aksine tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Roma imparatorluğunun savaşlardan kazandığı ganimetler imparatorluğun ticari anlamda çok büyümesine sebep olmuştur. Elde edilen ganimetleri almak isteyen tüccar kesimi ihalelere katılabilmek için senetli oluşumlar kurmuştur. Bu senetli oluşumlar halk tarafından büyük ilgi görmüş ve böylece M.Ö 180 yılında Roma'da ilk menkul kıymetler borsası açılmıştır. (Fertekligil, 2000) (Karlı, 2003) (Murtaza, 2001)

Borsa dünya tarihinde kapitalizme ait bir olgu olmuştur. Kapitalist ülkelere ait borsalar etkin bir şekilde faaliyet gösterebilmiştir. Elbette borsa sadece kapitalist ülkeler için geçerli bir olgu değildir. Rusya ve Çin gibi sosyalist ülkelere daha sonradan borsa kurarak bu olguya dahil olmuştur. Fakat ekonomik olarak incelendiğinde yasakların ve krizlerin her daim etkin olduğu ülkelere borsaların

etkin bir şekilde hayatın içinde yer alması mümkün değildir. Elbette borsaların gelişimi sadece büyük ülkeler tarafından gerçekleştirilmemiştir. Gelişmekte olan ülkeler adını verdiğimiz sınıfa dahil olan ülkeler yeni borsa türleri oluşturmuştur. Böylece belki de tarihte yer alan ama büyük ülkeler tarafından kullanılmayan borsalarda etkin bir hale gelmiştir. (Karlı, 2003)

Borsa'nın tarihini Türkiye adına incelediğimizde ilk örnek olarak karşımıza Galata Borsası çıkmaktadır. Dış devletlerde yaşanan hızlı büyüme ve aktiflik Galata Borsası'nın oluşturulmasında etkin bir rol oynamıştır. Galata Borsası'nın kurulmasında rol oynayan bir diğer etken ise bazı Batılı ülkelere ait şirketlerin azınlıklar tarafından İstanbul'da alınıp satılmasıdır. Hem gelişmelere ayak uydurmak hem de devlet çatısı altında düzeni oluşturmak için Galata Borsası İstanbul'da kurulmuştur. (Murtaza, 2001)

Borsanın özellikle Avrupa'da yaygınlaştığı dönemde Osmanlı'da Kırım savaşının yaşanması Osmanlı'nın kredi almasına sebebiyet vermiştir. Bu krediler neticesinde Devlet tahvili ve hisse senet işlemlerinin yürütülmesine başlanmasıyla birlikte Osmanlı'da ilk borsa Dersaadet Tahvilat Borsası açılmıştır. Daha sonra ise Osmanlı Borsasını daha modern ve düzenli hale getirmek için 1904 yılında borsa nizamnamesi hazırlanmıştır. (Beşirli, 2009)

Borsanın ilk kuruluş aşamalarının ardından Birinci Dünya Savaşı ve Kurtuluş Savaşı piyasa ve ekonomiyi kötü anlamda etkilemiştir. Tüm dünyayı etkisi altına alan savaşlar ve krizler neticesinde Türkiye için tekrardan sermaye piyasalarının yeniden canlanması 1960'lı yıllara dayanmaktadır. Tasarruf bonolarının ve hürriyet tahvillerinin piyasaya sürülmesi sermaye piyasasının canlanmasına sebep olmuştur. Elbette bu dönemde piyasaların canlanmasıyla birlikte piyasadaki bazı kimseler tasarruf bonolarını ve hürriyet tahvillerini faiz oranına ve vadesine göre satın almıştır. Bono ve tahvilleri alanlar üzerine kar koyarak satmaya başlamış ve böylece ikinci el menkul kıymetler piyasası oluşmuştur. Böyle bir piyasanın asıl oluşma nedeni devletin ve çıkartılan bonoların faiz oran dengesinin ayarlanamamasıdır. Bu durumdan kaynaklı 1980'li yıllarda tasarruf bonoları tedavülden kaldırılmıştır. Fakat sonrası halka açılmaya başlayan şirketlerin güçlenmesiyle beraber diğer şirketlerde halka arz olmaya başlamıştır. Geçmişten günümüze kadar olan borsa tarihinde modern anlamda ilk adım 1979-1982 yılları dönemini kapsayan bankerler krizi olmuştur. Krizin temel kaynağı enflasyondur. Yüksek enflasyon sayesinde tahviller

ve mevduatlar negatif faizle işler hale gelmiştir. Bu durum mevduat ve tahvil faizlerinin enflasyon oranını yakalayamamasına sebebiyet vermiştir. Tahvil ve mevduatlar enflasyonun altında kaldığı için ikinci el dediğimiz bir piyasa oluşmuş ve banker adı verilen kimselerin piyasayı ele almasını sağlamıştır. Bankerlerin çalışma stili bankadan aldığı tahvili aldığından daha düşük fiyata satıp aradaki fark ve kendi komisyonlarını masraf adı altında tahvili çıkaran şirkete fatura kesmekti. Böyle bir açık oluşturan durum yeni bir düzen ve kuralların oluşturulmasını zorunlu kılmıştır. Böylece Sermaye Piyasası Kurulu kurulmuştur. SPK yapı itibariyle Amerika'da yer alan "Security Exchange Commission (SEC)" ile benzerlik göstermektedir. SPK ülkemiz adına ilk düzenleme ve denetleme yetkisine sahip bir kurum olmuştur. (IŞIK & Buffet, t.y.)

Borsada tüm elde edilen bilgiler doğrultusunda kronolojik olarak özetlersek(Karan, 2018);

Osmanlı Dönemi

1839 Balta Limanı Ticaret Anlaşması

1839 Tanzimat Hareketi

1854 Kırım Savaşı Ertesi (Galata Bankerleri)

1856 Islahat Fermanı (Yabancılara Yeni İmkanlar ve Bankalar)

1864 Havyar Han ve Bankerlerin Örgütlenmesi

1866 Dersaadet Tahvilat Borsası

1873 Borsanın Maliye Bakanlığına Bağlanması

1881 Muharrem Kararname- Düyun-u Umumiye

1906 Esham ve Tahvilat Borsası

Cumhuriyet Dönemi

1923 Ek Tüzük

1927 Esham ve Tahvilat, Kambiyo ve Nukud Borsası

1929 Menkul Kıymetler ve Kambiyo Borsaları Kanunu

1929 İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İsim Değişikliği)

1938 Kambiyo, Esham ve Tahvilat Borsası (İsim Değişikliği ve Ankara'ya Taşınması)

1941 Kambiyo, Esham ve Tahvilat Borsası (İstanbul'a Taşınması)

1960 Sonrası (Tasarruf Bonoları)

1970 Halka Açık Şirketler

1980 Bankerler Dönemi

Yeni Dönem

30.07.1981 Sermaye Piyasası Kanunu (2499 Sayılı)

06.10.1983 91 Sayılı Menkul Kıymet Borsaları Hakkında Kanun Hükmünde Kararname

06.10.1984 Menkul Kıymet Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik

18.12.1985 İMKB Yönetmeliği

26.12.1985 İMKB Faaliyete Geçti

03.01.1986 Hisse Senedi Piyasasında İlk İşlem

Son Dönem

26.07.1996 İstanbul Altın Borsası Kuruldu

04.02.2005 Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası (VOBAŞ) Faaliyete Geçti

30.12.2012 Yeni Sermaye Piyasası Kanunu Yürürlüğe Girdi (6362 Sayılı)

05.04.2013 Türkiye'deki Tüm Borsalar Borsa İstanbul Adı Altında Birleşerek İMKB Borsa İstanbul'a Dönüştü

05.04.2013 Türkiye'deki Tüm Borsalar Borsa İstanbul Şemsiyesi Altında Birleşti

IV. LİTERATÜR

Yapılan ilk çalışmalar oynaklık kümelenmesinden bahsetmektedir. Finansal piyasalarda hisse senedi getirisinin leptokurtosis ve kaldıraç etkisi aşağıdaki üç çalışma ile sağlanmıştır; Mandelbrot (1963), Fama (1965) ve Black (1976).

Engle (1982), ARCH (Autoregresif Conditional Heteroskedasticity-Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) ismiyle eski modellere istinaden zaman serilerinin sabit olmadığını öne sürdüğü modelini ortaya koymuştur. Bu model oynaklığın tahmini konusunda dönüm noktası olmuştur ve sonrası bu çalışma üzerine birçok farklı çalışma yapılmıştır. Bu modellerle beraber zaman serilerinin sabit olmadığı ve değişkenlerin dinamik ve değişken bir yapıda olduğu ortaya konulmuştur.

Bollerslev (1986), yılında ARCH modelinin yerine GARCH (Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modelini öne sürmüştür. Bu model geçmişteki verileri karelerinin ortalamasını kullanmaktadır. Bu yöntemi kullanmasının sebebi ARCH modelinde gecikme değerleri için çok gerilere gidilmesi gerektiğindendir. GARCH modeliyle beraber bu süreç daha pratik ve hızlı bir hale dönüşmüştür.

ARCH modeli, zamanın gelecekteki bir noktasındaki varyans tahminlerinin en son bilgiler kullanılarak da iyileştirilebileceği varsayımına dayanmaktadır. Orijinal ARCH makalesinin 1982'de yayınlanmasından bu yana, bu yöntemler birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Sürekli olarak ARCH modeline alternatif ve daha gelişmiş uygulamalar kullanılmıştır (Bollerslev vd., 1994) (Bera & Higgins, 1993). ARCH modeli (Engle, 1982), geliştirilmiş ARCH modeli (Bollerslev vd., 1994) ve GARCH modeli (Nelson, 1991) zaman serisi oynaklıkları beklenmedik bir bileşenin koşullu varyansı tarafından ölçülür. GARCH modellerini hisse senedi fiyat verilerine uyarlamak, koşullu oynaklığı tahmin etmek için alternatif bir yol sağlar ve son ampirik uygulamalarda standart hale gelmiştir.

Bollerslev (1986), Sabit Koşullu Korelasyon (CCC) düşüncesi GARCH modeli gibi çok değişkenli GARCH modellerinin temelini oluşturur. Fakat daha

sonra (Engle III & Sheppard, 2001), koşullu korelasyonun artık sabit bir terim olmadığı bir Dinamik Koşullu Korelasyon (DCC) düşüncesi ile GARCH modelini tanıttı. Bu yeni modele ait çalışmasındaki ana bulgusu şudur: GARCH modelinin iki değişkenli versiyonu, çeşitli zamanla değişen korelasyon süreçlerine uygun bir yaklaşım sağlar. DCC GARCH modelinin basit çok değişkenli GARCH ve diğer birkaç tahmin edici ile karşılaştırılması, DCC'nin genellikle en doğru yöntem olduğunu gösterir. Bu, kriterin ortalama mutlak hata, tanı testleri veya riske maruz değer hesaplamalarına dayalı testler olup olmadığına bakılmaksızın doğrudur.

Bollerslev vd. (1988), yılında yaptığı çalışmada, beklenen getirinin tamamen çeşitlendirilmiş veya piyasa portföyününki ile her bir getirinin koşullu değişkenliğinin orantılı olduğu saptanmıştır. Ayrıca Bollerslev vd. (1988); Tahvil, bono ve hisse senedi getirileri için çok değişkenli genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyanslı bir süreç tahmin etmektedir. Koşullu kovaryansların zaman içinde oldukça değişken olduğu ve zamanla değişen risk primlerinin önemli bir belirleyicisi olduğu bulunmuştur. Zımni betalar da zamana göre değişir ve tahmin edilebilir. Ancak, getirilerin koşullu dağılımını tahmin ederken, yatırımcı bilgi setinde tüketimdeki yenilikler de dahil olmak üzere diğer değişkenlerin de dikkate alınması gerektiğine dair kanıtlara ulaşmıştır.

Pagan & Schwert, (1990) GARCH, EGARCH, MRS-GARCH ve 3 farklı parametrik olmayan modellerini kullanarak aylık ABD getirileri için volatilité tahmin etkisini incelendi. GARCH ve EGARCH modellerinin orta düzeyde sonuçlar verdiğini ve diğer modellerin düşük bir performansa sahip olduğunu bulmuşlardır.

Ayrıca Nelson (1991), GARCH spesifikasyonlarının katılığını kırmak için, Üstel GARCH (EGARCH) aracılığıyla, getiri varyansının pozitif ve negatif fazla getirilerden farklı şekilde etkilendiğini destekleyen yeni bir modele katkıda bulunmuştur. Ayrıca ampirik bulgular hem fazla getiri hem de hisse senedi piyasası varyansı arasındaki negatif ilişkiyi desteklemektedir.

(Engle & Ng, 1993), yeni bilgilerin oynaklık tahminlerine nasıl dahil edildiğini ölçen haber etki eğrisini tanımlamaktadır. Kısmen parametrik olmayan bir model de dahil olmak üzere çeşitli yeni ve mevcut ARCH modelleri, günlük Japon hisse senedi getiri verileriyle karşılaştırılmakta ve tahmin edilmektedir. Haberlere verilen oynaklık tepkisinin asimetrisini vurgulayan yeni tanı testleri sunulmaktadır.

Sonuçlar Glosten, Jagannathan ve Runkle'ın modelinin en uygun parametre modeli olduğunu göstermektedir. EGARCH ayrıca asimetrinin çoğunu yakalayabilir; ancak, EGARCH tarafından ima edilen koşullu varyansın değişkenliğinin çok yüksek olduğuna dair kanıtlar vardır.

Ayrıca, daha önce bahsedilen GARCH-M modeliyle sonlanan (Glosten vd., 1993) çalışması, modellerinin pozitif ve negatif şoklara bağlı olarak oynaklığın asimetrik tepkisi olduğu gerçeğine dayanan GJR GARCH modelini önererek modeli değiştirmiştir.

(Franses & Van Dijk, 1996), Avrupa borsa endekslerinin haftalık volatilitelerini tahmin etmek için GARCH, Quadratic GARCH (EGARCH) ve GJR modellerini karşılaştırdı. Doğrusal olmayan GARCH modellerinin normal GARCH modelinden daha iyi performans göstermediğini bulmuşlardır.

Brailsford & Faff (1996), Avustralya'nın aylık hisse senedi endeksi volatilitelerini tahmin etmek için GJR ve GARCH modellerinin diğer modellere göre daha üstün olduğunu belirtmektedir.

Chong vd. (1999), Kuala Lumpur Menkul Kıymetler Borsasında günlük olarak gözlemlenen beş borsa endeksini kullanarak bir dizi GARCH modelinin performansını incelemiştir. EGARCH modelinin GARCH modellerinin diğer varyasyonlarından daha iyi performans gösterdiğini ve volatiliteleri tahmin etmek için GARCH modelinin tavsiye edilemeyeceğini bulmuşlardır.

Gökçe (2001), İMKB'deki oynaklığı tahmin etmek için 02.01.1989 ve 31.12.1997 dönemleri arasında 2245 günlük gözlem ile ARCH modelleri üzerinde çalışmıştır. İMKB 100 Endeksi için en uygun modelin GARCH (1,1) olduğu bulunmuştur. Ayrıca günlük işlem hacmi ile günlük getiri oranı arasında güçlü ve pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Aydın (2002), önde gelen 30 Türk şirketini içeren İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Endeksi İMKB-30'un davranışını incelemiştir. Yüksek Lisans Tezinde finansal zaman serisi verilerinde normallik, oynaklık kümeleri, negatif çarpıklık, büyük basıklık ve otokorelasyon olmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle endekse EWMA ve genelleştirilmiş ARCH modelleri uygulanmıştır. En uygun modelin GARCH (1,1) olduğu bulunmuştur ve hem EWMA hem de GARCH modelleri için sadece bir günlük etki gözlemlenmiştir.

Hansen & Lunde (2005), volatilité modellerinin daha iyi tahmine yol açıp açmadığını anlamak için birkaç modeli karşılaştırmıştır. Günlük ABD getirileri için GARCH (1,1) modelinin diğer modellerden daha iyi performans göstermediğine dair kesin kanıtlar olduğunu bulmuşlardır.

Marcucci (2005), Markov anahtarlama rejimi ve GARCH modellerinin bir günden bir aya kadar değişen dönemi kapsayan volatilité tahmin kabiliyetini analiz etmektedir. Yazar, MRS-GARCH modelinin daha kısa dönemlerde standart GARCH modellerinden önemli derecede daha iyi performans gösterdiğine dair kanıtlar bulmuştur.

Mazibas (2005), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) bileşik, finans, hizmet ve sanayi endekslerinde günlük, haftalık ve aylık oynaklık için on beş simetrik ve asimetrik GARCH modelinin örneklem dışı tahmin doğruluğunu incelemiştir. Model tahminleri, günlük, haftalık ve aylık piyasa verilerinde asimetri ve kaldıraç etkilerinin varlığını göstermiştir. Model tahminlerinde haftalık ve aylık tahminlerin günlük tahminlere göre daha kesin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca günlük getirilerdeki yüksek oynaklık nedeniyle ARCH tipi modellerin günlük oynaklığı modellemede yetersiz kaldığı da tespit edilmiştir.

Özden (2008), ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH modelleri ile İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) 100 Endeksinin getiri oynaklığına en uygun modeli araştırmıştır. 04.01.2000 ve 29.09.2008 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerlerini kullanmış ve ortalama denklemi için en uygun modelin ARMA (2,2) olduğunu bulmuştur. Ayrıca, İMKB'de hisse senedi getirileri oynaklığını tahmin etmek için TGARCH (1,1) modelinin daha etkin bir model olduğu bulunmuştur.

Atakan (2009), çalışmasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'ndaki (İMKB) oynaklığın modellenmesi için en uygun yöntem olan ARCH tipi modeller kullanarak araştırmıştır. Araştırma, İMKB-100 Endeksi'nin 1987-2008 dönemini kapsamakta olup, çalışmada günlük kapanış verileri kullanılmıştır. Yazar, İMKB-100 Endeksi'nin oynaklığının ARCH etkisine sahip olduğunu ve İMKB 100 Endeksi'nin oynaklığını tahmin etmek için en uygun modelin GARCH (1,1) olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca krizler ve belirsiz dönemlerde oynaklığın arttığı tespit edilmiştir. Analizde İMKB-100'ün bu dönemlerde oynaklık kümelenmesi gösterdiği görülmektedir.

Gümrah vd. (2011), çalışmasında ilk olarak koşulsuz ve koşullu varyans modellerini incelemiştir. Ardından zaman serilerini incelemek adına Box Jenkins ve ARCH modelleri baz alınmış ve tahminleme modelleri ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda oynaklık kümelenmelerinin bulunduğu ve negatif şokların daha etkili olduğu ortaya konulmuş. Ek olarak TGARCH (1,1)'in en optimum model olduğu belirtilmiştir.

(Abdulkadir ve Yarbaşı, 2021), BIST100 endeksini inceleyen bu çalışmada üç farklı volatilité rejimi ve MS-GARCH yöntemi ile analiz edilmiştir. Üçlü rejimli olarak kullanılan MS-GARCH modeliyle yapılan araştırma sonucu istatistikî verilerin anlamlı olduğu bulunmuştur.

Costa (2017), yaptığı çalışmada hangi modelin daha uygun tahmin yeteneğine sahip olduğunu bulmak için farklı GARCH modellerini kullanarak oynaklığı tahmin etmeye çalışmıştır. Araştırmada 1986-2016 yıllarını kapsayan NASDAQ-100 verileri kullanılmıştır. GARCH modelinin tutarlılığını ölçmek adına Mincer-Zarnowitz regresyonu kullanılmıştır. Ardından ise hangisinin daha uygun model olduğunu saptamak için SPA testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda GARCH modellerinin, IGARCH modelinin olası istisnası dışında, ertesi gün koşullu oynaklığı tahmin etme konusunda benzer sonuçlar ürettiğini göstermektedir.

Ghani & Rahim (2019), çalışmasında farklı farklı özellik yapılarını kullanarak en uygun ARMA GARCH modelini bulmaya çalışmıştır. ARMA(R,M) ve GARCH(p,q) modellerinde farklı özelliklerde üretilmiş 20 model bulunmaktadır. Tanısal kontrol ve tahmin performansının geçerlilik karşılaştırması AIC, AICC, SBC, HQC, MSE, RMSE ve MAPE'ye dayanmaktadır. Sonuçlar, ARMA (1,0) GARCH (1,2) modelinin kauçuk fiyatında en uygun oynaklık modellemesi olduğunu ortaya koymaktadır.

V. GETİRİ KAVRAMININ TANIMI VE TÜRLERİ

Getiri belirli bir dönemde kısaca fiyat değişikliklerine istinaden elde edilen kazancı veya zararı simgeler.

Fiyat kavramı finansın ve finansal çalışmaların temel taşlarından biridir. Finansal anlamda herkesin bildiği üzere fiyatlar getiriye dönüşmektedir. Buna istinaden fiyatlar belli bir dönemde kazancı ve kaybı nitelenmektedir. Getiriler istatikselsel olduğundan dolayı finans alanında kullanılmaktadır ayrıca diğer göstergelere göre daha durağan bir yapıya sahiplerdir (Costa, 2017).

Getirilerin 3 farklı özelliği vardır. Bu türlere veya özelliklere stilize gerçekler denmektedir. Birinci özellik, getiriler normal bir dağılım izlemez çoğu durumda dağılım simetriktir ancak bazı durumlarda dağılım asimetrik olarak da nitelendirilebilir. Getirilerin ikinci özelliği farklı günleri için getiriler arasında neredeyse korelasyon bulunmamaktadır. Sonuncu ve üçüncü özellik ise yakın günlerde gerçekleşen mutlak getiriler arasında pozitif anlamda korelasyon bulunmaktadır (Taylor, 2011).

A. Volatilite ve Değişkenliğin Modellenmesi

Volatilite belirli bir dönem içinde getiri değişkenliğinin ölçüsünü ifade etmektedir. Literatüre göre volatilite kavramı finans için en önemli kavramlardan biridir. Genel tanımda finansal varlıkların toplam riskinin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Volatilite piyasanın riskini ölçmek için risk modellerinde kullanılır. Ayrıca volatilite işlem gören opsiyonların fiyatını elde etmek için kullanılan Black & Scholes (1972), formülünün ve Sharpe (1964), modeli gibi diğer teorik varlık fiyatlandırma modelleri içinde kullanılmaktadır.

1. Volatilitedeki Dalgalanmalar

Volatilite zaman içinde sabit değildir. Volatilitedeki değişiklikler için makul bir açıklama bulunmasa da küçük bir bölümünü açıklamak mümkündür.

Büyük getirilerin ardından büyük getiriler gelir aynı şekilde bu fenomenin tersi de mümkündür. Bu fenomene volatilité kümelenmesi denir (Mandelbrot, 1997). Yüksek volatilité düşük volatilitéye göre daha fazla getiri dağılımı yaratır, bu yüzden volatilité ne kadar yüksek olursa getirilerde o derece yayılır.

Elbette gayri safi milli hasıla (GSMH), enflasyon ve işsizlik gibi ekonomik faktörlerin duyurulması veya başka bir deyişle piyasalara yeni bilgilerin gelmesi de volatilitéyi etkilemektedir.

Flannery & Protopapadakis (2002) 'e göre gayri safi milli hasıla (GSMH) ve para arzı gibi makroekonomik faktörler getirileri etkilemesine rağmen daha düşük volatilitéye sahiptir. Fakat Glosten vd. (1993)'e göre enflasyon diğer faktörlere göre daha fazla volatilitéye sahiptir.

Kriz dönemlerinde volatilitenin artması ve normal dönemlerde ise daha düşük olması beklenir. Schwert (1989), durgunluk yaşanan dönemlerde volatilitenin çok daha yüksek gerçekleştiğini öne sürmektedir. Özellikle finansal varlıkların getirileri kriz dönemlerinde çok daha oynaktır.

2. Volatilitenin Modellenmesi

Finans ve ekonomi için volatilitenin tahmini en önemli argümanlardan biridir. Finansal varlıklardaki volatilité yatırım kararının riskini ölçmek için kilit rol taşımaktadır (Gaunersdorfer & Hommes, 2007).

Volatilité farklı modeller kullanılarak tahmin edilebilir. Tarihsel volatilité volatilitéyi tahmin etmek için kullanılan temel bir modeldir. Bu model belli bir süre aralığında fiyatın ortalamasından ne kadar saptığını ölçen bir yöntemdir (Brooks, 2014).

Zımnî volatilité ise volatilité tahminlemede kullanılan diğer farklı yöntemdir. Black & Scholes (1972), formülü kullanılarak opsiyon kendi fiyatından piyasanın volatilitesi tahmin edilmektedir.

Volatilité, üstel hareketli ortalama modelleri kullanılarak da modellenenebilir. Bu modelleme yöntemi yeni tarihli gözlemlerin eski tarihlilere kıyasla daha fazla etkiye sahip olduğu bir yaklaşım sunmaktadır. Volatilité tarihsel olarak yakın zamanda gerçekleşmiş olaylardan daha fazla etkilenir. Bu da basit tarihsel modellerde hesaba katılmayan bir durumdur. Bu nedendir ki model, ani şoklar

karşısında hatalı bir piyasa beklentisine yol açabilecek kadar yapay bir oynaklığa neden olabilir (Hunter, 1986).

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelleri de volatilité tahmininde kullanılan yöntemlerdendir. Otoregresif süreci, geçmiş değerlerin mevcut değerler üzerinde bir etkisi olduğu varsayımı altında işleyen stokastik bir süreçtir. Bu model geçmiş dönemleri baz alır ve temel olarak geçmiş dönemleri tahmin için kullanır. Hareketli ortalama modeli beyaz gürültü terimlerinin (ilişkisiz değişkenler, durağan ve ortalama 0) doğrusal bir kombinasyonu olması dışında, otoregresif modellerle benzerlik göstermektedir. İkisi arasındaki fark, MA(1) modelinin AR(1) modeli tarafından dikkate alınan önceki tüm şoklar yerine yalnızca son şoku dikkate almasıdır. ARMA modeli, hem piyasa katılımcısı etkilerini (momentum ve ortalama geri dönüş etkileri) yakalamak hem de şok bilgilerini (beklenmeyen olay) karakterize etmek amacıyla AR ve MA modellerinin bir kombinasyonudur. AR, MA ve ARMA modelleri koşullu olarak değişen varyanslı değildir ve bu nedenle oynaklık kümelenmesini dikkate almazlar (Fabozzi vd., 2014).

Normal olmayan dağılımlara sahip GARCH modelinin, volatilité tahmininde diğer tarihsel modellere göre daha etkili olduğunu gösteren güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Liu & Morley, 2009). Volatilité modellemesinde en çok kullanılan yöntemler ARCH (Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) (Engle, 1982) modeli ve GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modelidir (Bollerslev, 1986) (Taylor, 1987). Engle (1982), yılında zaman serilerinde bulunan değişenlerin varyansının sabit olmadığını savunmuştur. Bunun sebebi varlık ve getirilerin dinamik bir yapıda olduğunu bu nedenle değişkenlerin varyansının sabit olamayacağını belirtmiştir. Bunun üzerine ARCH (Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modelini ortaya çıkarmıştır (Engle & Ng, 1993). GARCH modeli, koşullu ve koşulsuz varyans arasındaki farkı ortaya çıkaran, koşullu varyansın geçmişteki hataların bir fonksiyonu olarak zaman içinde değişmesine izin veren ARCH modelinin bir uzantısıdır (Bollerslev, 1986). GARCH modeli daha uzun bir dönemi kapsar ve daha esnek gecikme verisi sağlar ve bu modeller doğrusal olmayan modellerdendir. Klasik lineer regresyon modeli hatanın varyansının sabit olduğu varsayımı eş değişkenlik olarak bilinir ($\epsilon = \sigma^2$). Öte yandan, hataların varyansı sabit değil ise, bu yöntem değişen varyans olarak bilinir. Hataların varyansının zaman için

sabit olmaması beklenir ve dolayısıyla varyansın sabit olduğunu varsaymayan bir model daha uygundur (Brooks, 2014).

3. ARCH Modeli

ARCH modeli Engle (1982), tarafından oluşturulan mevcut hata teriminin varyansının önceki dönem hata terimlerinin büyüklüğü ile ilgili olduğunu varsayar.

ARCH etkilerinin varlığını kontrol etmek ve en uygun ARCH modellerini seçmek için değişen varyans testini uyguladık. Hipotezler şunlardır:

Sıfır Hipotezi (H_0): Belirtilen gecikmeye kadar mevcut ARCH etkisi yoktur.

Alternatif Hipotez (H_1): Belirtilen gecikmeye kadar ARCH etkileri vardır.

ARCH(p) modellerinin formaliteleri şunlardır:

$$y_t = \theta_0 + \theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_n y_{t-n} + \varepsilon_t; \quad \varepsilon | I_{t-1} N(0, h_t) \quad (1)$$

Ve

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_n \varepsilon_{t-n}^2 \quad (1.1)$$

Ve aşağıdaki durumlarda tatmin eder:

Bu durumda,

- $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n > 0$ Pozitif varyansı garanti edersek.
- $0 \leq \sum_{i=1}^n \alpha_i < 1$
- $\alpha_1 > \alpha_2 > \dots > \alpha_n$ Yakın geçmişin eski gecikmelerden daha fazla etkiye sahip olduğunu gösterir.

GARCH(p) modellerinin formaliteleri şunlardır:

$$y_t = \theta_0 + \theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_n y_{t-n} + \varepsilon_t; \quad \varepsilon | I_{t-1} N(0, h_t) \quad (1.2)$$

Ve

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i h_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (1.3)$$

Ve aşağıdaki durumlarda tatmin eder:

Bu durumda,

- $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n > 0$ ve $\beta_i > 0$ Pozitif varyansı garanti edersek.

- $0 \leq \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i + \sum_{i=1}^{i=n} \beta_i < 1$ Modellerin azalan varyansa sahip olduğunu göstermektedir.
- $\alpha_1 > \alpha_2 > \dots > \alpha_n$ Yakın geçmişin eski gecikmelerden daha fazla etkiye sahip olduğunu gösterir.

Herhangi bir finansal varlığın getirisini aşağıdaki gibi baz alırsak;

$$r_t = \mu + \sigma_t \varepsilon_t \quad (1.4)$$

Yukarıdaki formülde bulunan ε_t , $N(0,1)$ i.i.d'nin bir dizisidir. t zamanındaki artık terim, $r_t - \mu$, şu şekilde tanımlanabilir:

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad (1.5)$$

ARCH modelinde,

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 \quad (1.6)$$

Pozitif varyansı sağlamak için; $\alpha_0 > 0$ ve $\alpha_1 \geq 0$ olması gereklidir ve ayrıca modelin durağan olduğundan emin olmak için $\alpha_1 < 1$ şartı yerine getirilmesi gereklidir. Getiriler, $t - 1$ zamanına kadar olan tüm bilgiler ile bağlıdır ve korelasyonsuzdur. Kurtosis (basıklık) şu şekilde açıklama yapmaktadır;

$$Kurt(a_t) = \frac{E[a_t^4]}{E[(a_t^2)]^2} \quad (1.7)$$

Eğer normal dağılsaydı Kurtosis (basıklık) 3'e eşit olurdu. Ancak;

$$Kurt(a_t) = \frac{E[\sigma_t^4]E[\varepsilon_t^4]}{(E[\sigma_t^2])^2(E[\varepsilon_t^2])^2} = \frac{3E[\sigma_t^4]}{(E[\sigma_t^2])^2} \quad (1.8)$$

Formül şunu izah etmektedir, $Kurt(a_t) > 3$.

a_t 'nin koşulsuz varyansı;

$$\begin{aligned} Var(a_t) &= E[a_t^2] - (E[a_t])^2 \\ &= E[a_t^2] \\ &= E[\sigma_t^2 \varepsilon_t^2] \\ &= E[\sigma_t^2] \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 E[a_{t-1}^2] \end{aligned} \quad (1.9)$$

Ve a_t durağan bir süreç olduğundan;

$$Var(a_t) = Var(a_{t-1}) = E[a_{t-1}^2] \quad (1.10)$$

Ve böylece,

$$Var(a_t) = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_1} \quad (1.11)$$

4. GARCH Modeli

Bu bölümde GARCH modeli anlatılacaktır. Araştırmada ARCH ve GARCH modeli kullanılmıştır.

GARCH modeli Bollerslev (1986) ve Taylor (1987), tarafından oluşturulmuş bir modeldir. Bu model koşullu varyansın geçmişteki gecikmelere bağlı olmasına izin verir.

Genele baktığımızda GARCH modelleri ARCH modellerinden daha iyi performans göstermektedir. ARCH modelinin bazı dezavantajları vardır. Örnek vermek gerekirse koşullu varyansta nispeten uzun gecikmelidir ve negatif varyanslı sorunlardan kaçınmak için sabit bir gecikme yapısı empoze etmek zorundadırlar (Bollerslev, 1986). Bu sorunları en aza indirmek için Bollerslev, (1986) ARCH modelini daha uzun bir belleğe ve esnekliğe doğru genişletti.

Basit GARCH modelleri de bazı problemler oluşturmaktadır. Black, (1976), hisse senedi getirilerinin, getiri oynaklığındaki değişikliklerle negatif ilişkili olduğuna dair kanıtlar bulmuştur. Bu durum volatilitenin kötü haberlere yanıt olarak artma ve iyi haberlere yanıt olarak azalma eğiliminde olduğu anlamına gelir. Fakat GARCH modelleri bu durumu hesaba katmaz, çünkü aşırı getirilerin pozitif veya negatif haberlerin değil, yalnızca büyüklüğün koşullu oynaklığı etkilediğini varsayarlar. Diğer bir sınırlılık ise, volatilitenin zaman içinde sabit olmaması ve GARCH modellerini tahmin etmede zorluklar yaratması nedeniyle negatiflik olmayan kısıtların ihlal edilmesidir. Ayrıca Bollerslev, (1986), şokların kalıcılığını ve şokların koşullu varyans üzerindeki etkisini incelemeye odaklandı. Ani ve şok durumları süresiz olarak devam ederse, uzun ömürlü sermaye malları üzerinde önemli bir etkiye sahip olma riskinin var olduğunu belirtmiştir (Poterba & Summers, 1986). Yukarıda belirtilenler Nelson'a , (1991) göre basit GARCH modellerinin üç ana dezavantajıdır, bu nedenle dezavantajlara değinmek için üstel bir GARCH modelini benimsemiştir.

$$GARCH(1,1) \text{ modelinde, } \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (1.12)$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1 > 0, \beta_1 > 0, \text{ ve } \alpha_1 + \beta_1 < 1 \quad (1.13)$$

ARCH modeli, denklem 1.12'de $v_t = a_t^2 - \sigma_t^2$ yerine geçen karesi alınmış kalanların üzerine bir ARMA (1,1) modelidir. Bu yüzden;

$$\begin{aligned}\sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \\ a_t^2 - v_t &= \alpha + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 (a_{t-1}^2 - v_{t-1}) \\ a_t^2 &= \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1) a_{t-1}^2 + v_t - \beta_1 v_{t-1}\end{aligned}\quad (1.14)$$

a_t 'nin koşulsuz varyansı;

$$\begin{aligned}\text{Var}(a_t) &= E[a_t^2] - (E[a_t^2])^2 \\ &= E[a_t^2] \\ &= E[\sigma_t^2 \varepsilon_t^2] \\ &= E[\sigma_t^2] \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 E[a_{t-1}^2] + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \\ &= \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1) E[a_{t-1}^2]\end{aligned}\quad (1.15)$$

Ve a_t durağan bir süreç olduğundan dolayı;

$$\text{Var}(a_t) = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \beta_1}\quad (1.16)$$

$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$ olması koşuluyla, getirilerin koşulsuz varyansı da $\alpha_0 / (1 - \alpha_1 - \beta_1)$ olacaktır.

GARCH modeli ARCH (∞) olarak yazılabilir,

$$\begin{aligned}\sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 (\alpha_0 + \alpha_1 a_{t-2}^2 + \beta_1 \sigma_{t-2}^2) \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \alpha_0 \beta_1 + \alpha_1 \beta_1 a_{t-2}^2 + \beta_1 \sigma_{t-2}^2 \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \alpha_0 \beta_1 + \alpha_1 \beta_1 a_{t-2}^2 + \beta_1^2 (\alpha_0 + \alpha_1 a_{t-3}^2 + \beta_1 \sigma_{t-3}^2) \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &= \frac{\alpha_0}{1 - \beta_1} + \alpha_1 \sum_{i=0}^{\infty} a_{t-1-i}^2 \beta_1^i\end{aligned}\quad (1.17)$$

Böylece t zamanındaki koşullu varyans, geçmişteki kalanların karelerinin ağırlıklı toplamıdır ve ağırlıklar, zaman geriye gidildikçe azalır.

Bu modelin bazı dezavantajları vardır (negatif olmayan koşullar tahmin modeli tarafından ihlal edilebilir; volatilitenin kümelenmesini hesaba katılmasına rağmen GARCH modelleri kaldıraç etkilerini açıklayamaz ve GARCH modeli koşullu varyans ile koşullu anlam arasında herhangi bir doğrudan geri bir bilgiye izin vermez) ve bu yüzden daha basit olacak şekilde GARCH modelinin birçok uzantısı geliştirildi.

$\alpha + \beta \geq 1$ olduğunda varyans durağan değildir, yani koşulsuz varyans tanımlanmamıştır.

Kalıcı parametrelerin toplamı 1'e kadar çıkarsa, GARCH olarak da adlandırılan varyansta birim kök durumu olacaktır ve böylece istenmeyen bir durum oluşacaktır. Daha basit GARCH modeli, pozitif ve negatif şoklarda volatilitenin tepkisinin simetrik olduğunu varsaymaktadır. Pozitif şokların volatilitenin üzerinde aynı miktardaki negatif şoklardan daha az etkiye sahip olduğuna dair kanıtlar vardır (Brooks, 2014). Glosten vd., (1993) ve Nelson, (1991), bu fenomeni açıklamak için sırasıyla GJR ve EGARCH modellerini geliştirmiştir. Modeller finansta daha yüksek risk alan yatırımcıların daha yüksek getiri ile ödüllendirilmesi gerektiği tartışılmaktadır. Engle vd. (1987), tarafından ortaya konulan GARCH-M modeli, riskin bir varlığın getirisinde yer almasını sağlayan koşullu ortalama denkleminde varlık getirilerinin koşullu varyansının girmesine izin verir. Bu ve bunun gibi daha birçok GARCH üzerine geliştirilen modeller bulunmaktadır.

B. Çalışma için hangi model daha uygundur?

Değişen varyans (Heteroskedastisite) ve oynaklık (volatilitenin) kümelerini hesaba katmayan modellerin kullanımı bu çalışma için uygun bir seçim değildir.

Bu tür çalışmalarda kullanılan en yaygın modeller, daha önce belirtilen yönlerinden dolayı ARCH ve GARCH modelleridir.

ARCH ve GARCH modelleri arasında bazı farklılıklar vardır. Andersen & Bollerslev, (1998), ARCH ve stokastik oynaklık modellerinin başarılı oynaklık tahminleri ortaya koyduğunu bulmuşlardır.

Bununla birlikte, GARCH modelleri, olumsuzluk kısıtlamalarını ihlal etme olasılıklarının daha düşük olması nedeniyle, otoregresif koşullu değişen varyans modellerden Akgiray (1989), daha iyi performans gösterme eğilimindedir.

GARCH modelleri ayrıca daha cimri olma eğilimindedir, yani daha az değişkenle daha iyi bir tahmin gerçekleştirir ve böylece varsayımları, uydurma tahminleri önler (Brooks,2014). Bu nedenle, oynaklığı tahmin etmek için GARCH ailesi modellerini kullanmak daha uygun görülmektedir.

Bir diğer yaygın model olan BOX-JENKINS modeli eldeki verilere istinaden en uygun ARIMA modelinin oluşturulmasını sağlar. Bu model isimlerinin kısaltması olan George Box ve Gwilym Jenkins tarafından oluşturulmuştur. Model "Time Series Analysis Forecasting and Control" isimli eserden türemiştir. Eserde temel olarak anlatılan nokta ARIMA modelinin kullanılması hususundadır. Ayrıca model zaman serileri analizi yaparken stokastik özellikler analiz etmektedir. Stokastik özellikleri analiz etmesi sayesinde modelde belli bir denklem oluşturulmamaktadır. Model zaman serileri analizinde rassal ve olasılıklı olarak analize dayanmaktadır. Bu kural ve yöntemler sayesinde analiz bağımlı değişkenler, regresyon modelinde olduğu gibi açıklayıcı değişkenler tarafından değil, yine kendi değerleri ve rassal hata terimi değerleri ile açıklanacaktır. Modelin doğru işlemesi adına kullanılan modeller durağan veya durağan hale gelmiş olmalıdır.

Modelde dört farklı temel madde bulunmakta olum cimrilik ve tutumluluk prensiplerini baz almaktadır. Bu prensiplerin kullanılma amacı analizde kullanılacak parametrelerin en aza indirgenmesidir. Parametrelerin en aza indirgenmesi ile ortaya çıkacak maliyetlerde azalacaktır.

BOX-JENKINS modelinin işleyişi, zaman serileri analiziyle başlamaktadır. Zaman serilerinin grafik çizimiyle başlayan analiz devamında OKF ve KOKF analizleriyle devam ettirilir. Başlangıçtaki temel amaç serinin durağanlığa sahip olup olmamasıdır. Eğer durağanlık bulunmuyor ise fark alma veya doğal logaritma alınarak uygun olanı seçilir. Bu adımlar sonrası durağanlığı sağlanması hedeflenir. Bu tüm özellikler sağlandıktan sonra tahminleme yapılır ardından yeterlilik test edilir ve en sonunda gelecek tahmininde bulunulur. Eğer en sonunda model yetersiz olarak bulunursa analiz ilk safhasına döner ve işlemler yeni baştan yapılır ta ki en uygun model sağlanana kadar (Horasan, 2011).

Modelde öngörü sürecinden önce üç farklı temel madde bulunmaktadır. Bunlar (Box vd., 2015) (Chatfield, 1996) (Brockwell & Davis, 2002);

- 1) Tanımlama
- 2) Tahminleme
- 3) Ayırt Edici Kontrol

İlk aşama olan tanımlama aşaması elde edilen zaman serilerinin oluşum aşamasına ait her türlü bilgiden yararlanılması ve bu bilgiler ışığında belli bir model oluşturulması amaçlanmaktadır.

Durağanlık ve Mevsimsellik

- Box-Jenkins modelinin geliştirilmesindeki ilk adım, serinin durağan olup olmadığını ve modellenmesi gereken önemli bir mevsimsellik olup olmadığını belirlemektir.

Durağanlığın Belirlenmesi

- Durağanlık, bir çalışma dizisi çiziminden değerlendirilebilir. Çalışma sırasında grafik sabit konum ve ölçek ile gösterilmelidir. Bir otokorelasyon çiziminden de tespit edilebilir. Spesifik olarak, durağansızlık genellikle kırılmalı yapıya sahip bir otokorelasyon grafiği ile gösterilir.

Mevsimselliğin Belirlenmesi

- Mevsimsellik (veya periyodiklik) genellikle bir otokorelasyon çiziminden, mevsimsel bir alt seri çiziminden veya bir spektral çizimden değerlendirilebilir.

Durağanlık Elde Etmek İçin Farklılık

- Box ve Jenkins, aktif durağanlıkta farklı yaklaşımlarda bulunur. Bununla birlikte, bir eğrinin takılması ve takılan değerlerin orijinal verilerden çıkarılması Box-Jenkins modelleri bağlamında da kullanılabilir.

Mevsimsel Farklılık:

- Model tanımlama aşamasında amacımız, varsa mevsimselliği tespit etmek ve mevsimsel otoregresif ve mevsimsel hareketli ortalama terimlerinin sırasını belirlemektir. Birçok seri için dönem bilinir ve tek bir mevsimsellik terimi yeterlidir. Örneğin, aylık veriler için genellikle mevsimsel bir AR 12 terimi veya mevsimsel bir MA 12 terimi içerir. Box-Jenkins modelleri için, modeli

ayarlamadan önce mevsimselliği açıkça ortadan kaldırmayız. Bunun yerine, model şartnamesindeki mevsimsel terimlerin sırasını ARIMA tahmin yazılımına dahil ediyoruz. Bununla birlikte, verilere mevsimsel bir fark uygulamak ve otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafiklerini yeniden oluşturmak yararlı olabilir. Bu, modelin mevsimsel olmayan bileşeninin model tanımlamasında yardımcı olabilir. Bazı durumlarda, mevsimsel farklılık mevsimsellik etkisinin çoğunu veya tamamını kaldırabilir.

P ve Q'yu Tanımlama:

- Durağanlık ve mevsimsellik ele alınmış, bir sonraki adım otoregresif ve hareketli ortalama terimlerinin sırasını (yani p ve q) belirlemektir.

Otokorelasyon ve Kısmi Otokorelasyon Grafikleri

- Bunu yapmak için birincil araçlar otokorelasyon grafiği ve kısmi otokorelasyon çizimidir. Örnek otokorelasyon grafiği ve örnek kısmi otokorelasyon grafiği, sipariş bilindiğinde bu grafiklerin teorik davranışlarıyla karşılaştırılır.

Otoregresif Sürecin Sırası (p)

- Özellikle, bir AR (1) işlemi için örnek otokorelasyon fonksiyonunun katlanarak azalan bir görünüme sahip olması gerekir. Bununla birlikte, daha yüksek mertebeden AR süreçleri genellikle katlanarak azalan ve sönümlü sinüzoidal bileşenlerin bir karışımıdır.
- Daha yüksek mertebeden otoregresif işlemler için örnek otokorelasyonun kısmi otokorelasyon grafiği ile desteklenmesi gerekir. Bir AR (p) işleminin kısmi otokorelasyonu gecikme $p + 1$ ve daha büyük olduğunda sıfır olur, bu nedenle sıfırdan ayrılma kanıtı olup olmadığını görmek için örnek kısmi otokorelasyon işlevini inceleriz. Bu genellikle örnek kısmi otokorelasyon grafiğine %95 güven aralığı yerleştirilerek belirlenir (örnek otokorelasyon grafikleri oluşturan çoğu yazılım programı da bu güven aralığını çizer). Yazılım programı güven bandını oluşturmazsa, örneklem büyüklüğünü gösteren N ile yaklaşık $\pm 2 / \sqrt{N}$ olur.

Hareketli Ortalama İşlem Sırası (q)

- Bir MA (q) işleminin otokorelasyon fonksiyonu, gecikme $q + 1$ ve daha büyük olduğunda sıfır olur, bu nedenle, esasen sıfırın nerede olduğunu

görmek için örnek otokorelasyon fonksiyonunu inceleriz. Bunu, örnek otokorelasyon çizimine örnek otokorelasyon işlevi için %95 güven aralığını yerleştirerek yaparız. Otokorelasyon grafiğini oluşturabilen çoğu yazılım da bu güven aralığını oluşturabilir.

- Örnek kısmi otokorelasyon işlevi genellikle hareketli ortalama işleminin sırasını belirlemek için yararlı değildir.

Otokorelasyon Fonksiyonunun Şekli

Aşağıdaki tablo, model tanımlama için örnek otokorelasyon işlevini nasıl kullandığımızı özetlemektedir.

DURUM	BAĞLANTILI MODEL
Katlanarak sıfıra azalan	Otoregresif model. Otoregresif modelin sırasını belirlemek için kısmi otokorelasyon grafiğini kullanın.
Pozitif ve negatif dönüşümlü sıfıra azalan	Otoregresif model. Talimatı tanımlamaya yardımcı olmak için kısmi otokorelasyon grafiğini kullanın.
Bir veya daha fazla yükselme, kalan esasen sıfırdır	Hareketli ortalama model, arsanın çizimin olduğu yerle tanımlanan sıra.
Birkaç zaman aralığından sonra başlayan azalma	Karışık otoregresif ve hareketli ortalama modeli.
Hepsi sıfır veya sıfıra yakın	Veriler aslında rastlantısaldır.
Sabit aralıklarla yüksek değerler	Mevsimsel otoregresif terimi ekleyin.
Sıfıra doğru azalma yok	Seri sabit değildir.

Şekil 1: Birim Kök Testi

Tanımlanması Zor Karışık Modeller

- Pratikte örnek otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları rastgele değişkenlerdir ve teorik fonksiyonlarla aynı tanımlamayı vermeyeceklerdir. Bu, modeli tanımlamayı zorlaştırır. Özellikle, karışık modellerin tanımlanması zor olabilir.
- Deneyim yararlı olsa da bu örnek grafikleri kullanarak uygun modeller geliştirmek çok fazla deneme yanılma gerektirebilir. Bu nedenle son yıllarda FPE (Final Prediction Error) ve AIC (Akaike Information Criterion) ve diğerleri gibi bilgiye dayalı kriterler tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu teknikler, model tanımlama sürecini otomatikleştirmeye yardımcı olabilir. Bu tekniklerin kullanılması için bilgisayar yazılımı gerekir. Neyse ki, bu teknikler ARIMA modelleme yetenekleri sağlayan birçok ticari istatistiksel yazılım programında mevcuttur.

İkinci aşama olan tahminleme aşaması ise verilerin doğru ve kullanışlı bir şekilde kullanılması için çıkarımlar yapmaktadır.

Yazılımın Kullanımı:

- Box-Jenkins modellerinin parametrelerini tahmin etmek oldukça karmaşık doğrusal olmayan bir tahmin problemidir. Bu nedenle parametre tahmini, Box-Jenkins modellerine uyan yüksek kaliteli bir yazılım programına bırakılmalıdır. Neyse ki, birçok ticari istatistiksel yazılım programı artık Box-Jenkins modellerine uyuyor.

Yaklaşımlar:

- Box-Jenkins modellerini ayarlamaya yönelik temel yaklaşımlar doğrusal olmayan en küçük kareler ve maksimum olabilirlik tahminidir.
- Maksimum olabilirlik tahmini genellikle tercih edilen tekniktir. Tam Kutu-Jenkins modeli için olasılık denklemleri karmaşıktır ve buraya dahil değildir.

Model Tahmini Örneği:

• Negiz vaka çalışması, Box-Jenkins modeline uygun bir örnek göstermektedir. Üçüncü aşama olan ayırt edici kontrol aşaması ise veriler ışığında modelde oluşabilecek eksiklikleri ortaya çıkararak modelin daha doğru ve kullanışlı olmasını sağlar.

Kararlı Tek Değişkenli Bir Sürecin Varsayımları:

- Box-Jenkins modelleri için model tanımlama, doğrusal olmayan en küçük karelerin takılması için model doğrulamasına benzer.
- Yani, A_t hata teriminin durağan tek değişkenli bir süreç için varsayımları izlediği varsayılır. Kalanlar, sabit bir ortalama ve varyansa sahip sabit bir dağılımdan beyaz gürültü (veya dağılımları normal olduğunda bağımsız) çizimleri olmalıdır. Box-Jenkins modeli veriler için uygun bir modelse, bulgular bu varsayımları karşılamalıdır.
- Bu varsayımlar yerine getirilmezse, daha uygun bir modele uymamız gerekir. Yani, model tanımlama adımına geri dönüyoruz ve daha uygun bir model geliştirmeye çalışıyoruz. Umarım kalanların analizi daha uygun bir model için bazı ipuçları sağlayabilir.

Kalanların Grafiği:

- EDA bölümünde tartışıldığı gibi, Box-Jenkins modelindeki artıkların varsayımları takip edip etmediğini değerlendirmenin bir yolu, artıkların 4'lü bir çizimini ve artıkların otokorelasyon çizimini oluşturmaktır. Ljung & Box (1978), istatistiğinin değerine de bakılabilir.
- Bir Box-Jenkins modelinden kalanların analizine bir örnek Negiz veri örneği çalışmasında verilmiştir.

BOX-JENKINS modeli AR ve MA modellerinin bir kombinasyonudur(Box vd., 2015).

$$X_t = \alpha_1 + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_p X_{t-p} + A_t + \sigma_1 A_{t-1} + \sigma_2 A_{t-2} + \dots + \sigma_p A_{t-p}, \quad (1.18)$$

Denklemden kullanılan terimler AR ve MA modeli için verilenlerle aynı anlama sahiptir.

Modele ait bazı kurallar aşağıdaki gibidir (Chatfield, 1996) (Box vd., 2015) (Brockwell & Davis, 2002);

BOX-JENKINS modeli, zaman serisinin durağan olduğunu varsaymaktadır. Box ve Jenkins, durağanlığı elde etmek için durağan olmayan serilerin bir veya daha fazla farkının alınmasını önerir. Bunu yapmak, "Entegre" anlamına gelen "I" ile bir ARIMA modeli üretir.

Bazı formül yöntemleri her veri noktasından serinin ortalamasını çıkararak seriyi dönüştürür. Bu, ortalaması sıfır olan bir seri verir. Bunu yapmanız gerekip gerekmediği, modeli tahmin etmek için kullandığınız yazılıma bağlıdır.

Box-Jenkins modelleri, dönemselsel otoregresif ve dönemselsel hareketli ortalama terimlerini içerecek şekilde genişletilebilir. Bu, modelin notasyonunu ve matematiğini karmaşıktırır da dönemselsel otoregresif ve dönemselsel hareketli ortalama terimlerinin altında yatan kavramlar, dönemselsel olmayan otoregresif ve hareketli ortalama terimlerine benzer. Temel Box Jenkins modeli, otoregresif terimleri, hareketli ortalama terimlerini, dönemselsel fark operatörlerini, dönemselsel otoregresif terimleri ve dönemselsel hareketli ortalama terimlerini içerir. Ancak genel olarak modellemede olduğu gibi, modele sadece gerekli terimler dahil edilmelidir.

BOX-JENKINS modelleri hem otoregresif hem de hareketli ortalama terimlerinin dahil edilmesi nedeniyle oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Durağan süreçler, bir ARMA modeli ile tahmin edilebilir. Fakat bu uygulamada elde edilen tahminden tam sonuca varmak kolay olmayabilir. Chatfield (1996), trend ve dönemselsel bileşenlerin baskın olduğu seriler için ayrıştırma yöntemlerini önermektedir. Uygun ARIMA modelleri oluşturmak genellikle regresyon gibi yaygın olarak kullanılan istatistiksel yöntemlerden daha fazla bulgu ve sonuç gerektirmektedir.

Tipik olarak, BOX-JENKINS modellerinin etkin bir şekilde kullanılması, en azından orta derecede uzun bir seri gerektirir. Chatfield (1996) BOX-JENKINS modellerinin en uygun şekilde sonuç vermesi için en az 50 gözlem önerir. Diğerleri ise en az 100 gözlem tavsiye etmektedir. Benzeri diğer modellerle karşılaştırıldığında daha etkin ve doğru sonuçlara ulaşılmasına rağmen modele ait bazı eleştirilerde bulunmaktadır. Modele ait eleştiriler şöyledir (Horasan, 2011);

-Model tahminin oluşturulma süreci uzun bir zaman alır çünkü model tam anlamıyla otomatizasyonu sağlayamaz ve sürekli deneme yanılma yöntemine başvurmaktadır.

-Modelde kullanılan yöntemin kullanıcılara sağlamış olduğu bağımsızlık bazı zamanlar yanlış modelin kullanılmasına sebebiyet vermektedir.

-Bir diğer kararsız kalınan ve farklı görüşlerin olduğu konu ise gözlem rakamının kaç olması gerektiğidir. Bu konuda değişik görüşler bulunsa da en az 50-70 seri gerekliliği bulunmaktadır.

VI. METODOLOJİ

A. Getiri

Zaman serileri finans alanındaki birçok çalışmanın çıkış noktasıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, bölüm 2.1'de istatistiksel nedenlerle, doğrudan fiyat serileri ile çalışılmaması tercih edilir, bu nedenle belirli bir dönemde bir menkul kıymetin kazancı veya kaybı olan getiri serisine dönüştürülür.

Varlık getirileri iki farklı şekilde hesaplanabilir. Araştırmada ayrık getiriler ve bileşik getiriler bulunmaktadır. Getiriler nispeten küçük olduğu sürece (günlük getirilerle olma eğilimindedir) sürekli bileşik getiriler ve ayrık getiriler ile benzerlik göstermektedir.

Günlük getiri " R_t " aşağıdaki gibi tanımlanırsa;

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1.19)$$

" P_t " t zamanında teminat bedelinin fiyatıdır ve " P_{t-1} ", teminat bedelinin "t - 1"deki fiyatıdır.

1. Koşullu Volatilite Tahmini

Hatalı varsayımlardan bir tanesi de modellerin parametresinin zaman içinde sabit olmasıdır. Bu nedenle modelin parametrelerinin sabit olduğunu varsaymak makul değildir (Zivot & Wang, 2006). Granger, (1996), yapısal değişikliklerin araştırmacıların yüzleşmesi gereken en önemli sorunlardan biri olduğunu belirtmektedir. Zaman içinde yapısal değişiklikler ve parametrelerin değişiklikleri ile başa çıkmak için, koşullu GARCH volatilitesi, sabit bir yuvarlanan pencere tahmini kullanılarak tahmin edildi. Yuvarlanan tahmin ediciler, örneğin başından sonuna kadar sırayla hareket eden sabit uzunluktaki değişen bir alt örneğe dayanmaktadır (Li vd., 2016). Her adımda koşullu volatiliteler belirlenmektedir. Döner pencerenin sabit adım sayısı l olmak üzere, tam örnek, T- l alt örnek dizisine dönüştürülür veya $r - l + 1, r - 1, \dots, T$, için $r = l + 1, \dots, T$.

Getirileri ölçmek için BİST'a ait hem aylık hem de günlük verileri kullandım. İki farklı zaman dilimine ait tahmin verilerinin kullanılması, verilerdeki olası yapısal değişiklikleri hesaba katmama ve bunların etkisini ve sonraki gün oynaklığını tahmin etmek için hangisinin en uygun örneklem büyüklüğü olduğunu anlamaya çalışmama yardım etti.

B. Tahmin Değerlendirmesi

1. Gerçekleşen Varyans

Gerçekleşen oynaklık geçmişte gerçekten ne olduğunu ölçer. Günlük getirilerin karelerinin toplamı olarak “gerçekleşen varyans“ fiyatların sürekli olacak şekilde ve hatasız bir şekilde gözlemlendiği ideal durumda volatilité için mükemmel bir tahmin yöntemidir (Hansen & Lunde, 2006). Sürekli olarak gözlemlenen fiyat verileri gerçekleşen varyans, gerçekleşen getiri ile birlikte hatasız olarak ölçülebilir (Andersen & Teräsvirta, 2009). Bu, dönem içi getirilerin bağımsız olması ve diğer bazı koşulların geçerli olması şartıyla, getiri sıklığı artarsa, belirli bir dönemdeki oynaklığın daha kesin bir şekilde tahmin edilebileceğini göstermektedir (Taylor, 2011).

(Andersen vd., 2001) ve (Barndorff-Nielsen & Shephard, 2002) gerçekleşen varyansı şöyle anlatmıştır;

$$\sum_{j=0}^n x_{j,t}^2 \quad (1.20)$$

$x_{j,t} = X_{tj,t} - X_{tj-1,t}$ ve $t_{j,t}$, t-th günlük alım satım veya kotasyon zamanlarıdır. X, işlem gören veya kote edilen varlıktır.

2. Tek Değişkenli ve Çok Değişkenli Regresyonlar

Birçok çalışma hesaplamalarında tek değişkenli ve çok değişkenli regresyonları kullanır. Farklı modellerin tahmin yeteneğini test etmek için kabul edilen yaklaşımlar, (Christensen & Prabhala, 1998), (Corrado & Miller, 2005) ve (Jiang & Tian, 2005)'de kullanılan yaklaşımlara benzer olacaktır.

Ancak bahsi geçen çalışmalarda yazarlar, zımnî oynaklık gibi farklı yöntemler kullanarak gerçekleşen oynaklığı tahmin etmeye çalışırlar ve bu çalışmada amaç, bir sonraki günün oynaklığını tahmin etmede hangi GARCH modelinin daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemektir.

Volatilite modellerini değerlendirmenin bir yolu, Mincer-Zarnowitz (MZ) regresyonundan R^2 'ye bakmaktadır.

$$r_t^2 = \alpha + bh_t^2 + u_t \quad (1.21)$$

Veya logaritmik bir versiyon olarak,

$$\log(r_t^2) = \alpha + b\log(h_t^2) + u_t \quad (1.22)$$

Bu modellerin her ikisi de Pagan & Schwert, (1990)'te kullanılmaktadır. İlk durumda, bazı önemli dezavantajlar vardır. r^2 'nin değişen varyans olması nedeniyle regresyon çok verimsiz olacak ve yanıltıcı standart hatalara sahip olabilecektir.

İkinci olarak, R^2 , tahmin edilecek oynaklığın ham bir tahminidir. Bu çok düşük bir r^2 'ye yol açar ve bu sebeple yöntem güvenilir değildir. Bunun önemli bir sebebi de daha gerçekçi orantısal hatalar yerine varyans hatalarının seviyesini ölçmesinden kaynaklanır (e Patton, 2001). Doğru olmayan, daha yüksek R^2 sonuçlarına yol açan taraflı tahminlere imkân verdiği için bu yöntemlerin kullanılması da önerilmemektedir.

Andersen & Bollerslev, (1998), alternatif oynaklık ölçümlerinin kullanılmasının bu sorunu hafifletmesi gerektiğini öne sürmüştür. Çalışmada r^2 'yi bir kıyaslama olarak kullanmak yerine bu dezavantajları azaltmak için, orijinal MZ regresyonunda kullanılanla kıyasla daha iyi bir oynaklık tahmini olan gerçekleşen varyans kullanılacaktır, bu durumda denklem şöyle olur:

$$\alpha_t^2 = a + bh_t^2 + u_t \quad (1.23)$$

Doğrusal regresyonları kullanmak üç hipotezi test etmeye izin verir: Birincisi, koşullu oynaklık gelecekteki oynaklık hakkında bazı bilgiler içeriyorsa, ikincisi koşullu oynaklık gerçekleşen oynaklığın tarafsız bir tahminiye (ve eğer öyleyse $a = 0$ ve $b = 1$) ve son olarak koşullu oynaklık u_t 'nin olması gerektiği yerde etkilidir ve herhangi bir değişkenle ilişkisizdir (Christensen & Prabhala, 1998).

Belirleme katsayısı, regresyon modeli tarafından açıklanan varyans oranı, onu bağımsız değişkenden bağımlı değişkeni tahmin etme başarısının bir ölçüsü olarak faydalı kılması olarak tanımlanır (Nagelkerke, 1991).

3. Kayıp fonksiyonlarını kullanarak oynaklığın değerlendirilmesi

Volatilite modellerini değerlendirmek için daha güvenilir başka yollar da vardır. Hansen (2005), makalelerinde altı farklı kayıp fonksiyonu kullanmışlardır.

Kullanılan fonksiyonlar birbirine benzerdir, ancak bunların yarısında standart sapma yerine varyans kullanılmıştır. Ancak varyanstaki küçük hatalar çok büyük bir kayıp fonksiyonuna (Loss Functions) yol açabileceğinden, bunlar bazı sorunlara neden olabilir.

Çalışmada Hansen (2005), tarafından kullanılan fonksiyonlar ile aynı kayıp işlevleri kullanılmıştır:

MSE1, Allen (1971), tarafından kullanılmıştır ve tahminci ile karesel hata kaybının beklenen değerine karşılık gelen tahmin edilenler arasındaki farkı ölçer.

MSE2, QLIKE ve R2LOG Bollerslev vd. (1994), tarafından önerilmiştir. MSE2, bu kayıp fonksiyonunun (Loss Functions) yöntemi negatif veya sıfır varyans için cezalandırmamasına bakılmaksızın, gerçekleşen karesel artıklardan farklı olan koşullu varyans tahminlerini cezalandıracaktır. (Bollerslev vd., 1994)

Bu konuyu araştırmak için diğer seçenekler, yüzde mutlak hatalara karşılık gelen QLIKE veya Gauss olasılığının ima ettiği kayıp fonksiyonudur. R2LOG, düşük volatilite ve yüksek volatilite dönemlerinde volatilite tahminlerini asimetric olarak cezalandırır. (Bollerslev vd., 1994, Hansen & Lunde, 2005, Lorde & Moore, 2008). Diğer kayıp fonksiyonları MAE1 ve MAE2, aykırı değerlere karşı kullanılan diğerlerinden daha sağlamdır.

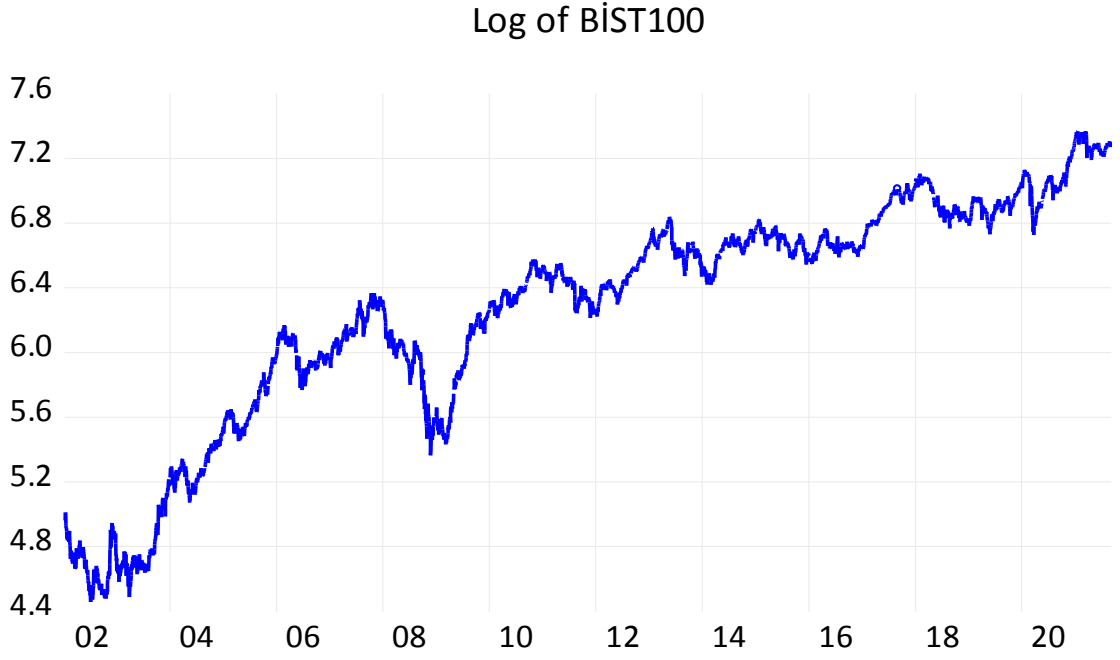
VII. ANALİZ VE BULGULAR

Borsa oynaklığı üzerine yapılan çalışma geniş kapsamlıdır. Ampirik çalışmalar, borsada işlem göre menkul kıymetlerin volatilitesi için genellikle GARCH ve ARCH modelleri uygulanmaktadır. Modellerin performansını değerlendirirken, önceki çalışmalar farklı değerlendirme ölçütleri kullanılmıştır. En yaygın olarak uygulanan önlemler, Ortalama Kare Hata (MSE), Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) içerir. Uygulamada, farklı modelleri karşılaştırırken, tüm değerlendirme ölçütleri açısından bir modelin diğerine daha uygun model olup olmadığı araştırılmıştır. Bu tez çalışmasında ilk olarak Teknik Göstergeler kullanılmıştır.

Herhangi bir hisse senedinin fiyat çizelgelerini gösteren ve bu grafik çalışmalarının yapılabileceği birçok program ve uygulama mevcuttur. Biz çalışmada gerekse betimsel ve gerekse çıkarımsal istatistik analizlerinde EViews, Oxmetrics ve Excel programları kullanılmıştır. BİST 100'ün lineer ve logaritmik grafiği şekil 2 ve 3'te sunulmaktadır.



Şekil 2: BİST100 Serisi



Şekil 3: BİST100 Serisi (Logaritma)

BİST 100'ün özet istatistikleri aşağıdaki Şekil 4'te sunulmaktadır. BİST100 özet istatistiklerine göre BİST100'ün ortalama getirisi pozitifdir. Hesaplamalara göre maksimum getiri %7,36, minimum getiri %4,45, çarpıklık -0,86 ve basıklık 2,91'dir. Genelde finansal serilerde görülen negatif çarpıklık ve basık yapı, BİST100 getiri serisinde de görülmektedir. Çoğu çalışmada genellikle belirtilen finansal veriler, normal dağılım varsayımını sağlamamaktadır.

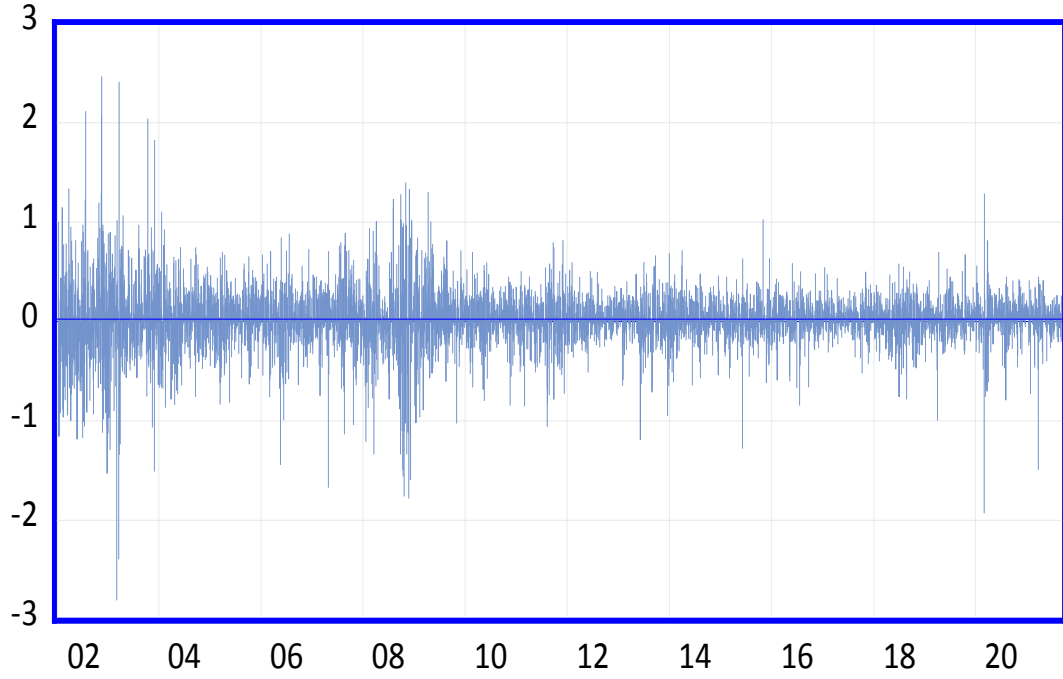
	BİST100 (logaritma)
Ortalama	6,24
Medyan	6,44
Maksimum	7,36
Minimum	4,45
Standart Sapma	0,70
Skewness	-0,86
Kurtosis	2,91

Şekil 4: BİST 100'ün Özet İstatistikleri

BİST100'ün lineer grafiğinin fark logu (BİST 100 getirileri) aşağıda grafik 2'de sunulmaktadır.

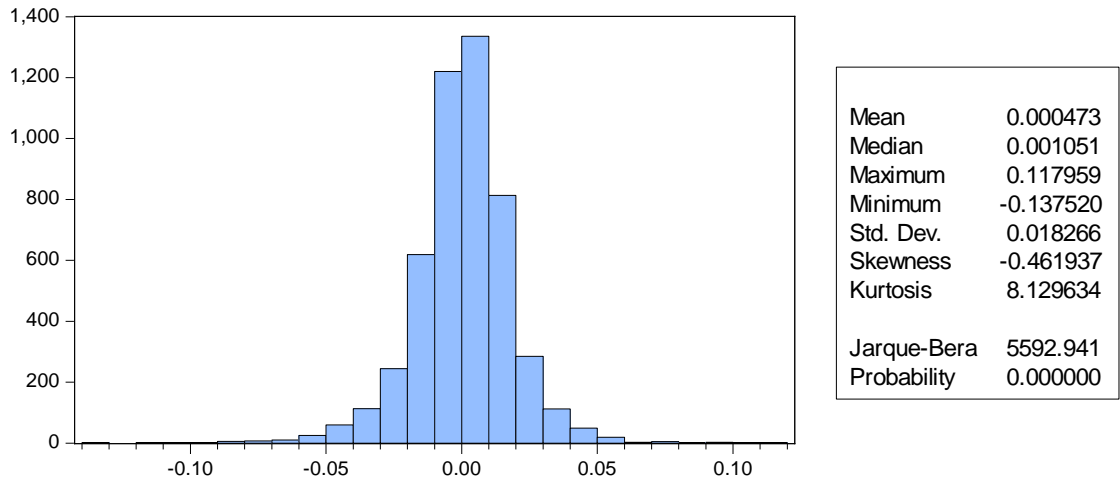
BİST100 getiri serisi aşağıdaki formül ile türetilmiştir.

$$BİST100_t = 100 \times \log\left(\frac{BİST100_t}{BİST100_{t-1}}\right) = 100 \times (\log B İST100_t - B İST100_{t-1}) \quad (1.24)$$



Şekil 5: BIST100 Getirileri:

Şekil 5'i incelediğimizde şu çıkarımları yapabiliriz. 2002-2009 yılları arasında büyük getiriler kümesi olduğunu görebiliyoruz. Aksine 2010-2019 yılları arasında daha küçük getiriler kümesi var. Daha önce de belirtildiği gibi, getirilerin üç temel özelliği vardır. Getirilerin normal bir dağılımı yoktur, farklı günlerdeki getiriler arasında korelasyon yoktur ve kapanış günlerindeki mutlak getiriler arasında pozitif bir korelasyon vardır.



Şekil 6: Getiri Histogram ve Tanımlayıcı İstatistikleri

ARCH(p) modelleri değişkeninin ortalama denklemi tahmin etmek için durağan olması gerekir, ardından ortalama denklemi tahmin etmesi gerekir. Bir sonraki

adımda ARCH etkilerinin varlığının kontrol edilmesi ve ardından ARCH Modelinin tahmin edilmesi gerekmektedir.

Değişkenler	Augmented Dickey–Fuller ¹		Phillips Perron ²	
	Sabitli	Sabitli ve trendi	Sabitli	Sabitli ve trendi
BIST100	-1.23	-2.31	-1.24	-2.34
ΔBIST100	-73.32***	-73.31***	-73.3***	-73.35***

Not: ***, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Şekil 7: Birim Kök Testi

Tabloyu incelediğimizde, sabitli modeller için ADF ve PP t-istatistikleri, negatif ve aynı zamanda MacKinnon tablo kritik değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olduklarından BİST100 serilerinin 1. devresel farklarında I(1) durağan oldukları tespit edilmiştir.

A. Otokorelasyon Fonksiyonu ACF ve Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) Analizi:

Otokorelasyon fonksiyonu (ACF), ayırma değıştikçe sinyalin herhangi iki değeri arasındaki korelasyonun nasıl değıştiğini ortaya çıkarır. Stokastik süreç belleğinin bir zaman alanı ölçüsüdür ve sürecin frekans içeriğı hakkında herhangi bir bilgi vermez. Genel olarak, bir kalıntı veya hata sinyali için ACF şu şekilde tanımlanır:

$$P_k = \frac{Cov(e_t, e_{t+k})}{\sqrt{Var(e_t)Var(e_{t+k})}} \quad (1.25)$$

Durağan bir stokastik varyans süreci için σ^2 , ACF'nin önceki ifadesi

$$P_k = \frac{Cov(e_t, e_{t+k})}{\sigma^2} \quad (1.26)$$

Zaman serisi analizinde, kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF), durağan bir zaman serisinin kendi gecikmeli değeriyle kısmi korelasyon değeri verir, tüm kısa gecikmelerde zaman serisinin değeri regrese eder. Diğer gecikmeleri kontrol etmeyen otokorelasyon işleviyle çelişir.

¹ Schwartz Bilgi Kriterine Dayalı

² Bartlett Çekirdeğine Dayalı

Bu işlev, otoregresif (AR) bir modelde gecikmenin boyutunu belirlemeyi amaçlayan veri analizinde önemli bir rol oynar. Bu fonksiyonun kullanımı, zaman serisi modellemesine Box-Jenkins yaklaşımının bir parçası olarak tanıtıldı, burada kısmi oto korelatif fonksiyonların çizilmesi, bir AR (p) modelinde veya genişletilmiş bir ARIMA'da (p,d,q) modeli. PACF formülü aşağıdaki gibi yazılabilir.

x_1, x_2, x_3, x_4 'in regresyonu için, y ve x_1 arasındaki kısmi korelasyon,

$$\frac{cov(y, x_1 / x_2, x_3, x_4)}{\sqrt{var(y / x_2, x_3, x_4).var(x_1 / x_2, x_3, x_4)}} \quad (1.27)$$

Bu durum, y 'nin x_2, x_3, x_4 üzerindeki regresyonunun kalanları ile x_2, x_3, x_4 üzerindeki x_1 'in kalanları arasındaki korelasyon olarak hesaplanabilir.

Bir zaman serisi için, h^{th} dereceli kısmi otokorelasyon, $y_{i-1}, \dots, y_{i-h+1}$, *ie.* koşuluna bağlı olarak, y_i 'nin y_{i-h} ile kısmi korelasyonudur.

$$\frac{cov(y_i, y_{i-1} / y_{i-1}, \dots, y_{i-h+1})}{\sqrt{var(y_i / y_{i-1}, \dots, y_{i-h+1}).var(y_{i-1} / y_{i-1}, \dots, y_{i-h+1})}} \quad (1.28)$$

Birinci dereceden kısmi otokorelasyon bu nedenle birinci dereceden otokorelasyondur

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			-0.043	-0.043	9.1105	0.003
2			0.028	0.026	13.057	0.001
3			-0.005	-0.003	13.175	0.004
4			0.000	-0.001	13.176	0.010
5			-0.017	-0.017	14.555	0.012
6			-0.014	-0.016	15.535	0.016
7			-0.024	-0.024	18.301	0.011
8			0.006	0.005	18.474	0.018
9			0.002	0.004	18.495	0.030
10			0.055	0.055	33.501	0.000
11			-0.026	-0.022	36.733	0.000
12			0.027	0.021	40.350	0.000
13			0.030	0.033	44.720	0.000
14			0.040	0.042	52.805	0.000
15			-0.028	-0.024	56.695	0.000
16			0.013	0.010	57.552	0.000
17			0.001	0.007	57.563	0.000
18			0.005	0.005	57.684	0.000
19			0.013	0.016	58.490	0.000
20			-0.008	-0.008	58.827	0.000
21			-0.019	-0.017	60.635	0.000
22			-0.008	-0.014	60.950	0.000
23			0.002	-0.000	60.963	0.000
24			-0.009	-0.012	61.407	0.000
25			0.001	0.003	61.411	0.000
26			0.037	0.032	68.115	0.000
27			-0.041	-0.041	76.406	0.000
28			0.021	0.014	78.577	0.000
29			-0.028	-0.025	82.386	0.000
30			-0.015	-0.019	83.504	0.000
31			-0.005	-0.003	83.612	0.000
32			-0.026	-0.027	87.030	0.000
33			-0.026	-0.028	90.315	0.000
34			-0.014	-0.013	91.241	0.000
35			-0.037	-0.038	98.060	0.000
36			0.015	0.008	99.175	0.000

Şekil 8: Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)

Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF, olası MA bileşenlerini ve olası AR bileşenlerini gösterir. Korelogramın gösterdiği gibi, AR (1) ve MA (1) ve AR(10) MA(10) gibi ARCH etkisi olasılığı görünmektedir.

Aşağıdaki 9. şekil BİST100 getiri serisinin AIC kritik değerine göre sıralanmış olan en optimum 169 ARMA modelini göstermektedir:

Şekil 9: ARMA Modeli

Şekil 9'a göre AIC kritik değerini dikkate alındığında sırasıyla ARMA(7,9), ARMA(9,7) ve ARMA(9,9), BIC kritik değerini baz alındığında sırasıyla ARMA(1,0), ARMA(1,1) ARMA(0,1) ve HQ kritik değerini baz alındığında sırasıyla ARMA(4,3) ARMA(3,4) ve ARMA(5,5) en optimum modeller olarak öne

çıkılmaktadır. Daha kapsamlı analiz için bu modelleri tahminde bulunarak en uygun ARMA modelini GARCH analizine tabi tutacağız

Variable	ARMA (7,9) Katsayılar	ARMA (8,7) Katsayılar	ARMA (9,9) Katsayılar	ARMA (4,3) Katsayılar	ARMA (3,4) Katsayılar	ARMA (5,5) Katsayılar	ARMA (1,0) Katsayılar	ARMA (1,1) Katsayılar	ARMA (0,1) Katsayılar
AR(1)	0.0612***	0.1855***	0.0475	0.75***	0.79***	-0.93***	-0.04***	-0.57***	-0.04***
AR(2)	0.0148	0.6379***	0.881***	0.776***	0.02***	1.19***	-	-	-
AR(3)	-0.0953***	-0.6194***	-0.24041	-0.93***	0.014***	1.08***	-	-	-
AR(4)	-0.1273***	-0.677***	0.255***	-0.035***	-	-0.96***	-	-	-
AR(5)	0.0673***	0.632***	0.256***	-	-	-0.89***	-	-	-
AR(6)	0.0531***	0.2139*	-0.92618	-	-	-	-	-	-
AR(7)	-0.9618***	-0.9454	0.203	-	-	-	-	-	-
AR(8)	-	-0.0307***	0.532***	-	-	-	-	-	-
AR(9)	-	-	-0.435***	-	-	-	-	-	-
MA(1)	-0.1045***	-0.229**	-0.086	-0.80***	0.018***	0.90***	-	0.53***	-
MA(2)	0.0155	-0.610***	-0.853***	-0.73***	0.028***	-1.20***	-	-	-
MA(3)	0.0772***	0.6279	0.267	0.94***	0.021***	-1.05***	-	-	-
MA(4)	0.1238***	0.6437***	-0.288***	-	0.01***	0.95***	-	-	-
MA(5)	-0.0909***	-0.667***	-0.25***	-	-	0.85***	-	-	-
MA(6)	-0.0543***	-0.190***	0.925***	-	-	-	-	-	-
MA(7)	0.9453***	0.9413**	-0.25615	-	-	-	-	-	--
MA(8)	-0.0307***	-	-0.493***	-	-	-	-	-	-
MA(9)	0.0226**	-	0.485***	-	-	-	-	-	-
SIGMASQ	0.0003***	0.0003***	0.000***	0.0003***	0.00003***	0.0003***	0.0003***	0.0003***	0.0003***
ARCH Etkisi	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR

Şekil 10: En Uygun ARMA (p,q) Model Seçimi

Şekil 10'a göre ele alınan en uygun 9 modelin tahmin sonuçlarını görmekteyiz. Bu tabloya göre tahmine tabi tutulan modellerin tümünde ARCH etkisi mevcuttur ve genel olarak tüm katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Sadece ilk üç modelde (ARMA (7,9), ARMA (8,7) ve ARMA (9,9) modellerinin bazı katsayıları istatistiksel olarak anlamlı değildi). 9 modelden en uygun ARMA modelini belirlemek için Tablo 4 oluşturulmuştur. Bu tablo HQ, AIC, DW ve BIC kriterleri hesaplanarak yazılmaktadır.

	ARMA (7,9)	ARMA (8,7)	ARMA (9,9)	ARMA (5,5)	ARMA (4,3)	ARMA (3,4)	ARMA (1,1)	ARMA (1,0)	ARMA (0,1)
AIC	- 5.177365 ***	- 5.176845 **	- 5.176780 *	- 5.174670	- 5.173593	- 5.173556	- 5.168620	- 5.168362	- 5.168267
BIC	- 5.153666	- 5.154463	- 5.150448	- 5.158871	- 5.161744	- 5.161706	- 5.163454 **	- 5.164412 ***	- 5.163317 *
HQ	- 5.169054	- 5.168996	- 5.167545	- 5.169129 *	- 5.169438 ***	- 5.169400 **	- 5.166773	- 5.166977	- 5.166881
DW	1.999216	1.998694	2.004715	2.0292**	1.998927	2.000938	2.02999* **	1.997594	2.002137 *

Şekil 11: En uygun ARMA modeli:

Şekil 11 dikkate alındığında ARMA (1,1) en fazla yıldız alarak 9 model arasında en uygun model olarak tespit edilmiştir. Bu sebepten dolayı ARMA (1,1) modeli GARCH ailesi analizine tabi tutulacaktır.

B. GARCH Analizi:

GARCH modeli Bollerslev (1986) tarafından ARCH modelinin geliştirilmesiyle beraber oluşturulmuştur. GARCH modeli bir diğer adıyla genelleştirilmiş ARCH modelidir. Temele indirgediğimizde GARCH modeli x_y sürecinin koşullu hata varyansının ARMA kullanılarak ortaya konmasıdır. GARCH modelinin temel farklarından biri de ARCH modeline kıyasla daha az parametreye sahip olmasıdır. Bu durum hızlı bir analiz sağlamaktadır. GARCH modelinde koşullu varyans ise geçmiş dönem hata karelerinin gecikmeli değerlerine ve bağımlı değişkenin geçmiş dönem koşullu varyansının geçmiş dönem değerlerine bağlıdır. GARCH dinamik bir zaman serisi modelidir (Bollerslev, 1986 ve Taylor, 1987).

ARMA (1,1)	
ARCH(1) GARCH (1,0)	
$getiri_t = 0.0005 - 0.98getiri_{t-1} + 0.97\varepsilon_{t-1} + \varepsilon$ <p style="text-align: center;">(2.38) (-131.37) (102.86)</p>	
Varyans Denklemi	$h = 0.0002 + 0.202h_{t-1}^2$ <p style="text-align: center;">(77.15) (13.67)</p> <p style="text-align: center;">Modellerin katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır.</p>
	$\alpha_1 > 0$
	GARCH (1,0) modeli değişen varyans hipotez reddedilir. Modelde değişen varyans problemi içermediği için uygun bir modeldir.

Parantez z istatistiğini göstermektedir.

Şekil 12: ARMA (1,1): GARCH (1,0) Modelinin Katsayı Tahmini:

ARMA(1,1)	
ARCH(1) GARCH(1)	
$getiri_t = 0.001 - 0.99getiri_{t-1} + 0.98\varepsilon_{t-1} + \varepsilon$ <p style="text-align: center;">(4.89) (-219.2) (152)</p>	
Varyans Denklemi	$h = 1.18 + 0.112h_{t-1}^2 + 0.85h_{t-1}$ <p style="text-align: center;">(11.38) (16.60) (112.88)</p>
	$\alpha_2 > \alpha_1$ $\alpha_1 + \alpha_2 = 0.112 + 0.85 = 0.962$ <p style="text-align: center;">Katsayılar istatistiksel olarak %95 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır.</p>
	GARCH(1,1) modeli değişen varyans hipotez reddedilir. Modelde değişen varyans problemi içermediği için uygun bir modeldir.

Parantez z istatistiğini göstermektedir.

Şekil 13: ARMA (1,1): GARCH (1,1) Modelinin Katsayı Tahmini:

ARMA(1,1)	
ARCH(2) GARCH(0)	
$getiri_t = 0.0007 - 0.007getiri_{t-1} - 0.0024\varepsilon_{t-1} + \varepsilon$ <p>(3.77) (-0.006) (-0.002)</p>	
Varyans Denklemi	$h = 0.0001 + 0.17h_{t-1}^2 + 0.25h_{t-2}^2$ <p>(0.0007) (13.24) (15.38)</p> <p>Katsayılar istatistiksel olarak %95 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır.</p>
	$\alpha_2 > \alpha_1$ $\alpha_1 + \alpha_2 = 0.17 + 0.25 = 0.42$
	GARCH (2,0) ve ARCH(2) modeli değişen varyans hipotez reddedilir. Modelde değişen varyans problemi içermediği için uygun bir modeldir.

Parantez z istatistiğini göstermektedir.

Şekil 14: ARMA (1,1): GARCH (2,0) Modelinin Katsayı Tahmini:

Oynaklığın kalıcılığı 0.42 olup, nispeten yüksek değildir ve model uygun değildir çünkü daha yüksek gecikmelerde hala değişen varyans etkileri vardır. Öyleyse,

ARMA(1,1)	
ARCH(2) GARCH(2)	
$getiri_t = 0.0005 - 0.009getiri_{t-1} + 0.0086\varepsilon_{t-1} + \varepsilon$ <p>(1.6) (-0.009) (-0.008)</p> <p>Modellerin katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir.</p>	
Varyans Denklemi	$h = 0.0002 + 0.12h_{t-1}^2 + 0.04h_{t-2}^2 + 0.47h_{t-1} - 0.12h_{t-2}$ <p>(4.97) (7.42) (1.04) (2.18) (-1.25)</p> <p>ARCH(2) ve GARCH(2) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değil</p>
	GARCH(2,2) değişen varyans problemi içermektedir. Tahmin edilen modelin uygun olmadığını gösteren değişen varyans hipotezi reddedilmez.

Şekil 15: ARMA (1,1): GARCH (2,2) Modelinin Katsayı Tahmini:

ARMA (1,1)	
ARCH (2) GARCH (1)	
$getiri_t = 0.001 - 0.99getiri_{t-1} + 0.98\varepsilon_{t-1} + \varepsilon$ <p style="text-align: center;">(4.86) (-214.98) (149.55)</p>	
Modellerin katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir.	
Varyans Denklemi	$h = 0.00001 + 0.11h_{t-1}^2 - 0.006h_{t-2}^2 + 0.85h_{t-1}$ <p style="text-align: center;">(11.14) (11.95) (-0.65) (101.03)</p>
	ARCH (2) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir.
	GARCH (2,1) değişen varyans azaltmamaktadır. Tahmin edilen modelin uygun olmadığını gösteren değişen varyans hipotezi reddedilmez.

Şekil 16: ARMA (1,1): GARCH (2,1) Modelinin Katsayı Tahmini:

ARMA(1,1)	
ARCH(1) GARCH(2)	
$getiri_t = 0.001 - 0.99getiri_{t-1} + 0.986\varepsilon_{t-1} + \varepsilon$ <p style="text-align: center;">(4.8) (-216.15) (150.32)</p>	
Modellerin katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir.	
Varyans Denklemi	$h = 0.00001 + 0.11h_{t-1}^2 + 0.81h_{t-1} - 0.03h_{t-2}$ <p style="text-align: center;">(8.77) (11.91) (9.25) (0.45)</p>
	GARCH (2) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değil
	GARCH (1,2) değişen varyans azaltmamaktadır. Tahmin edilen modelin uygun olmadığını gösteren değişen varyans hipotezi reddedilmez.

Şekil 17: ARMA (1,1): GARCH (1,2) Modelinin Katsayı Tahmini:

ARMA(1,1)_GARCH(1,0) , ARMA(1,1)_GARCH(2,0) ve ARMA(1,1)_GARCH(1,1) modeli arasında en uygun model belirlemek için Log likelihood, Akaike, Hannan-Quinn ve Schwartz kriterleri dikkate alınmıştır. Bu kriterlerin değerleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

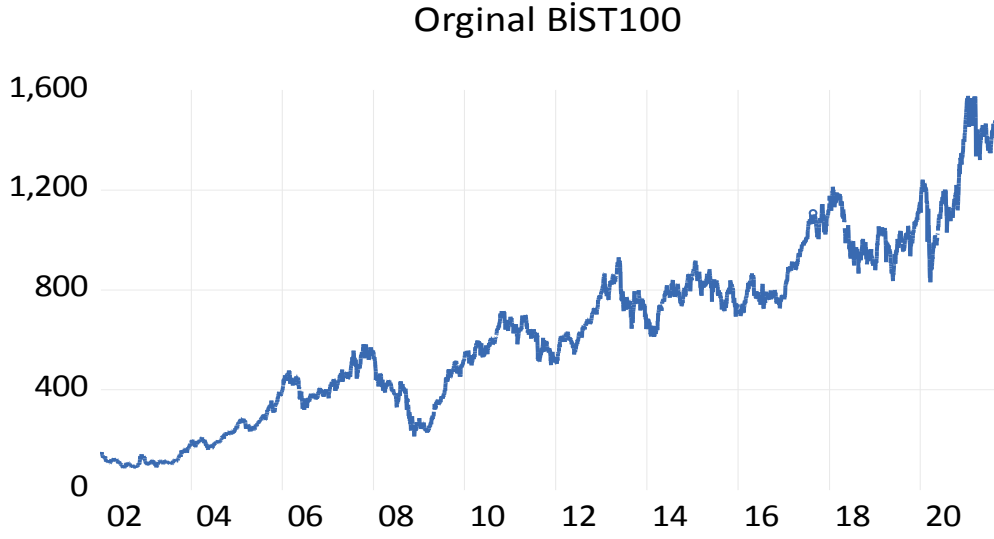
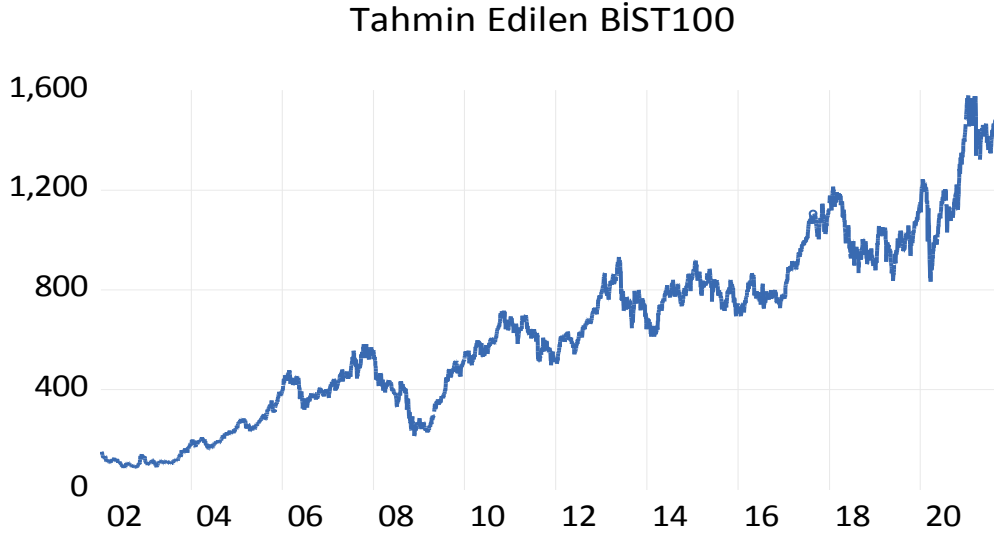
	ARMA(1,1)		
	GARCH(1,0)	GARCH(2,0)	GARCH(1,1)
Log likelihood	12907.36	13036.41	13238.42*
Akaike	-5.223	-5.275	-5.357*
Schwartz	-5.217	-5.267	-5.349*
Hannan-Quinn	-5.221	-5.272	-5.354*

* En uygun kriterleri gösterir

Şekil 18: En uygun modeli seçme:

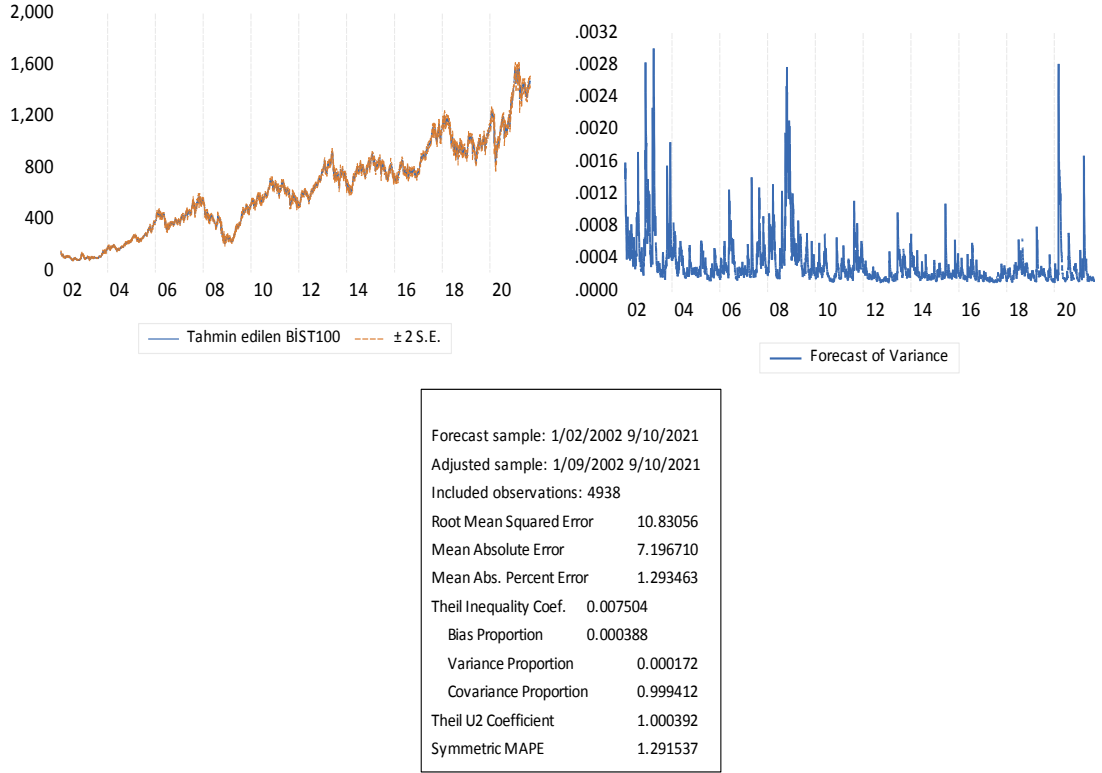
Üsteki tabloya göre Log likelihood, Akaike, Hannan-Quinn ve Schwartz kriterleri göz önüne alındığında *ARMA (1,1)_GARCH(1,1)* kriterleri en uygun model olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle bir sonraki adımda *ARMA (1,1)_GARCH(1,1)* modeli seçilecektir. Dolayısıyla bu model dikkate alınarak BİST100 getirisini modelleme ve tahmini yapılacaktır.

BİST100 serisi *ARMA (1,1)_GARCH(1,1)* üzerinden tahmin sonucu grafiksel olarak aşağıdaki tabloda görünmektedir. Birinci grafik BİST100 serisi *ARMA (1,1)_GARCH(1,1)* tahmin edilen BİST100'ü ve ikinci grafik orijinal BİST100'ü göstermektedir.



Şekil 19: Tahmin Edilen BİST100 ve Orijinal BİST100

Görüldüğü üzere hesaplanan model ve onun sonucunda tahmin edilen grafik, başarılı bir şekilde orijinal BİST100 üzerinde gerçekleşen volatiliteleri doğru trendle tutturmuş durumdadır.



Şekil 20: $ARMA(1,1)_GARCH(1,1)$ üzerinden tahmin edilen BİST100 ve Tahmin Varyansı:

BİST100 serisi $ARMA(1,1)_GARCH(1,1)$ üzerinden tahmin sonucu ve orijinal BİST100 ile birlikte serinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

	Tahmin edilen BİST100 $ARMA(1,1)_GARCH(1,1)$	Orijinal BİST100
Ortalama	632,89	632,91
Ortanca	627,0882	627,10
Standart sapma	344,90	345,03
Maksimum değer	1578,196	1578,03
Minimum değer	86,60	86,27
Çarpıklık	0,336	0,337
Basıklık	2,532	2,533
Toplam	3127152.	3127238.

Şekil 21: Modelleme üzerinden Tahmin Edilen BİST100 ile Orijinal BİST100'in Açıklayıcı İstatistikleri:

Görüldüğü üzere tahmin sonuçları ile orijinal BİST100 arasındaki değerleri çok yakın ve farkları yüzdeler kadar azdır. Örneğin ortalamaya baktığımızda orijinal BİST100 ortalaması 632,91 ve belirlenen model üzerinden tahmin edilen seride 632,89dur. Aralarındaki fark sadece 0,02 ve oransal olarak farklı 0,00003 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sürecinde GARCH katsayılarını dikkate aldığımızda³ $\alpha_1 > \alpha_2$ olduğu için İstanbul borsasında özellikle BİST100 üzerinde yakın geçmişin eski gecikmelerden daha fazla etkiye sahip olduğunu gösterir.

³ ε_{t-1}^2 katsayıları birden fazla olan GARCH modelleri.

VII. SONUÇ

Finansal veri veya zaman serilerinin bazı genel özellikleri vardır. Bu özelliklerin temeli durağanlık ve yüksek volatiliteye sahip olmalarıdır. Finansal varlık fiyatlarının genellikle durağan olmadığı, ancak getirisinin ise durağan olduğu ve otokorelasyon göstermediği gözlenmektedir. Ayrıca, Finansal varlık getirilerinde sıklıkla görülen bir diğer husus ise oynaklıktır. Değişen finansal koşullar ve vurgulanan özelliklerden dolayı finansal varlıkların getiri tahmini oldukça zor bir durum haline gelmiştir. Hâlbuki yatırımcılar için finansal varlıkların getirisi hayati önem taşımaktadır. Bu sebeplerden dolayı getiri tahmini için farklı modeller geliştirilmiştir. ARCH ve GARCH modelleri ise bu modellerin başında gelmektedir.

ARCH modeli, zaman serilerinin gelecekteki volatilitiyi tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir modeldir. Finans dünyasında, ARCH modellemesi, gerçek piyasalara daha çok benzeyen bir volatilitite modeli sağlayarak riski tahmin etmek için kullanılan bir modeldir. ARCH analizi ve modellemesi, yüksek volatilitite dönemlerinde daha yüksek oynaklığın ve düşük volatilitite dönemlerinde daha düşük oynaklığa sahip olan model sunmaktadır. Benzer bir biçimde GARCH modeli finansal zaman serilerinde model oluşturmak için uygun bir model olduğu ampirik çalışmalardan kanıtlanmıştır.

Bu bağlamda, BİST100 endeksinin 01 Ocak 2002 ile 10 Eylül 2021 tarihlerini kapsayan verileri baz alarak Borsa İstanbul için en uygun volatilitite modelini ARCH-GARCH metodolojisi kullanarak modelleme yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ilk etapta Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF) kullanılmıştır. Daha sonra serinin durağanlık analizi test edilmiştir. Durağanlık analizi için Augmented Dickey–Fuller (ADF) ve Phillips–Perron (PP) testleri kullanılmıştır. Bu testlerin sonucunda, BİST100 serisi $I(1)$ ve buna tabi olarak BİST100 getirisi $I(0)$ entegrasyon seviyesinde durağan olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra, Box-Jenkins modelini ve AIC kritik değeri esas alındığında ARMA (7,9), ARMA(9,7) ve ARMA(9,9), BIC kritik değerini baz alındığında sırasıyla ARMA(1,0), ARMA(1,1) ARMA(0,1) ve HQ kritik değerini baz

alındığında sırasıyla ARMA(4,3) ARMA(3,4) ve ARMA(5,5) en optimum modeller olarak öne çıkmaktadır. Bu sonuçlar neticesinde daha kapsamlı verileri elde etmek için ARMA modelini GARCH analizine tabi tuttuk. Ardından 169 ARMA modeli arasından en uygun 9 modele ulaştık. Bu modellerin hepsinde ARCH etkisinin mevcut olduğu saptandı ve tüm katsayılar istatistiksel bakımdan anlamlı olarak tespit edilmiştir (İlk üç modele baktığımızda (ARMA (7,9), ARMA (8,7) ve ARMA (9,9) modellerinin bazı katsayıları istatistiksel olarak anlamlı değildi). Kalan 9 modelden en uygun ARMA modeline ulaşmak için tablo 4 oluşturulmuştur. Bu tablo HQ, AIC, DW ve BIC kriterleri hesaplanarak yazılmıştır. Analiz neticesinde en uygun modelin ARMA (1,1) olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yüzden ARMA (1,1) modeli GARCH analizine alınmıştır. Ardından yapılan 6 farklı analiz sonucu en uygun GARCH modelinin GARCH (1,1) olduğu ortaya çıkmıştır. Son olarak ARMA (1,1)-GARCH (1,1) modelini kullanarak BİST100 tahmin edilmiştir. En uygun analiz modelinin GARCH modeli olduğu bulgusu saptanmıştır. Ayrıca GARCH katsayılarını dikkate aldığımızda $\alpha_1 > \alpha_2$ olduğu için İstanbul borsasında özellikle BİST100 üzerinde yakın geçmişin eski gecikmelerden daha fazla etkiye sahip olduğunu gösterir.

IX. KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ANDERSEN, T. G., & TERASVIRTA, T. (2009). **Handbook of Financial Time Series**, Berlin, Springer.

BOX, G. E., JENKINS, G. M., REINSEL, G. C., & LJUNG, G. M. (2015). **Time Series Analysis: Forecasting and Control**, New Jersey, John Wiley & Sons.

BROCKWELL, P. J., & DAVIS, R. A. (2002). **Introduction to Time Series and Forecasting**, New York, Springer.

BROOKS, C. (2014). In C. Brooks. **Introductory Econometrics for Finance**, Cambridge, Cambridge University Press.

CEYLAN, A., KORKMAZ, T., & CEYLAN, A. (2015). **İşletmelerde Finansal Yönetim**, Bursa, Ekin Kitabevi.

CHATFIELD, C. (1996). **The Analysis of Time Series. 5th Edn London**, New York, Chapman and Hall.

ENGLE III, R. F., & SHEPPARD, K. (2001). **Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH**, National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.

FABOZZI, F. J., FOCARDI, S. M., RACHEV, S. T., & ARSHANAPALLI, B. G. (2014). **The Basics of Financial Econometrics: Tools, Concepts, and Asset Management Applications**. New Jersey, John Wiley & Sons.

FERTEKLIGİL, A. (2000). **Türkiye’de Borsa’nın Tarihçesi**, İstanbul, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, 1.Baskı.

KARAN, M. (2018). **Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi**, Ankara, Gazi Yayınevi, 1.Baskı.

- KARSLI, M. (2003). **Sermaye Piyasası Borsa Menkul Kıymetler**, İstanbul, Alfa Yayınları, 1.Baskı.
- KAYA, A. (2014). Borsalar, B. Güngör. (Ed.), **Sermaye ve Para Piyasaları**, Erzurum, Atatürk Üniversitesi Yayını, 1.Baskı.
- MANDELBROT, B. B. (1997). **The Variation of Certain Speculative Prices. Fractals and Scaling in Finance**, New York, Springer.
- TAYLOR, S. J. (2011). **Asset Price Dynamics, Volatility, and Prediction**, New Jersey, Princeton University Press.
- YALÇINER B. (1996). **Tezgaüstü Hisse Senedi Piyasaları: ABD ve Diğer Ülke Uygulamaları ve Türkiye Değerlendirmesi**, Ankara, Sermaye Piyasası Kurulu, 34.Baskı.
- ZIVOT, E., & WANG, J. (2006). **Modeling Financial Time Series With S-PLUS (C. 2)**, New Jersey, Springer.

MAKALELER

- ABDULKADIR, K., & YARBAŞI, İ. Y. (2021). "Forecasting of Volatility in Stock Exchange Markets by MS-GARCH Approach: An Application of Borsa İstanbul", **Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi**, cilt 6, sayı 1, ss.16-35.
- AKGIRAY, V. (1989). "Conditional Heteroscedasticity in Time Series of Stock Returns: Evidence and Forecasts", **Journal of business**, cilt1, sayı 62, ss.55-80.
- ALLEN, D. M. (1971). "Mean Square Error of Prediction as a Criterion for Selecting Variables", **Technometrics**, cilt 13, sayı 3, ss.469-475.
- ANDERSEN, T. G., & BOLLERSLEV, T. (1998). "Answering the Skeptics: Yes, Standard Volatility Models Do Provide Accurate Forecasts", **International Economic Review**, cilt 4, sayı 39, ss.885-905.
- ANDERSEN, T. G., BOLLERSLEV, T., DIEBOLD, F. X., & LABYS, P. (2001). "The Distribution of Exchange Rate Realized Volatility", **Journal of the American Statistical Association**, cilt 1, sayı 96, ss.42-55.

- ATAKAN, T. (2009). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri ile Modellenmesi", **Yönetim Dergisi: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü**, cilt 20, sayı 62, ss.48-61.
- BARNDORFF-NIELSEN, O. E., & SHEPHARD, N. (2002). "Econometric Analysis of Realized Volatility and Its Use in Estimating Stochastic Volatility Models", **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)**, cilt 64, sayı 2, ss.253-280.
- BERA, A. K., & HIGGINS, M. L. (1993). "ARCH Models: Properties, Estimation and Testing. **Journal of Economic Surveys**", cilt 7, sayı 4, ss.305-366.
- BESIRLI, M. (2009). "Osmanlı'da Borsa: "Dersaadet Tahvilât Borsası'ndan Eshâm ve Tahvilât Borsası'na Yeni Düzenleme Girişimleri", **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, cilt 19, sayı 1, ss.185-208.
- BLACK, F. (1976). "Studies of Stock Price Volatility Changes. In: Proceedings of the 1976 Meeting of the Business and Economic Statistics Section", **American Statistical Association**, cilt 7, sayı 1, ss.177-181.
- BLACK, F., & SCHOLES, M. (1972). "The Valuation of Option Contracts And a Test of Market Efficiency", **The Journal of Finance**, cilt 27, sayı 2, ss.399-417.
- BOLLERSLEV, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, cilt 31, sayı 3, ss.307-327.
- BOLLERSLEV, T., ENGLE, R. F., & NELSON, D. B. (1994). "ARCH Models", **Handbook of Econometrics**, cilt 4, ss.2959-3038.
- BOLLERSLEV, T., ENGLE, R. F., & WOOLDRIDGE, J. M. (1988). "A Capital Asset Pricing Model With Time-Varying Covariances", **Journal of Political Economy**, cilt 96, sayı 1, ss.116-131.
- BRAILSFORD, T. J., & FAFF, R. W. (1996). "An Evaluation of Volatility Forecasting Techniques", **Journal of Banking & Finance**, cilt 20, sayı 3, ss.419-438.

- CHONG, C. W., AHMAD, M. I., & ABDULLAH, M. Y. (1999). "Performance of GARCH Models in Forecasting Stock Market Volatility", **Journal of Forecasting**, cilt 18, sayı 5, ss.333-343.
- CHRISTENSEN, B. J., & PRABHALA, N. R. (1998). "The Relation Between Implied and Realized Volatility", **Journal of Financial Economics**, cilt 50, sayı 2, ss.125-150.
- CORRADO, C. J., & MILLER, T. W. (2005). "The Forecast Quality of CBOE Implied Volatility Indexes", **Journal of Futures Markets: Futures, Options, and Other Derivative Products**, cilt 25, sayı 4, ss.339-373.
- ÇETİN, N., & TÖREMİŞ, H. E. (2008). "Menkul Kıymet Borsalarında Alım Satıma Aracılık Faaliyeti Kapsamında Aracı Kurumlarla Yatırımcılar Arasındaki İlişkinin Hukuki Niteliği", **Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, cilt 12, sayı 1, ss.77-102.
- E PATTON, E. (2001). "What good is a volatility model", **Quantitative Finance**, sayı 1, ss.237-245.
- ENGLE, R. F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation", **Econometrica: Journal of the econometric society**, cilt 50, sayı 4, ss.987-1007.
- ENGLE, R. F., LILIEN, D. M., & ROBINS, R. P. (1987). "Estimating Time Varying Risk Premia In the Term Dtructure: The ARCH-M model", **Econometrica: journal of the Econometric Society**, cilt 55, sayı 2, ss.391-407.
- ENGLE, R. F., & NG, V. K. (1993). "Measuring and Testing the Impact of News on Volatility", **The Journal of Finance**, cilt 48, sayı 5, ss.1749-1778.
- FLANNERY, M. J., & PROTOPAPADAKIS, A. A. (2002). "Macroeconomic Factors Do Influence Aggregate Stock Returns", **The review of financial studies**, cilt 15, sayı 3, ss.751-782.
- FRANSES P. H., & VAN DIJK, D. (1996). "Forecasting Stock Market Volatility Using (non-linear) Garch Models", **Journal of Forecasting**, cilt 15, sayı 3, ss.229-235.

- GAUNERSDORFER, A., & HOMMES, C. (2007). "A Nonlinear Structural Model for Volatility Clustering", **Long Memory in Economics**, cilt 26, sayı 5, ss.265-288.
- GHANI, I. M., & RAHIM, H. A. (2019). "Modeling and Forecasting of Volatility Using Arma-Garch: Case Study on Malaysia Natural Rubber Prices", **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, cilt 548, sayı 1, ss. 1-14.
- GLOSTEN, L. R., JAGANATTHAN, R., & RUNKLE, D. E. (1993). "On the Relation Between the Expected Value and The Volatility of The Nominal Excess Return on Stocks", **The journal of finance**, cilt 48 sayı 5, ss.1779-1801.
- GOKCE, A. (2001). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, cilt 3 sayı 1, ss.35-58.
- GRANGER, C. W. (1996). "Can We Improve the Perceived Quality of Economic Forecasts?", **Journal of Applied Econometrics**, cilt 11, sayı 5, ss.455-473.
- GÜMRAH, Ü., GÖKBULUT, R., & KÖSEOĞLU, S. D. (2011). "Modelling the Volatility in Istanbul Stock Exchange: Shifting from Box-Jenkins to ARCH Type Models", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, cilt 40, sayı 2, ss.251-266.
- HANSEN, P. R. (2005). "A test for Superior Predictive Ability", **Journal of Business & Economic Statistics**, cilt 23, sayı 4, ss.365-380.
- HANSEN, P. R., & LUNDE, A. (2005). "A Forecast Comparison of Volatility Models: Does Anything Beat a GARCH (1, 1)?", **Journal of applied econometrics**, cilt 20, sayı 7, ss.873-889.
- HANSEN, P. R., & LUNDE, A. (2006). "Realized Variance and Market Microstructure Noise", **Journal of Business & Economic Statistics**, cilt 24, sayı 2, ss.127-161.
- HUNTER, J. S. (1986). "The Exponentially Weighted Moving Average", **Journal of quality technology**, cilt 18, sayı 4, ss.203-210.

- IŞIK, O. (2012). "Hukuki Açıdan Borsa ve Borsa Türleri", **Yalova Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, cilt 1, sayı 1, ss.215-258.
- JIANG, G. J., & TIAN, Y. S. (2005). "The Model-Free Implied Volatility and Its Information Content", **The Review of Financial Studies**, cilt 18, sayı 4, ss.1305-1342.
- KAZGAN, H. (1998). "Ekonomide Kuruluş, Borsada Uyku Dönemi: Dünya Krizi ve Ekonomide Yapılanma", sayı 3, cilt 75, ss.233-240.
- LI, X., BALCILAR, M., GUPTA, R., & CHANG, T. (2016). "The Causal Relationship Between Economic Policy Uncertainty and Stock Returns in China and India: Evidence From a Bootstrap Rolling Window Approach", **Emerging Markets Finance and Trade**, cilt 52, sayı 3, ss.674-689.
- LIU, W., & MORLEY, B. (2009). "Volatility Forecasting in the Hang Seng Index Using the GARCH Approach", **Asia-Pacific Financial Markets**, cilt 16, sayı 1, ss.51-63.
- LJUNG, G. M., & BOX, G. E. (1978). "On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models", **Biometrika**, cilt 65, sayı 2, ss.297-303.
- LORDE, T., & MOORE, W. (2008). "Modeling and Forecasting the Volatility of Long-Stay Tourist Arrivals", **Tourism Analysis**, cilt 13, sayı 1, ss.43-51.
- MARCUCCI, J. (2005). "Forecasting Stock Market Volatility With Regime-Switching GARCH Models", **Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics**, cilt 9, sayı 4, ss.1-55.
- MAZIBAS, M. (2005). "İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri İle Bir Uygulama", **Ekonomi, Politika, Finans Araştırmaları Dergisi**, cilt 6, sayı 1, ss.16-35.
- MURTAZA, K. (2001). "OSMANLIDA BORSA VE GALATA BANKERLERİNİN DEVLETİN MALİ YAPISINDAKİ YERİ", **Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi**, cilt 8, sayı 18, ss.229-251.

- NAGELKERKE, N. J. (1991). "A Note on a General Definition of the Coefficient of Determination", **Biometrika**, cilt 78, sayı 3, ss.691-692.
- NELSON, D. B. (1991). "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, cilt 59, sayı 2, ss.347-370.
- ÖZDEN, Ü. H. (2008). "İMKB bileşik 100 endeksi getiri volatilitésinin analizi", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 7, Sayı 13, ss.339-350.
- PAGAN, A. R., & SCTWERT, G. W. (1990). "Alternative Models For Conditional Stock Volatility", **Journal of Econometrics**, Cilt 45, Sayı1-2, ss.267-290.
- POTERBA, J. M., & SUMMERS, L. H. (1986). "Reporting Errors and Labor Market Dynamics", **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, Cilt 54, Sayı 6, ss.1319-1338.
- SERDAR, K. (2018). "Borsa İstanbul Endeksi (BIST 100) Getiri Volatilesinin ARCH ve GARCH Modeli ile Tahmin Edilmesi", **Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi**, Özel Sayı, 608-624.
- SHARPE, W. F. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk", **The journal of finance**, Cilt 19, sayı 3, ss.425-442.
- TAYLOR, S. J. (1987). "Forecasting the Volatility of Currency Exchange Rates", **International Journal of Forecasting**, Cilt 3, Sayı 1, ss.159-170.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

"Borsa İstanbul A.Ş. Faaliyet Raporları",
<https://borsaistanbul.com/tr/sayfa/29/yayinlar>, (Erişim Tarihi:
11.07.2022.)

TEZLER

AYDIN, K. (2002). "Riske Maruz Değer Hesaplamalarında EWMA ve GARCH Metodlarının Kullanılması: İMKB-30 Endeks Uygulaması",

(Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaelmas Üniversitesi.

BUYUKCOBAN, E. (2021). "Türkiye’de hisse senedi piyasasının gelişimi ve bazı önemli ülkelerin hisse senedi piyasalarıyla karşılaştırmalı bir analiz", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi.

COSTA, F. J. M. (2017). "Forecasting Volatility Using GARCH Models", (PHD Thesis), Department of Social Sciences, University of Minho.

ÇETKİN, H. (2016). "Menkul Kıymetler Borsasının Tarihsel Gelişimi ve Borsa İstanbul", Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya İnönü Üniversitesi.

HORASAN, E. B. (2011). "Box-Jenkins Modeli Ile Bağımsız Denetim Uygulaması", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi.

SEYRİK, İ., & ÇİL, D. N. (2019). "BİST 100 ENDEKSİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN ZAMAN SERİLERİ İLE TAHMİNİ", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.

YALÇIN, H. (2011). "İMKBde Hisse Senedi Fiyatlarını Etkileyen Faktörler, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)", Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beykent Üniversitesi.

DİĞER KAYNAKLAR

113İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yönetmenliği, s.1-20, R.G. no:18962, tarihi: 18.12.1985

EKLER

EK 1: Şekil 9: ARMA Modeli

EK 1: Şekil 9: ARMA Modeli

Model No.	Model	LogL	AIC	BIC	HQ
1	ARMA (7,9)	12808.679623	-5.177365***	-5.153666	-5.169054
2	ARMA (8,7)	12806.395597	-5.176845**	-5.154463	-5.168996
3	ARMA (9,9)	12809.234046	-5.176780*	-5.150448	-5.167545
4	ARMA (9,8)	12807.089681	-5.176316	-5.151301	-5.167544
5	ARMA (7,8)	12805.037189	-5.176295	-5.153913	-5.168446
6	ARMA (7,7)	12803.111095	-5.175920	-5.154855	-5.168533
7	ARMA (10,9)	12807.462497	-5.175658	-5.148009	-5.165962
8	ARMA (12,12)	12812.243844	-5.175569	-5.141338	-5.163564
9	ARMA (7,11)	12805.941368	-5.175447	-5.149115	-5.166212
10	ARMA (11,9)	12807.881415	-5.175423	-5.146457	-5.165265
11	ARMA (11,7)	12805.705464	-5.175351	-5.149019	-5.166117
12	ARMA (8,11)	12806.062499	-5.175091	-5.147442	-5.165395
13	ARMA (12,9)	12807.888747	-5.175021	-5.144739	-5.164401
14	ARMA (10,11)	12807.849944	-5.175005	-5.144723	-5.164385
15	ARMA (11,8)	12805.702022	-5.174945	-5.147297	-5.165249
16	ARMA (8,6)	12800.402342	-5.174824	-5.153758	-5.167436
17	ARMA (6,5)	12797.380542	-5.174815	-5.157699	-5.168813
18	ARMA (9,11)	12806.186903	-5.174737	-5.145771	-5.164579
19	ARMA (6,8)	12800.031513	-5.174674	-5.153608	-5.167286
20	ARMA (5,5)	12796.021731	-5.174670	-5.158871	-5.169129*
21	ARMA (10,10)	12805.773756	-5.174569	-5.145604	-5.164411
22	ARMA (9,12)	12806.061807	-5.174281	-5.143999	-5.163662
23	ARMA (11,11)	12806.940459	-5.174232	-5.142634	-5.163151
24	ARMA (7,10)	12801.146583	-5.173911	-5.148895	-5.165138
25	ARMA (10,12)	12806.039300	-5.173867	-5.142269	-5.162786
26	ARMA (10,7)	12800.634740	-5.173704	-5.148688	-5.164931
27	ARMA (4,3)	12790.361719	-5.173593	-5.161744	-5.169438***

28	ARMA (3,4)	12790.269604	-5.173556	-5.161706	-5.169400**
29	ARMA (8,10)	12801.148067	-5.173507	-5.147175	-5.164272
30	ARMA (5,10)	12798.010893	-5.173451	-5.151069	-5.165602
31	ARMA (5,9)	12796.858388	-5.173389	-5.152324	-5.166002
32	ARMA (5,3)	12790.849913	-5.173386	-5.160220	-5.168769
33	ARMA (9,5)	12796.696330	-5.173324	-5.152258	-5.165936
34	ARMA (10,8)	12800.672185	-5.173314	-5.146982	-5.164079
35	ARMA (8,9)	12799.545710	-5.173263	-5.148247	-5.164490
36	ARMA (10,5)	12797.467918	-5.173231	-5.150849	-5.165382
37	ARMA (9,10)	12801.336206	-5.173178	-5.145529	-5.163482
38	ARMA (12,8)	12802.056558	-5.173065	-5.144100	-5.162907
39	ARMA (6,10)	12797.965629	-5.173028	-5.149329	-5.164717
40	ARMA (12,7)	12800.919097	-5.173009	-5.145361	-5.163313
41	ARMA (6,9)	12796.783190	-5.172954	-5.150572	-5.165105
42	ARMA (8,5)	12794.748885	-5.172940	-5.153191	-5.166014
43	ARMA (9,6)	12796.679914	-5.172912	-5.150530	-5.165063
44	ARMA (7,5)	12793.609011	-5.172884	-5.154451	-5.166419
45	ARMA (4,4)	12789.574418	-5.172870	-5.159704	-5.168252
46	ARMA (5,4)	12790.465329	-5.172825	-5.158343	-5.167746
47	ARMA (10,6)	12797.379650	-5.172791	-5.149092	-5.164480
48	ARMA (4,5)	12790.277128	-5.172749	-5.158267	-5.167670
49	ARMA (6,6)	12793.244559	-5.172736	-5.154304	-5.166272
50	ARMA (6,4)	12790.591177	-5.172472	-5.156672	-5.166931
51	ARMA (11,10)	12801.480896	-5.172427	-5.142145	-5.161807
52	ARMA (12,3)	12795.464177	-5.172420	-5.150038	-5.164571
53	ARMA (12,10)	12801.344068	-5.171967	-5.140368	-5.160885
54	ARMA (6,11)	12796.220148	-5.171917	-5.146901	-5.163144
55	ARMA (5,12)	12795.748768	-5.171726	-5.146710	-5.162953
56	ARMA (6,2)	12786.738138	-5.171722	-5.158556	-5.167104

57	ARMA (5,8)	12791.736167	-5.171721	-5.151972	-5.164795
58	ARMA (11,5)	12793.902768	-5.171383	-5.147685	-5.163072
59	ARMA (11,6)	12794.441506	-5.171197	-5.146181	-5.162424
60	ARMA (3,6)	12786.401530	-5.171181	-5.156698	-5.166102
61	ARMA (12,5)	12794.150167	-5.171079	-5.146063	-5.162306
62	ARMA (2,12)	12791.054537	-5.171040	-5.149974	-5.163652
63	ARMA (3,12)	12792.050788	-5.171039	-5.148656	-5.163189
64	ARMA (5,11)	12792.964096	-5.171003	-5.147305	-5.162692
65	ARMA (1,12)	12789.896090	-5.170976	-5.151227	-5.164050
66	ARMA (4,12)	12792.664244	-5.170882	-5.147183	-5.162571
67	ARMA (10,4)	12790.569460	-5.170844	-5.149778	-5.163456
68	ARMA (3,8)	12787.526543	-5.170826	-5.153711	-5.164824
69	ARMA (12,2)	12790.181436	-5.170687	-5.149621	-5.163299
70	ARMA (12,1)	12789.176964	-5.170685	-5.150936	-5.163759
71	ARMA (12,6)	12794.126601	-5.170664	-5.144332	-5.161430
72	ARMA (8,3)	12787.046682	-5.170632	-5.153516	-5.164630
73	ARMA (4,6)	12785.836603	-5.170547	-5.154748	-5.165006
74	ARMA (3,9)	12787.757275	-5.170515	-5.152083	-5.164051
75	ARMA (4,8)	12787.732838	-5.170505	-5.152073	-5.164041
76	ARMA (9,3)	12787.728960	-5.170504	-5.152071	-5.164039
77	ARMA (6,12)	12793.718184	-5.170499	-5.144167	-5.161265
78	ARMA (4,11)	12790.602177	-5.170452	-5.148070	-5.162603
79	ARMA (11,4)	12790.593262	-5.170449	-5.148066	-5.162599
80	ARMA (8,4)	12787.528187	-5.170422	-5.151990	-5.163958
81	ARMA (7,6)	12788.458421	-5.170394	-5.150645	-5.163468
82	ARMA (6,7)	12788.374393	-5.170360	-5.150611	-5.163434
83	ARMA (2,10)	12787.306224	-5.170332	-5.151900	-5.163868
84	ARMA (10,2)	12787.243850	-5.170307	-5.151875	-5.163843
85	ARMA (12,4)	12791.229243	-5.170301	-5.146602	-5.161990

86	ARMA (4,9)	12787.744305	-5.170105	-5.150356	-5.163179
87	ARMA (9,4)	12787.720328	-5.170095	-5.150346	-5.163169
88	ARMA (5,7)	12786.716666	-5.170094	-5.151661	-5.163630
89	ARMA (3,10)	12787.595415	-5.170045	-5.150296	-5.163119
90	ARMA (11,1)	12786.546611	-5.170025	-5.151593	-5.163561
91	ARMA (10,3)	12787.384634	-5.169959	-5.150210	-5.163033
92	ARMA (10,1)	12785.149921	-5.169864	-5.152749	-5.163862
93	ARMA (0,12)	12786.031869	-5.169817	-5.151384	-5.163352
94	ARMA (2,11)	12787.007009	-5.169807	-5.150058	-5.162881
95	ARMA (11,2)	12786.957128	-5.169786	-5.150037	-5.162860
96	ARMA (1,10)	12784.924364	-5.169773	-5.152657	-5.163771
97	ARMA (3,5)	12781.890030	-5.169759	-5.156593	-5.165142
98	ARMA (3,7)	12783.837549	-5.169738	-5.153939	-5.164197
99	ARMA (7,3)	12783.801819	-5.169723	-5.153924	-5.164183
100	ARMA (4,2)	12779.770116	-5.169711	-5.159178	-5.166017
101	ARMA (12,0)	12785.692367	-5.169679	-5.151247	-5.163215
102	ARMA (3,11)	12787.637127	-5.169657	-5.148591	-5.162269
103	ARMA (11,0)	12784.583800	-5.169635	-5.152519	-5.163633
104	ARMA (11,3)	12787.430996	-5.169573	-5.148508	-5.162186
105	ARMA (10,0)	12783.423336	-5.169570	-5.153771	-5.164030
106	ARMA (7,4)	12784.325123	-5.169531	-5.152415	-5.163528
107	ARMA (6,3)	12782.264632	-5.169506	-5.155023	-5.164427
108	ARMA (1,4)	12778.262073	-5.169505	-5.160289	-5.166273
109	ARMA (4,7)	12784.257369	-5.169503	-5.152387	-5.163501
110	ARMA (1,11)	12785.170304	-5.169468	-5.151035	-5.163004
111	ARMA (2,3)	12778.170072	-5.169468	-5.160252	-5.166236
112	ARMA (3,2)	12778.132534	-5.169453	-5.160236	-5.166220
113	ARMA (7,1)	12781.029468	-5.169411	-5.156245	-5.164794
114	ARMA (1,7)	12780.867418	-5.169345	-5.156179	-5.164728

115	ARMA (0,11)	12783.790240	-5.169314	-5.152198	-5.163312
116	ARMA (9,2)	12783.701268	-5.169278	-5.152162	-5.163276
117	ARMA (2,8)	12782.677736	-5.169268	-5.153469	-5.163728
118	ARMA (0,10)	12782.536898	-5.169211	-5.153412	-5.163671
119	ARMA (8,2)	12782.431481	-5.169169	-5.153370	-5.163628
120	ARMA (5,6)	12783.359498	-5.169140	-5.152024	-5.163137
121	ARMA (7,2)	12781.198653	-5.169075	-5.154592	-5.163996
122	ARMA (2,4)	12778.122467	-5.169044	-5.158511	-5.165350
123	ARMA (3,3)	12778.113245	-5.169040	-5.158507	-5.165346
124	ARMA (2,7)	12780.972511	-5.168983	-5.154500	-5.163904
125	ARMA (1,8)	12780.962307	-5.168979	-5.154496	-5.163900
126	ARMA (2,9)	12782.534555	-5.168806	-5.151690	-5.162803
127	ARMA (2,6)	12779.291109	-5.168707	-5.155541	-5.164090
128	ARMA (5,2)	12778.267109	-5.168697	-5.156848	-5.164542
129	ARMA (2,5)	12778.262403	-5.168696	-5.156846	-5.164540
130	ARMA (2,0)	12773.168271	-5.168657	-5.163391	-5.166811
131	ARMA (0,2)	12773.133211	-5.168643	-5.163377	-5.166796
132	ARMA (1,1)	12773.076603	-5.168620	-5.163454**	-5.166773
133	ARMA (1,9)	12780.438729	-5.168362	-5.152563	-5.162821
134	ARMA (1,0)	12771.437624	-5.168362	-5.164412***	-5.166977
135	ARMA (0,1)	12771.202487	-5.168267	-5.163317*	-5.166881
136	ARMA (2,1)	12773.185592	-5.168260	-5.161677	-5.165951
137	ARMA (3,0)	12773.184622	-5.168259	-5.161676	-5.165951
138	ARMA (1,2)	12773.179233	-5.168257	-5.161674	-5.165949
139	ARMA (0,3)	12773.173362	-5.168255	-5.161672	-5.165946
140	ARMA (8,1)	12779.109548	-5.168229	-5.153746	-5.163150
141	ARMA (9,1)	12780.009150	-5.168188	-5.152389	-5.162648
142	ARMA (2,2)	12773.189193	-5.167856	-5.159957	-5.165086
143	ARMA (4,0)	12773.185895	-5.167855	-5.159955	-5.165085

144	ARMA (3,1)	12773.185212	-5.167855	-5.159955	-5.165084
145	ARMA (1,3)	12773.174869	-5.167851	-5.159951	-5.165080
146	ARMA (0,4)	12773.173687	-5.167850	-5.159951	-5.165080
147	ARMA (7,0)	12775.895790	-5.167738	-5.155888	-5.163582
148	ARMA (5,0)	12773.865252	-5.167725	-5.158509	-5.164493
149	ARMA (0,5)	12773.805230	-5.167701	-5.158485	-5.164469
150	ARMA (5,1)	12774.623322	-5.167627	-5.157095	-5.163934
151	ARMA (0,7)	12775.551895	-5.167598	-5.155749	-5.163443
152	ARMA (1,5)	12774.513033	-5.167583	-5.157050	-5.163889
153	ARMA (0,6)	12774.495048	-5.167575	-5.157043	-5.163882
154	ARMA (6,0)	12774.462768	-5.167562	-5.157030	-5.163869
155	ARMA (4,1)	12773.185939	-5.167450	-5.158234	-5.164218
156	ARMA (6,1)	12774.961371	-5.167359	-5.155510	-5.163204
157	ARMA (8,0)	12775.948607	-5.167354	-5.154188	-5.162737
158	ARMA (1,6)	12774.874887	-5.167324	-5.155475	-5.163169
159	ARMA (0,8)	12775.599204	-5.167213	-5.154047	-5.162596
160	ARMA (9,0)	12775.982762	-5.166963	-5.152481	-5.161884
161	ARMA (0,0)	12766.881123	-5.166922	-5.164289	-5.165999
162	ARMA (0,9)	12775.793119	-5.166887	-5.152404	-5.161808
163	ARMA (8,8)	12773.430659	-5.163097	-5.139398	-5.154786
164	ARMA (8,12)	4919.946256	-1.982573	-1.953608	-1.972415
165	ARMA (4,10)	3731.724720	-1.504038	-1.482972	-1.496650
166	ARMA (9,7)	-619.107200	0.257886	0.281585	0.266197
167	ARMA (12,11)	-3710.574849	1.512072	1.544987	1.523616
168	ARMA (11,12)	-4221.226559	1.718772	1.751687	1.730315
169	ARMA (7,12)	-14835.527571	6.013571	6.041220	6.023267

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Gökhan Kayahan

Öğrenim Durumu

Yüksek Lisans: : İstanbul Aydın Üniversitesi
: İşletme Yönetimi 2019-2022

Lisans: : İstanbul Aydın Üniversitesi
Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği 2013-2018

Lise: : Mehmet Baydar Lisesi
2009-2013

Mesleki Deneyim

GEAVIA : Satış Yöneticisi
Mayıs 2021-Devam ediyor

Casio Air Service : Operasyon Stajyeri
Ekim 2017-Aralık 2017

Sağlamtaş Dış. Tic : Operasyon Stajyeri
Temmuz 2017-Ağustos 2017