

# GÜNIÇİ FİYAT ANOMALİSİ'NİN ARCH AİLESİ MODELLERİ İLE TEST EDİLMESİ; BORSA İSTANBUL 100 VE KURUMSAL YÖNETİM ENDEKSİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Testing Intra-Day Anomalies by ARCH Family  
Models; An Application on BIST 100 and BIST  
Corporate Governance Indexes

Gönderim Tarihi: 13.07.2016

Kabul Tarihi: 05.10.2016

Özkan ŞAHİN\*

**ÖZ:** Finansal piyasalarda meydana gelen ve normalden sapmalar olarak adlandırılan anomaliler yatırımlarına yön vermek isteyen finansal yatırımcılar tarafından dikkatle takip edilen konuların başında gelmektedir. Literatürde anomali çalışmalarının özellikle FAMA'nın (1970) piyasa yapılarına yönelik gerçekleştirdiği sınıflandırmalardan zayıf formda etkinlik gösteren piyasalara yönelik sıklaştığı görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalarda anomali çeşitlerinden gün içi anomali yapıların "U", "W" ve "L" harflerine benzeyen formlarına uyduğu görülmüştür. Bu bilgiler ışığında bu çalışmada Borsa İstanbul'un gösterge endeksi niteliğinde olan BİST 100 Endeksine ve BİST 100 Endeksine göre daha etkin bir piyasa yapısında görünen BİST Kurumsal Yönetim Endeksi'nin 1. seans ve 2. seans "Açılış, Kapanış" değerlerinin volatiliteleri yardımıyla Borsa İstanbul yapısındaki gün içi anomali etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla BİST 100 ve BİST Kurumsal Yönetim Fiyat Endekslerine ilişkin 01.01.2010 – 30.11.2015 tarihleri arası 1.471 adet günlük veri BİST internet sitesinden elde edilerek E-Views 8 Ekonometri Paket Programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre her iki endekse ait 1. seans açılış volatiliteleri yüksek bir değerden gerçekleşmektedir. Gün içerisinde meydana gelen volatiliteler ise 1. seans açılış değerine göre daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Gün sonu kapanış seansı olarak ele alınan 2. seans kapanış serisinin volatilitesi de tekrar yükselişe geçerek ilk açılış seansı değerlerine yakın bir değerde gerçekleşerek dünya borsalarında daha önce gerçekleştirilen çalışmalara paralel olarak BİST 100 ve BİST Kurumsal Yönetim Endeksinde de volatiliteler yapılarak "U" formatında gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Volatiliteler, Anomali, Etkin Piyasa Hipotezi, Gün içi Anomali, GARCH, BİST.

\* Yrd. Doç. Dr., Düzce Üniversitesi/İşletme Fakültesi/Uluslararası Ticaret Bölümü, ozkansahin@duzce.edu.tr

**ABSTRACT:** Anomalies called deviation from normalities in the financial markets are closely monitored by the financial investors, who would like to direct their investments. Those anomaly studies focused on “Weak-Form Efficient Markets” that was classified by FAMA in 1970. Studies on intra-daily data, anomalies structure has been found to as similar form as letters “U”, “L”, “W”. According to these information’s, in this study, BİST 100 Index, which is the indicator index of BIST, and BIST Corporate Governance Index’s 1.471 daily data’s the dates between 01.01.2010 – 30.11.2015 has been collected form BIST website and has been analysed by Econometric Package Program E-Views 8. According to analyse results both Indexes 1. trading session volatilities have been occurred with high value. But intra-day volatilities have been occurred lower than the 1. trading session opening volatility. 2. trading session closing volatility that count as the end of day trading session, has been occurred close to 1. trading session opening volatility. With all these results BIST 100 and BIST Corporate Governance intra-day volatility structure found very similar to other stock exchange markets in the world.

**Keywords:** Volatility, Anomaly, Efficient Market Hypothesis Intra-day Anomaly, GARCH, BIST.

## GİRİŞ

Literatürde etkin piyasalar hipotezi olarak geçen ve FAMA tarafından 1970 yılında öne sürülen hipoteze göre; etkin piyasalarda menkul kıymetle ilgili bilgiler düşük bir maliyetle ve yatırımcılara en kısa zamanda sağlanmaktadır. Etkin bir piyasada fiyatlar piyasaya ulaşan bilgileri tam olarak yansıtacağından bu tür piyasalarda geçmiş dönem verileri yardımıyla gerçekleştirilecek teknik analizler neticesinde kâr elde etme olanağı bulunmamaktadır. Bu yüzden de etkin piyasalarda spekülative hareketlerle kâr elde etme olanağı ortadan kalkmaktadır (Şahin, 2015: 107). Fakat Etkin Piyasalar Hipotezine karşın geçen süre içerisinde finansal piyasalarda yaşanan ve anomali olarak adlandırılan normalden sapmalar 1970’lerden günümüze tartışılan konulardan biri olmuştur. Finansal piyasa anomalileri üzerine gerçekleştirilen ampirik çalışmalarda test edilen genellikle Fama’nın öngördüğü piyasa yapıları olan, güçlü form, yarı güçlü form ve zayıf form tiplerinden zayıf formda etkinlik gösteren piyasa yapılarıdır.

Literatürde bulunan anomali sınıflandırmalarından başlıcaları; Gün İçi Etkisi, Haftanın Günü Etkisi, Ay İçi Etkisi, Yılın Ayı Etkisidir. Bir menkul kıymet piyasasında anomalinin varlığı yatırımcılar için normalin üzerinde getiri elde etme anlamına gelmektedir. Bu yüzden söz konusu anomalinin ne zaman ve ne ölçüde olduğu büyük önem arz etmektedir.

Dönemsel anomalilerde dikkat çeken ilk anomali günlere ilişkin anomalilerdir (Demireli, 2008: 2015 - 241). Yapılan çalışmalar günlere ilişkin anomalilerin haftanın günü ve gün içi etkisi olmak üzere iki şekilde ortaya çıktığını göstermektedir. Haftanın günü etkisi, hisse senedi getirilerinin haftanın ilk işlem günü olan Pazartesi günleri sistematik olarak negatif olması şeklinde tanımlanmaktadır. Pazartesi günlerinin sürekli negatif getiri sağlamasına ilişkin anomali, finans literatüründe haftanın günü etkisi veya Pazartesi etkisi olarak isimlendirilmiştir (Özmen, 1997: 15).

Yapılan çalışmalarda gün içi yapıların "U", "W" ve "L" harflerine benzeyen formlarına uyduğu görülmüştür. Bu yapılarda seans açılış ve kapanışlarında diğer zaman dilimlerine göre yüksek getiri ve volatilitenin olduğu, gün içerisinde açılışta yüksekten başlayan hareketlerin gün içerisinde azaldığı ve kapanışta tekrar yükseldiği görülmektedir.

Gün içi getiri üzerine yapılan ampirik çalışmalar, hisse senetlerinin işlem hacimlerinin, volatilitelerinin, alım-satım arasındaki fiyat farkının ve getirilerinin işlem gününün ilk ve son yarım saatinde en yüksek seviyelere ulaştığını gözlemlemiştir (Kadioğlu ve Küçükkoçaoğlu 2015: 107).

Nguyen ve Phengpis'in (2008) Amerikan Menkul Kıymet Borsası'nda işlem gören borsa yatırım fonlarının açılış fiyatları üzerine yaptığı çalışmada borsa uzmanlarının borsanın kapalı olduğu saatlerde borsaya ulaşan emir dengesizlikleri hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları ve bu avantajdan yararlanmak için fiyatlar arasındaki marjın geniş olmasına neden oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışmada açılış mekanizmalarının fiyat oluşumunda etkinliği arttırdığı öne sürülmektedir.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada Borsa İstanbul'un gösterge endeksi olan BİST 100 Fiyat Endeksi'nin 1. seans ve 2. seans "Açılış, Kapanış" değerlerinin volatiliteleri karşılaştırılarak Borsa İstanbul yapısındaki gün içi anomali etkisi araştırılacaktır. Diğer taraftan Etkin Piyasalar Hipotezi çerçevesinde fiyatlar piyasaya ulaşan bilgileri tam olarak yansıtacağından bu tür piyasalarda geçmiş dönem verileri yardımıyla gerçekleştirilecek teknik analizler neticesinde kâr elde olanağı bulunmamaktadır. Bu yüzden de etkin piyasalarda spekülasyon hareketlerle kâr elde etme olanağı bulunmamaktadır. 30.12.2011 tarihinde 28158 Sayılı Resmi Gazete' de yayınlanarak yürürlüğe giren "Kurumsal Yönetim İlkelerinin Belirlenmesine ve Uygulanmasına İlişkin Tebliğ"'in Kamuyu Aydınlatma ve Şeffaflık başlıklı 2 inci maddesinin birinci bendinde belirtilen Kamuyu Aydınlatma Esasları ve Araçlarına göre "Kamuya açıklanacak bilgiler, açıklamadan yararlanacak kişi ve kuruluşların karar vermelerine yardımcı olacak şekilde, zamanında, doğru, eksiksiz, anlaşılabilir, yorumlanabilir ve düşük maliyetle kolay erişilebilir biçimde 'Kamuyu Aydınlatma Platformu'

(www.kap.gov.tr) ve şirketin internet sitesinde kamunun kullanımına sunulur." borsa şirketlerinin esas alacakları kurumsal yönetim ilkeleri düzenlenmiştir. Bu ilkelerden hareketle 31 Ağustos 2007 yılından itibaren bu tebliğ uyarınca oluşturulan değerlendirme kriterlerine göre 10 üzerinden toplamda 7 ve üzeri puan alan şirketlerin hisselerinden oluşan Kurumsal Yönetim Endeksi hesaplanmaya başlamıştır. Bu kapsamda etkin bir piyasanın özellikleri olan haberlerin en kısa zamanda, doğru, düşük maliyetle ve anlaşılabilir bir biçimde piyasaya ulaşması ve fiyatların da bu çerçevede belirlenmesi Kurumsal Yönetim Endeksi ile sağlanmaya çalışılmıştır. Borsa İstanbul yapısı altında hesaplanan diğer endekslere göre Kurumsal Yönetim Endeksinin diğer piyasalara göre spekülasyona dayalı kâr oranı daha az olmaktadır (Şahin vd., 2015: 57). Bu bilgiler doğrultusunda Kurumsal Yönetim Fiyat Endeksi'nde oluşan Anomalilerin BİST 100 Fiyat Endeksi'nde meydana gelen anomalilerden daha düşük olması beklenmektedir. Bu beklentiye sınamak ve BİST'in gün içi anomalisinin nasıl bir yapı izlediğinin her iki endeks verileri ile hesaplanacak volatiliteler yardımıyla ortaya konulması amacıyla Kurumsal Yönetim Fiyat Endeksi'nin 1. seans ve 2. seans "Açılış, Kapanış" değerleri de araştırmaya dahil edilmiştir.

### ETKİN PİYASALARDAN SAPMA (ANOMALİLER)

Anomali, teori ile uyuşmayan bir gözlem veya realite ve olağan dışı bir davranıştır. Eğer ampirik bir bulguyu (gözleme dayalı bulgu) teorik çerçevede realize etmek güç ise veya bu bulguyu açıklamak için makul olmayan varsayımlar yapmak gerekli ise, söz konusu bulgu anomali olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir deyişle, anomali genel kabul görmüş esas ve ilkelere uyumlu olmayan olağan dışı bir davranış biçimidir (Özmen, 1997; 11).

Normalden sapmalar olarak ortaya çıkan bu anomaliler finansal piyasalarda yatırım yapan yatırımcılar için yatırımlarının geleceği açısından hayati önem taşımaktadır. Bu sebeple finansal piyasalardaki anomalileri tespit etmeye yönelik çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Finansal piyasaların yapısının ortaya konulması ve finansal piyasalardan normalin üzerinde getiri elde etme isteği ve olanağı finansal yatırımcıların anomalileri takip etmesine neden olmaktadır.

Piyasalarda görülen anomalileri dönemsel anomaliler, firma anomalileri ve fiyat anomalileri olarak incelemek mümkündür (Çömlekçi vd., 2015: 173). Dönemsel anomalilerden bazıları; gün içi anomalisi, tatil günleri anomalisi, Ocak ayı anomalisi, hafta sonu anomalisi, yaz saati uygulaması anomalisi olarak isimlendirilmektedir. Dönemsel olmayan anomaliler ise küçük-büyük firma anomalisi, piyasa değeri/defter değeri oranı anomalisi, fiyat/kazanç oranı ano-

malisi, ihmal edilmiş firma anomalisi, temettü verimi anomalisi, zararda olan şirketler anomalisi şeklinde adlandırılmaktadır (Taner ve Kayalidere, 2002; 7). Piyasa Anomalileri Tablo 1'de gösterilmiştir (Demireli, 2008: 224).

**Tablo 1. Piyasa Etkinlik Tipleri**

Dönemsel Anomaliler	Kesitsel Anomaliler			
Günlere İlişkin Anomaliler, • Gün İçi Etkisi, • Haftanın Günü Etkisi, • On – Üç Cuma Etkisi, • Aylara İlişkin Anomaliler, • Ocak Ayı Etkisi, • Ay Dönüşü Etkisi, • Tatillere İlişkin Anomaliler, • Tatil Etkisi	Yönetici Ortakların Etkisi • Kazanç Duyuruları Etkisi • Firma Büyüklüğü Etkisi • Fiyat / Kazanç Etkisi, • Pazar Değeri / Defter Değeri Oranı Etkisi • İhmal Edilmiş Hisse Senedi Etkisi	Teknik Anomaliler	Politik Faktörlere Dayalı Anomaliler	Ekonomik Faktörlere Dayalı Anomaliler

Kaynak: Öztürkatalay, 2005

## LİTERATÜR TARAMASI

Finans literatüründe anomaliler üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. İncelenen piyasalar ve incelenen dönemler farklılık göstermekle birlikte incelenen esas olgu menkul kıymet piyasalarından normalin üstünde getiri elde edilmesine yönelik olmuştur. Bu kapsamda incelenen çalışmalardan bazıları aşağıda özet olarak bilgi amaçlı sunulmuştur.

Bildik (2000) çalışmasında 1988 – 1999 yılları arasında İMKB 100 Endeksi günlük verileri yardımıyla İMKB'de haftanın günü etkisinin varlığını araştırmıştır. Sonuç olarak Cuma gününün haftanın işlem yapmak adına en az riskli gün olduğunu, Pazartesi gününün ise en riskli gün olduğuna ulaşmıştır. Böylece İMKB'de haftanın günü etkisinin var olduğunu belirtmiştir.

Tezölmez'in (2000) Borsa İstanbul üzerine yaptığı çalışmada, BİST Ulusal Tüm, 100, 30, Sınai, Hizmetler, Mali Endeks'lerinin gün içi verilerini 02.02.1998 – 30.04.1999 tarihleri arasında 5 ve 15'er dakikalık zaman aralıklarıyla incelemiştir. Tezölmez'e (2000) göre gün içi getiri 5 dakikalık zaman dilimlerinde incelendiğinde, getirilerin belirli bir yapıya sahip olmadığı 15 dakikalık zaman dilimlerinde ise gün içi getirinin her endeks için "W" şeklinde (Çift "U") bir formasyona sahip olduğunu bulmuştur. Gün içi getirilerin standart sapmaları 5'er ve 15'er dakikalık zaman dilimlerinde hesaplandığında, çift "L" şeklinde bir yol izlediği görülmektedir.

Karan (2004) İMKB'de yer alan sektör ve alt sektör endekslerinde haftanın etkisi ile yılın ayı etkisinin var olup olmadığını araştırmıştır. 1997-2001 yılları arası verilerin kullanıldığı araştırmanın sonuçlarına göre Cuma günlerinde

pozitif ve anlamlı, Pazartesi ve Salı günlerinde negatif ve anlamsız sonuçlara ulaşmıştır. Sonuç olarak İMKB’de hafta sonu etkisinin var olmadığına ulaşılmıştır.

Çinko (2006) İMKB 100 Endeksi 1990-2005 yılları arası günlük verileri aracılığıyla gerçekleştirdiği çalışmasında İMKB’de haftanın günü etkisi ve tatil etkisinin varlığını sınamıştır. Sonuç olarak Pazartesi ve Salı günlerinin negatif getirili günler olduğuna ve İMKB’de haftanın günü etkisinin varlığına ulaşmıştır.

Akar (2006) İMKB 100 Endeksinde meydana gelen anomalileri endeksin volatilitesi yardımıyla açıklamıştır. Endeks volatilitesinin ekonomik krizlerden, takvimsel ve mevsimsel etkenlerden etkilenip etkilenmediğini ve asimetric şokların volatilité üzerindeki etkisini belirlemiştir. Sonuç olarak İMKB 100 Endeksinde volatilitenin Ocak ayında yüksek, yaz aylarında ise daha düşük olduğuna ulaşmıştır.

Ohta (2006) açılış ve kapanış fiyatlarının hareket yapısını belirlemek amacıyla Tokyo Tahvil Borsası üzerinde yaptığı çalışma sonucunda “L” formunda bir yapı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Atakan (2008) İMKB 100 Endeksinde 1987-2008 yılları arası günlük veriler yardımıyla İMKB’de haftanın günü ve Ocak ayı etkisini GARCH (1,1) modeli kullanılarak araştırmıştır. Sonuç olarak Ocak ayı etkisinin varlığına ilişkin anlamlı bir sonuçlara ulaşmıştır. Fakat, Cuma günü normale oranla daha yüksek getiri elde edildiğini Pazartesi günleri ise normale oranla daha düşük bir getiri elde edildiğini tespit etmiştir.

Al – Rjoub ve Alwaked (2010) DJIA, S&P ve NASDAQ Endesklerinin 1900-2009 yılları arasında meydana gelen 16 kriz döneminde Ocak ayı etkisini En Küçük Kareler Yöntemi kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak finansal kriz dönemlerinde Ocak ayı etkisinin var olmadığına ulaşmışlardır.

Günlük getirilere yönelik ilk çalışma Dow Jones Sanayi Endeksinin 1915-1930 yılları arasındaki Cumartesi ile Cuma ve Pazartesi kapanış fiyatları ile Fields (1931) tarafından yapılmıştır. Fields yatırımcıların hafta sonlarının belirsizliğine karşın Cumartesi günleri portföylerini nakde tahvil edecekleri varsayımından hareketle, Cumartesi günleri fiyatların düşeceğini öngörmüştür (Aktaran; Tunçel:2012; 8).

Küçüksille (2012) çalışmasında Ocak ayı etkisini İMKB 100, İMKB Gıda, İMKB Mali, İMKB Holding, İMKB Sinai Endeksleri verileri aracılığıyla tespit etmeye çalışmıştır. Sonuç olarak İMKB 100 ve İMKB Sinai Endeksleri haricinde Ocak ayı etkisinin görülmediği sonucuna ulaşmışlardır.

Abdioğlu ve Değirmenci (2013), 2003-2012 döneminde İMKB-100 endeksinde gözlenen mevsimsel anomalileri en küçük kareler yöntemini kullanarak araş-

tırmışlardır. Gün içi, haftanın günü, Ocak ayı, ay içi, ay dönümü, yıl dönümü ve tatil etkileri test edilmiş fakat incelenen dönem itibariyle İMKB'de gözlemlenen anomalilerin gün içi ve haftanın günü anomalileri olduğu tespit edilmiştir.

Konak ve Şeker (2014) FTSE 100 Endeksinde anomalinin varlığını GARCH (1,1) ile tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak meydana gelen hareketlerin rastsal yürüyüş sergilediğine ulaşmışlardır.

Konak ve Kendirli (2014) BİST 100 Endeksi'nde yılın ayları etkisinin varlığını GARCH (1,1) modeli aracılığıyla tespit etmeye çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, yılın farklı aylarında anomali olarak değerlendirilebilecek bazı eğilimler tespit etmişlerdir.

Aytekin ve Sakarya (2014) XUTUM, XU100, XU030, XUSIN, XGIDA, XTAST, XMESY, XUHIZ, XUMAL ve XHOLD endekslerinde pay getirilerinin zaman ile etkileşim içerisinde olduğu sonucundan hareketle, pay piyasalarında Ocak ayı getirilerinin yılın diğer aylarına ait getirilerden daha yüksek olduğunu ifade eden Ocak ayı anomalisinin olup olmadığı araştırılmışlardır. Güç oranı yöntemi ve tek yönlü varyans analizi kullanılarak yapılan çalışmada incelenen dönemde endekslerin aylık getirilerinin birbirinden farklı olduğu ve ilgili endekslerde Ocak ayı anomalisinin görüldüğü sonucuna ulaşmışlardır.

Ege vd., (2012) 2001-2011 dönemindeki İMKB-30 ve İMKB-50 Endeks getirileri yardımıyla İMKB'de Ocak ayı anomalisinin var olup olmadığı güç oranı yöntemi kullanılarak tespit etmeye çalışmışlardır. Yapılan analiz sonucunda incelenen dönem içerisinde Ocak ayı etkisinin var olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kadıoğlu ve Küçükkocaoğlu (2015) çalışmasında 01.11.2006-31.05.2012 döneminde farklı endekslerde yer alan 102 adet hisse senedinin 624 güne ait 15 dakikalık getirileri analiz edilerek Borsa İstanbul'da gün içi getiri yapısını ortaya koymuştur. Sonuç olarak Borsa İstanbul'un gün içi getiri yapısının çift seans uygulaması nedeniyle çift "U" formunda ve gün içi volatilité yapısının ise "L" formunda olduğunu tespit etmişlerdir.

## YÖNTEM

Finansal zaman serilerinde varyans zamana bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu yüzden finansal zaman serileri ile gerçekleştirilen çalışmalarda değişen varyansı modelleyebilen modeller ile analizleri gerçekleştirmek gerekmektedir. Bu sebepten dolayı gerçekleştirilen bu çalışmada finansal zaman serilerinde var olan değişen varyansı modellemeye imkan veren ARCH tipi modeller olan ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri kullanılacaktır.

ARCH tipi modellerin çözümlemesi amacıyla bu çalışmada kullanılan temel aşamalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

- *Serilerin durağan hale getirilmesi:* Çalışma kapsamında ele alınan getiri serileri logaritmik seriler hâline getirilerek durağanlığı sağlanacaktır.
- *İstatistiksel tanımlama testlerinin gerçekleştirilmesi:* Bu aşamada seriye ait istatistiksel değerler (çarpıklık katsayısı, basıklık katsayısı, ortalama, standart sapma,vb.) hesaplanacaktır.
- *Serilerin grafiksel gösterimi ve korelasyonunun belirlenmesi:* Endekslerin gözlem değerleri ile oluşturulan zaman serilerine ait grafikler ve korelogram çizilecektir. Buna göre eğri belirli bir ortalama etrafında küçük çaplı salınımlar gösteriyorsa serinin durağan olduğu, salınımların büyük çaplı ve ani iniş çıkışlar şeklinde olması hâlinde ise serinin durağan olmadığı söylenebilir.
- *Birim kök testlerinin gerçekleştirilmesi:* Serinin birim kök içerip içermediğini durağanlık testlerinde yaygın olarak kullanılan Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller-ADF) (1979) birim kök testleri ile saptanacaktır.
- *Uygun ARMA yapılarının belirlenmesi:* Uygun ortalama denklemini belirleyebilmek için bu aşamada ARMA modellerinden yararlanılacaktır. Zaman serilerinde ARCH etkisinin bulunup bulunmadığı ARCH-LM (Lagrange Multiplier-Lagrange Çarpanı) testiyle araştırılacaktır ve bu testin ilk adımı ortalama denkleminin belirlenmesidir.
- *ARCH-LM testi:* Modelin hata teriminin standart varyans varsayımına uygunluğu ARCH LM Testi ile test edilecektir. Testin temel mantığı, özellikle finansal getiri serilerinde görülen ve göz önüne alınmaması durumunda tahmin etkinliğini azalmasına neden olan şimdiki hata terimi ile yakın geçmiş hata terimlerinin birbirleri ile ilişkili olduğu durumu ortaya çıkarmaktır (Güven, 2010: 35).
- *Volatilite modelleri ile tahmin:* Bu aşamada istatistiksel özellikleri belirlenen, durağanlaştırılan, uygun ARMA(p,q) modelleri bulunarak ortalama denklemi oluşturulan ve ARCH etkisinin varlığı kabul edilen seriler için volatilité modelinin tahmini gerçekleştirilecektir.

### Araştırmanın Amacı ve Veri Seti

Bu çalışmanın amacı; Borsa İstanbul (BİST) yapısı içerisinde oluşturulan Kurumsal Yönetim Endeksinin Endeksinin Etkin Piyasalar Hipotezi kapsamında BİST'in gösterge Endeksi niteliğinde olan BİST 100 Endeksine göre daha etkin bir piyasa olduğu varsayımından hareketle, bu iki farklı etkinlik formuna sahip endeksin gün içi getiri hareketlerinin yapısının farklı olup olmadığının test edilmesidir.



Bu amaçtan hareketle BİST 100 ve BİST KURY Fiyat Endekslerine ilişkin 01/01/2010 – 30/11/2015 tarihleri arası 1.471 adet günlük 1. seans açılış, 1. seans kapanış, 2. seans kapanış ve 2. seans kapanış verileri kullanılmıştır.

### Serilerin Volatilite Modellerinin Tahmini

Araştırmaya dahil edilen endekslerin verilerine dayalı zaman serileri oluşturulmuştur. Zaman serileri aşağıdaki formül yardımıyla logaritması alınarak durağan hale getirilmiştir.

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

Endeks t: t günü getiri değeri,

$P_t$ : t günü endeks kapanış fiyatı,

$P_{t-1}$ : t - 1 inci gündeki endeks kapanış fiyatı.

Bu aşamada istatistiksel özellikleri belirlenen, durağanlaştırılan, uygun AR-MA(p,q) modelleri bulunarak ortalama denklemi oluşturulan ve ARCH etkisinin varlığı kabul edilen seriler için volatilitte modellerinin tahmini gerçekleştirilmiştir.

Serinin volatilitesinin belirlenmesi için ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir.

Uygun model seçim kriteri olarak aşağıda belirtilen tanımlayıcı istatistik sonuçları bütün modellerde aranmıştır.

- İlk olarak ARCH, GARCH, TGARCH modellerinde parametrelerinin negatif olmama koşulu aranmıştır. EGARCH modelinde varyans logaritmik olarak modellendiğinden, varyans pozitif bir değer almaktadır. Bu yüzden EGARCH modellerinde, bu eşitlik aranmamıştır.
- Model parametrelerinin toplamının 1'den küçük olması koşulu aranmıştır. Fakat EGARCH modelinde model logaritmik olarak hesaplandığından parametrelerin toplamının 1'den büyük olmama koşulu EGARCH modeli için göz ardı edilmiştir.
- En uygun model sürecinden elde edilen artıkların kolegramı ve artıkların karelerinin kolegramı 50 gecikmeye kadar test edilerek serinin değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi yapılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan hipotez aşağıdaki gibidir.

$H_0$ : Otokorelasyon yok.

$H_1$ : Otokorelasyon var.

Prob. > 0,05 ise

$H_0$ : reddedilemez

- Tahmin edilen modellerde artıklara ilişkin ARCH LM testi gerçekleştirilmiştir. ARCH etkisinin araştırıldığı ARCH –LM testi ile modelin 1, 5, 10, 20 ve 30 gecikmeye kadar hesaplanan  $R^2$  değerleri  $\chi^2$  tablo değeri ile karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan hipotez aşağıdaki gibidir:

$H_0$ : Arch etkisi yok.

$H_1$ : Arch etkisi var.

$R^2 < \chi^2$  ise

$H_1$  reddedilemez

- Tanımlayıcı istatistikler neticesinde birden fazla modelin uygun model çıkması sonucu aralarından hangisinin en uygun model olduğunu belirlemek için modeller arası karşılaştırma yaparken literatürde kabul görmüş modellerin öngörü performansını test eden Theil Eşitsizlik Katsayısı (Theil Inequality Coefficient-TIC) performans kriterinden yararlanılmıştır. Bu kriterler ile öngörü başarısı sağlanmaktadır (Bernard vd., 2006: 6 – 7). Theil Eşitsizlik Katsayısının formülü aşağıdaki eşitlikte görüldüğü gibidir.

$$TIC = \frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (y'_t - y_t)^2 / h}}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} y'_t{}^2 / h + \sum_{t=T+1}^{T+h} y_t{}^2 / h}}$$

Bu formülde " $y_t$ " hesaplanan volatilitiyi gösterirken " $y'_t$ " ise öngörülen volatilitiyi, " $h$ " ise öngörü dönemini göstermektedir. Yukarıdaki eşitlikten de anlaşılacağı üzere öngörülen volatilité değeri ile gerçekleşen volatilité değeri arasındaki fark ne kadar az olursa sonuç o kadar küçük çıkacaktır. Böylece söz konusu performans ölçütleri azalacaktır. Bu yüzden daha düşük performans ölçütü daha iyi öngörüü belirtecektir.

Çalışmanın uygulanması çerçevesinde gerçekleştirilecek tahminlerden sonra modellerin uygunluğunun denetlenmesi; model parametrelerinin pozitif olması, model parametrelerinin toplamının birden küçük olması, artıkların ve artıkların karelerinin korelasyonsuz olması, serilerde Arch etkisi olmaması ve TIC performans kriterinin düşük olması kriterleri kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu kriterlere göre uygun bulunmayan modeller analiz dışında tutulmuştur.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Elde edilen veriler yardımıyla ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri kullanılarak BİST KURY ve BİST 100 Endekslerinin volatilitésinin modellenmesi sürecinde kullanılabilecek en uygun ARCH modeli araştırılmış ve bu en uygun modele göre hesaplanan endekslerin volatiliteleri karşılaştırılmıştır. Analizlerde Eviews 8.0 paket programından yararlanılmıştır.

## BİST 100 Endeksi Volatilite Analizi

BİST 100 Endeksi açılış ve kapanış serilerine yönelik ilk olarak serilerin tanımlayıcı istatistikleri gerçekleştirilmiştir. Akabinde serilerin volatilitte modellerinin kurulabilmesi için durağanlığını test etmek için birim kök testleri yapılmıştır. Durağanlığı kanıtlanan serilerin uygun ARMA yapıları belirlendikten sonra serilerdeki ARCH etkisi ARCH-LM testi ile test edilmiştir. Son olarak ise serilerdeki ARCH etkisini gideren en uygun volatilitte modeli ile seriler modellenmiş ve analize uygun hale getirilmiştir.

## BİST 100 Endeksi Tanımlayıcı İstatistikleri

Tablo 2'de 01.01.2010 – 30.11.2015 tarihleri arası BİST 100 Endeksi günlük açılış ve kapanış verileri ile elde edilen getiri serilerinin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

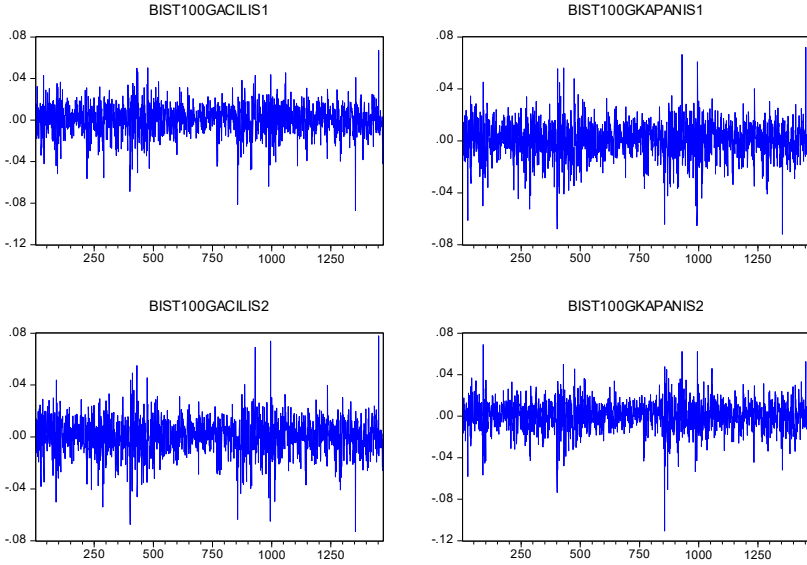
Analiz sonuçlarına göre serilerin ortalama getirileri; 1. seans açılış: 0.000227, 1. seans kapanış: 0.000232, 2. seans açılış: 0.000234, 2. seans kapanış: 0.000228 olarak belirlenmiştir. Ortalama getiriler birbirine yakın olmakla birlikte açılış sonrası yükseliş göstermekte fakat 2. seans kapanışta tekrar düşüşe geçmektedir. Basıklık katsayısını gösteren Kurtosis katsayısı tüm serilerde eşik değer olan 3'ün üzerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuca göre seriler normalden daha dik (sivri) bir seridir. Serilerin çarpıklığını gösteren Skewness katsayısı tüm serilerde negatif değeri işaret etmektedir. Bu da bize serinin sağ kuyruğunun daha uzun olduğunu ve serinin sola çarpık olduğunu gösterir. Serinin istatistiksel tanımlanmasına yönelik yorumlanacak olan katsayı Jarque-Bera istatistiğidir. Hesaplanan Jarque-Bera istatistiği değeri normal dağılıma ait olan  $\chi^2(2)=5.99$  değerinden büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani getiri serisi normal dağılmamaktadır. Ele alınan serilerde Jarque-Bera değeri kritik değer üzerinde hesaplanmıştır. Bu da serilerin normal dağılmadığını göstermektedir.

**Tablo 2.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Tanımlayıcı İstatistikleri

	BIST100GACILIS1	BIST100GKAPANIS1	BIST100GACILIS2	BIST100GKAPANIS2
Mean	0.000227	0.000232	0.000234	0.000228
Median	0.000634	0.000651	0.000649	0.000948
Maximum	0.067029	0.072010	0.077976	0.068952
Minimum	-0.087047	-0.071820	-0.073004	-0.110638
Std. Dev.	0.015059	0.014831	0.014691	0.014987
Skewness	-0.571467	-0.382055	-0.282387	-0.543310
Kurtosis	5.607969	5.558152	5.739753	6.978799
Jarque-Bera	496.2652	436.2934	478.9684	1041.251
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Observations	1469	1469	1469	1469

rafik 1'de yatay ekseninde yer alan değerler gözlem sayısını göstermektedir. Dikey ekseninde yer alan değerler ise ilgili gözlem gününe ait olan getiri serisi değerini göstermektedir. Ele alınan serilerde volatilité kümelenmesi "volatility clustering" gözlemlenmektedir. Yani, logaritmik yöntemle hesaplanan getirilerde meydana gelen büyük değişimleri büyük, küçük değişimleri ise küçük hareketler izlemektedir. Seride genel dağılım sıfır ortalama etrafında seyretmesi ise bize serinin durağan olduğu kanısını uyandırmaktadır.

**Grafik 1.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Çizgi Grafiği



Serilere ait grafiksel ve kolegram yoluyla gerçekleştirilen incelemeler sonucunda serinin durağan olduğu yönünde güçlü bir kanı oluşmuştur. Fakat durağanlığın kesin olarak belirlenmesi adına seriye birim kök testi uygulanmıştır. Bu kapsamda kurulan hipotezimiz şu şekildedir:

$H_0$ : birim kök var; seri durağan değil.

$H_1$ : birim kök yok; seri durağan.

**Tablo 3.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Birim Kök Testi Sonuçları

ADF Test Stat.	Kritik Değ. %1	-3.434278
	Kritik Değ. %5	-2.863162
	Kritik Değ. %10	-2.567681
BİST 100 AÇILIŞ 1	t-istatistiği	-40.32837
	Prob.	0.0000
BİST 100 KAPANIŞ 1	t-istatistiği	-39.29710
	Prob.	0.0000
BİST 100 AÇILIŞ 2	t-istatistiği	-38.97399
	Prob.	0.0000
BİST 100 KAPANIŞ 2	t-istatistiği	-39.80450
	Prob.	0.0000

Hesaplanan ADF istatistiği değerleri tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olarak gerçekleşmiştir. Böylece ele alınan seriler için kurulan  $H_0$ : hipotezi reddedilmekte ve seriler durağan olarak kabul edilmektedir.

BİST 100 Endeksinden elde edilen serilerin özelliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen analizler neticesinde serilerin durağan, dik (sivri), sola çarpık ve normal dağılıma sahip olmayan bir seriler olduğuna ulaşılmıştır. Serilerin temel özellikleri belirlendikten sonra ARCH ailesi modellerini seriler üzerine uygulamak için seride ARCH etkisinin varlığının test edilmesi gerekmektedir. Bunun için ise öncelikli olarak ARCH-LM testinin gerçekleştirilmelidir. Bu testin ilk adımı ortalama denkleminin belirlenmesidir En uygun ARMA modelinin seçiminde ise modeller arasında AIC (Akaike Info Criterion) bilgi kriterleri en küçük olanın seçimi yapılmıştır.

**Tablo 4.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri ARMA Yapıları Test Sonuçları

ARMA (p,q) Modelleri Akaike Değerleri	AR	MA
BİST 100 AÇILIŞ 1	2	2
	Test Sonucu	-5.563470
BİST 100 KAPANIŞ 1	2	2
	Test Sonucu	-5.591077
BİST 100 AÇILIŞ 2	2	2
	Test Sonucu	-5.606554
BİST 100 KAPANIŞ 2	0	2
	Test Sonucu	-5.563065

Elde edilen AIC testlerinin sonuçlarına göre p ve q değerlerinin tüm kombinasyonları ile oluşturulan modeller arasında minimum AIC kriterine göre;

BİST 100 Endeksi 1. seans Açılış serisinin en uygun ARMA yapısı AR (2) MA (2) yani ARMA (2,2) modeli, BİST 100 Endeksi 1. seans Kapanış serisinin en uygun ARMA yapısı ARMA (2,2), BİST 100 Endeksi 2. seans Açılış serisinin en uygun ARMA yapısı ARMA (2,2), BİST 100 Endeksi 2. seans Kapanış serisinin en uygun ARMA yapısı ARMA (0,2) olarak belirlenmiştir. Serilerin ARCH modeli uygulamalarında uygun ARMA yapıları kullanılacaktır.

ARCH ailesi modelleri ile volatilité hesaplaması yapabilmek için seride ARCH etkisinin var olması gerekmektedir. Serilere yönelik 30 gecikmeye kadar gerçekleştirilen ARCH-LM testi sonuçlarının tümünde  $|X^2 \text{ İstatistiği} - \text{Obs} \cdot R^2|$  eşitliği sağlanmıştır. Yani ARCH-LM testi sonuçlarına göre serilerde ARCH etkisinin olmadığını öne süren  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. BİST 100 Endeksinin açılış ve kapanış serilerinde ARCH etkisinin varlığı ispatlanmıştır.

**Tablo 5.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri ARCH-LM Testi Sonuçları

ARCH-LM Testi	$X^2 X^2$ İstatistiği	1. Seans Açılış	1. Seans Kapanış	2. Seans Açılış	2. Seans Kapanış
		Obs*R-squared	Obs*R-squared	Obs*R-squared	Obs*R-squared
LM (k=1)	3.84146	19.17411	89.37689	83.29679	19.31514
LM (k=5)	11.07050	44.75673	96.67348	87.35507	62.84720
LM (k=10)	18.30704	56.01028	105.2137	99.72229	77.40111
LM (k=20)	31.41043	62.21789	119.5163	121.0858	104.0495
LM (k=30)	43.77297	78.96631	136.9060	126.9298	122.4731

### BİST 100 Endeksi Volatilité Tahmini

Bu aşamada istatistiksel özellikleri belirlenen, durağanlaştırılan, uygun ARMA (p,q) modelleri bulunarak ortalama denklemi oluşturulan ve ARCH etkisinin varlığı kabul edilen seriler için en uygun oynaklık modelinin tahmini gerçekleştirilecektir. BİST 100 Endeksi serilerinin volatilitésinin belirlenmesi için ARCH(p), GARCH(p,q), EGARCH(p,q) ve TGARCH(p,q) modellerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir. Buna göre modellere ilişkin sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Volatilite Tahmin Sonuçları

BİST 100 1. Seans Açılış					BİST 100 1. Seans Kapanış				
Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm	Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm
ARCH (1)	+	+	-	-	ARCH (1)	+	+	+	+
ARCH (2)	+	+	+	+	ARCH (2)	-	+	+	+
ARCH (3)	+	+	+	+	ARCH (3)	-	+	+	+
GARCH (1,1)	+	+	+	+	GARCH (1,1)	+	+	+	+
GARCH (1,2)	-	+	+	+	GARCH (1,2)	+	+	+	+
GARCH (1,3)	-	+	+	+	GARCH (1,3)	-	+	+	+
GARCH (2,1)	+	+	+	+	GARCH (2,1)	-	+	+	+
GARCH (2,2)	-	+	+	+	GARCH (2,2)	-	+	+	+
GARCH (2,3)	-	+	+	+	GARCH (2,3)	-	+	+	+
GARCH (3,1)	-	+	+	+	GARCH (3,1)	-	+	+	+
GARCH (3,2)	-	+	+	+	GARCH (3,2)	-	+	+	+
GARCH (3,3)	-	+	+	+	GARCH (3,3)	-	+	+	+
EGARCH (1,1)			+	+	EGARCH (1,1)			+	+
EGARCH (1,2)			+	+	EGARCH (1,2)			+	+
EGARCH (1,3)			+	+	EGARCH (1,3)			+	+
EGARCH (2,1)			+	+	EGARCH (2,1)			+	+
EGARCH (2,2)			+	+	EGARCH (2,2)			+	+
EGARCH (2,3)			+	+	EGARCH (2,3)			+	+
EGARCH (3,1)			+	+	EGARCH (3,1)			+	+
EGARCH (3,2)			+	+	EGARCH (3,2)			+	+
EGARCH (3,3)			+	+	EGARCH (3,3)			+	+
TGARCH (1,1)	-	+	+	+	TGARCH (1,1)	-	+	+	+
TGARCH (1,2)	-	+	+	+	TGARCH (1,2)	-	+	+	+
TGARCH (1,3)	-	+	+	+	TGARCH (1,3)	-	+	+	+
TGARCH (2,1)	-	+	+	+	TGARCH (2,1)	-	+	+	+
TGARCH (2,2)	-	+	+	+	TGARCH (2,2)	-	+	+	+
TGARCH (2,3)	-	+	+	+	TGARCH (2,3)	-	+	+	+
TGARCH (3,1)	-	+	+	+	TGARCH (3,1)	-	+	+	+
TGARCH (3,2)	-	+	+	+	TGARCH (3,2)	-	+	+	+
TGARCH (3,3)	-	+	+	+	TGARCH (3,3)	-	+	+	+

BİST 100 Endeksi 1. Seans Açılış Serisine yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde modellerin anlamlılığını sınavığımızda volatilité hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller ARCH (2), ARCH (3), GARCH (1,1), GARCH (2,1), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 951699" ile GARCH (1,1) modeline aittir. Bu sebeple BİST 100 Endeksi 1. seans açılış serisinin volatilité hesaplamalarında GARCH (1,1) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

BİST 100 1. Seans Kapanış Serisine yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde uygulanan modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilitte hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller ARCH (1), GARCH (1,1), GARCH (1,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 919618" ile GARCH (1,1) modeline aittir. Bu sebeple BİST 100 Endeksi 1. seans kapanış serisinin volatilitte hesaplamalarında GARCH (1,1) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

**Tablo 6 Devam:** Volatilitte Modelleri Uygunluk Testi Sonuçları

BİST 100 2. Seans Açılış					BİST 100 2. Seans Kapanış				
Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm	Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm
ARCH (1)	+	+	+	+	ARCH (1)	+	+	-	-
ARCH (2)	+	+	+	+	ARCH (2)	+	+	-	-
ARCH (3)	-	+	+	+	ARCH (3)	+	+	-	-
GARCH (1,1)	+	+	+	+	GARCH (1,1)	+	+	+	+
GARCH (1,2)	+	+	+	+	GARCH (1,2)	+	+	+	+
GARCH (1,3)	-	+	+	+	GARCH (1,3)	-	+	+	+
GARCH (2,1)	-	+	+	+	GARCH (2,1)	+	+	+	+
GARCH (2,2)	-	+	+	+	GARCH (2,2)	+	+	+	+
GARCH (2,3)	-	+	+	+	GARCH (2,3)	-	+	+	+
GARCH (3,1)	-	+	+	+	GARCH (3,1)	-	+	+	+
GARCH (3,2)	-	+	+	+	GARCH (3,2)	+	+	+	+
GARCH (3,3)	-	+	+	+	GARCH (3,3)	-	+	+	+
EGARCH (1,1)			+	+	EGARCH (1,1)			+	+
EGARCH (1,2)			+	+	EGARCH (1,2)			+	+
EGARCH (1,3)			+	+	EGARCH (1,3)			+	+
EGARCH (2,1)			+	+	EGARCH (2,1)			+	+
EGARCH (2,2)			+	+	EGARCH (2,2)			+	+
EGARCH (2,3)			+	+	EGARCH (2,3)			+	+
EGARCH (3,1)			+	+	EGARCH (3,1)			+	+
EGARCH (3,2)			+	+	EGARCH (3,2)			+	+
EGARCH (3,3)			+	+	EGARCH (3,3)			+	+
TGARCH (1,1)	-	+	+	+	TGARCH (1,1)	+	+	+	+
TGARCH (1,2)	-	+	+	+	TGARCH (1,2)	-	+	+	+
TGARCH (1,3)	-	+	+	+	TGARCH (1,3)	-	+	+	+
TGARCH (2,1)	-	+	+	+	TGARCH (2,1)	-	+	+	+
TGARCH (2,2)	-	+	-	+	TGARCH (2,2)	-	+	+	+
TGARCH (2,3)	-	+	-	+	TGARCH (2,3)	-	+	+	+
TGARCH (3,1)	-	+	-	+	TGARCH (3,1)	-	+	+	+
TGARCH (3,2)	-	+	-	+	TGARCH (3,2)	-	+	+	+
TGARCH (3,3)	-	+	-	+	TGARCH (3,3)	-	+	+	+



*BİST 100 2. Seans Açılış Serisine* yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde uygulanan modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilitte hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller ARCH (1), ARCH (2), GARCH (1,1), GARCH (1,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 949361" ile GARCH (1,1) modeline aittir. Bu sebeple BİST 100 Endeksi 2. seans açılış serisinin volatilitte hesaplamalarında GARCH (1,1) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

*BİST 100 2. Seans Kapanış Serisine* yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde uygulanan modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilitte hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller GARCH (1,1), GARCH (1,2), GARCH (2,1), GARCH (2,2), GARCH (3,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3), TGARCH (1,1) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 944315" ile GARCH (3,2) modeline aittir. Bu sebeple BİST 100 Endeksi 2. seans kapanış serisinin volatilitte hesaplamalarında GARCH (3,2) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

**Tablo 7.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Volatilitte Tahmin Sonuçları

BİST 100 Endeksi	$\alpha 0$	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha 3$	$\beta 1$	$\beta 2$	$\beta 3$	Volatilitte $\frac{\alpha 0}{1 - \alpha - \beta}$
1. Seans Açılış Garch (1,1)	0,0000155	0,0783570			0,8552440			0,000233437
1. Seans Kapanış Garch (1,1)	0,0000102	0,065028			0,889159			0,000222644
2. Seans Açılış Garch (1,1)	0,00000913	0,063683			0,894729			0,000219534
2. Seans Kapanış Garch (3,2)	0,0000269	0,100479	0,005919		0,409837	0,301393		0,000233832

Yapılan analizler neticesinde BİST 100 Endeksi açılış ve kapanış serilerinin volatilitelerini belirlemede en uygun modeller; 1. seans açılış, 1. seans kapanış ve 2. seans açılış serileri için GARCH (1,1) modeli olarak belirlenmiş, 2. seans kapanış serisi için de GARCH (3,2) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Modelde  $\alpha$  katsayısı ARCH etkisinin,  $\beta$  katsayısı ise GARCH etkisinin göstergesidir. Regresyon parametrelerinin toplamı olan ( $\alpha + \beta$ ), geçmiş dönem değişkenlerinin değişimlerinin şimdiki değişkenlik seviyesine (volatilitte) etkisini ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre tüm serilerde  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının toplamlarının 1'den küçük olması bize durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilitenin tahmin edilebilir yapıda olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda bu rakamın 1'e yakın olması bize serilerde meydana gelen bir volatilitenin yarılanma süresinin uzun olduğunu belirtir. Modelde yer alan katsayılara göre; cari dönem volatilitenin üzerindeki değişkenlik 1. seans açılışından sonra 1. seans kapanışta düşüşe geçmiştir, aynı şekilde 2. seans açılışında da 1. seans kapanışa göre düşük değerde gerçekleşmiştir. Fakat 2. seans kapanışta tekrar yükselişe geçerek 1. seans açılış değerinin de üzerinde gerçekleşmiştir. Aynı etkiyi GARCH etkisinde göremiyoruz. Geçmiş dönem şokların veya beklenmeyen getirilerin koşullu varyansa etkisini ifade eden GARCH etkisinde ise 1. seans açılıştan sonra yükselişe geçerek gün sonu kapanışta tekrar düştüğü görülmektedir.

Piyasada meydana gelen bir şokun seriler üzerine etkisi incelendiğinde  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının toplamının 1'den küçük olması şokların geçici nitelikte olduğunu göstermektedir.

BİST 100 Endeksi açılış ve kapanış serilerinin volatiliteleri hesaplandığında 1. seans açılıştan meydana gelen volatilitenin 1. seans kapanış ve 2. seans açılıştan meydana gelen volatiliteden daha yüksek olduğu görülmektedir. Gün sonu kapanış değerleri ile hesaplanan volatilitenin ise tekrar yükselişe geçerek BİST 100 Endeksi açılış ve kapanış serilerinin volatilitesi "U" tipi yapılanma sergilemesine neden olmuştur.

Serilerin istatistiksel tanımları sırasında hesaplanan getiri oranları 1. seans açılıştan itibaren yükseliş göstererek gün sonu kapanış seansında tekrar düşüşe geçtiği görülmektedir. Serilerin ortalama getirileri serilere yönelik hesaplanan volatilitenin değerleri ile ters yönlü bir hareket sergilemektedir.

### **BİST KURY Endeksi Volatilitenin Analizi**

BİST KURY Endeksi açılış ve kapanış serilerine yönelik ilk olarak serilerin tanımlayıcı istatistikleri gerçekleştirilmiştir. Akabinde serilerin volatilitenin modellerinin kurulabilmesi için durağanlığını test etmek amacıyla birim kök testleri yapılmıştır. Durağan olduğu kanıtlanan serilerin uygun ARMA yapıları belirlendikten sonra serilerdeki ARCH etkisi ARCH-LM testi ile test edilmiştir. Son olarak ise serilerdeki ARCH etkisini gideren en uygun volatilitenin modeli ile seriler modellenmiş ve analize uygun hale getirilmiştir.

### **BİST KURY Endeksi Tanımlayıcı İstatistikleri**

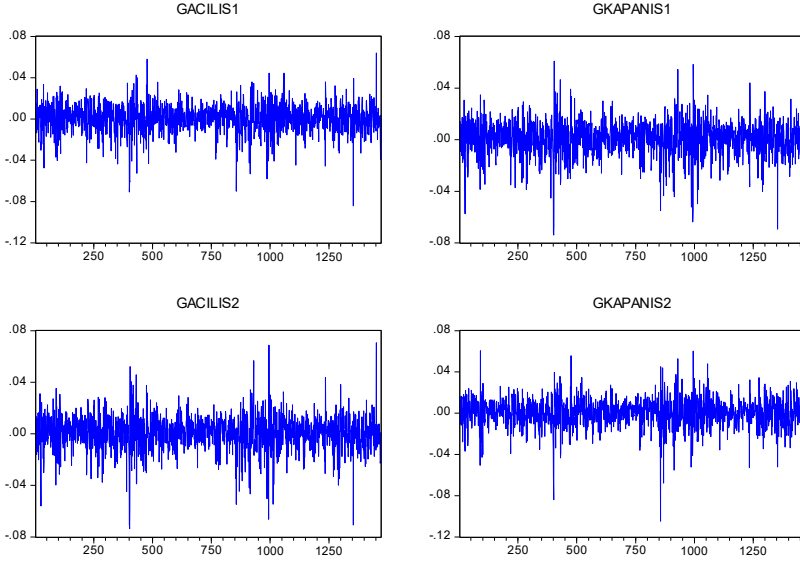
Tablo 8'de 01.01.2010 – 30.11.2015 tarihleri arası BİST KURY Endeksi günlük açılış ve kapanış verileri ile elde edilen getiri serilerinin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

Tablo 8'e göre göre, serilerin ortalama getirileri; 1. seans açılış: 0.000273, 1. seans kapanış: 0.000277, 2. seans açılış: 0.000279, 2. seans kapanış: 0.000271 olarak belirlenmiştir. Ortalama getiriler birbirine yakın olmakla birlikte açılış sonrası yükseliş göstermekte fakat 2. seans kapanışta tekrar düşüşe geçmektedir. Basıklık katsayısını gösteren Kurtosis katsayısı tüm serilerde eşik değer olan 3'ün üzerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuca göre seriler normalden daha dik (sivri) bir seridir. Serilerin çarpıklığını gösteren Skewness katsayısı tüm serilerde negatif değeri işaret etmektedir. Bu da bize serinin sağ kuyruğunun daha uzun olduğunu ve serinin sola çarpık olduğunu gösterir. Serinin istatistiki tanımlamasına yönelik yorumlanacak olan katsayı Jarque-Bera istatistiğidir. Hesaplanan Jarque-Bera istatistiği değeri normal dağılıma ait olan  $\chi^2(2)=5.99$  değerinden büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani getiri serisi normal dağılmamaktadır. Ele alınan serilerde Jarque-Bera değeri kritik değerin üzerinde hesaplanmıştır. Bu da serilerin normal dağılmadığını göstermektedir.

**Tablo 8. BİST KURY Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Tanımlayıcı İstatistikleri**

	BIST100GACILIS1	BIST100GKAPANIS1	BIST100GACILIS2	BIST100GKAPANIS2
<b>Mean</b>	0.000273	0.000277	0.000279	0.000271
<b>Median</b>	0.001358	0.001098	0.001210	0.001036
<b>Maximum</b>	0.063870	0.064993	0.070575	0.060448
<b>Minimum</b>	-0.084008	-0.073928	-0.073641	-0.104664
<b>Std. Dev.</b>	0.014135	0.013968	0.013884	0.014048
<b>Skewness</b>	-0.623512	-0.564560	-0.493849	-0.668264
<b>Kurtosis</b>	5.959624	6.307160	6.443101	7.731376
<b>Jarque-Bera</b>	631.3300	747.4896	785.3329	1479.542
<b>Probability</b>	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
<b>Observations</b>	1469	1469	1469	1469

Grafik 2'de yatay ekseninde yer alan değerler gözlem sayısını göstermektedir. Dikey ekseninde yer alan değerler ise ilgili gözlem gününe ait olan getiri serisi değerini göstermektedir. Ele alınan serilerde volatilité kümelenmesi "volatility clustering" gözlemlenmektedir. Yani, logaritmik yöntemle hesaplanan getirilerde meydana gelen büyük değişimleri büyük, küçük değişimleri ise küçük hareketler izlemektedir. Seride genel dağılım sıfır ortalama etrafında seyretmesi ise bize serinin durağan olduğu kanısını uyandırmaktadır.

**Grafik 2. BİST KURY Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Çizgi Grafiği**

Serilere ait grafiksel ve kolegram yoluyla gerçekleştirilen incelemeler sonucunda serinin durağan olduğu yönünde güçlü bir kanı oluşmuştur. Fakat durağanlığın kesin olarak belirlenmesi adına seriye birim kök testi uygulanmıştır. Bu kapsamda kurulan hipotezimiz şu şekildedir:

$H_0$ : birim kök var; seri durağan değil.

$H_1$ : birim kök yok; seri durağan.

**Tablo 9. BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Birim Kök Testi Sonuçları**

ADF Test Stat.	Kritik Değ. %1	-3.434278
	Kritik Değ. %5	-2.863162
	Kritik Değ. %10	-2.567681
BİST KURY AÇILIŞ 1	t-istatistiği	-38.74902
	Prob.	0.0000
BİST KURY KAPANIŞ 1	t-istatistiği	-37.89343
	Prob.	0.0000
BİST KURY AÇILIŞ 2	t-istatistiği	-37.92972
	Prob.	0.0000
BİST KURY KAPANIŞ 2	t-istatistiği	-38.02216
	Prob.	0.0000

Hesaplanan ADF istatistiği değerleri tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden mutlak değerce büyük olarak gerçekleşmiştir. Böylece ele alınan seriler için kurulan  $H_0$  hipotezi reddedilmekte ve seriler durağan olarak kabul edilmektedir.

BİST KURY Endeksinden elde edilen serilerin özelliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen analizler neticesinde serilerin durağan, dik (sivri), sola çarpık ve normal dağılıma sahip olmayan bir seriler olduğuna ulaşılmıştır. Serilerin temel özellikleri belirlendikten sonra ARCH ailesi modellerini seriler üzerine uygulamak için seride ARCH etkisinin varlığının test edilmesi gerekmektedir. Bunun için ise öncelikli olarak ARCH-LM testinin gerçekleştirilmelidir. Bu testin ilk adımı ortalama denkleminin belirlenmesidir. En uygun ARMA modelinin seçiminde ise modeller arasında AIC (Akaike Info Criterion) bilgi kriterleri en küçük olanın seçimi yapılmıştır.

**Tablo 10.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri ARMA Yapıları Test Sonuçları

ARMA (p,q) Modelleri Akaike Değerleri	AR	MA
BİST KURY AÇILIŞ 1	2	2
	Test Sonucu	-5.684635
BİST KURY KAPANIŞ 1	2	2
	Test Sonucu	-5.709439
BİST KURY AÇILIŞ 2	2	2
	Test Sonucu	-5.723921
BİST KURY KAPANIŞ 2	0	2
	Test Sonucu	-5.692378

Elde edilen AIC testlerinin sonuçlarına göre p ve q değerlerinin tüm kombinasyonları ile oluşturulan modeller arasında minimum AIC kriterine göre; BİST KURY Endeksi 1. seans Açılış serisinin en uygun ARMA yapısı AR (2) MA (2) yani  $ARMA(2,2)$  modeli, BİST KURY Endeksi 1. seans Kapanış serisinin en uygun ARMA yapısı  $ARMA(2,2)$ , BİST KURY Endeksi 2. seans Açılış serisinin en uygun ARMA yapısı  $ARMA(2,2)$ , BİST 100 KURY 2. seans Kapanış serisinin en uygun ARMA yapısı  $ARMA(0,2)$  belirlenmiştir. Serilerin ARCH modeli uygulamalarında uygun ARMA yapıları kullanılacaktır.

ARCH ailesi modelleri ile volatilité hesaplaması yapabilmek için seride ARCH etkisinin var olması gerekmektedir. Serilere yönelik 30 gecikmeye kadar gerçekleştirilen ARCH-LM testi sonuçlarının tümünde  $|X^2 \text{ İstatistiği} - 1| < | \text{Obs} * R^2 |$  eşitliği sağlanmıştır. Yani ARCH-LM testi sonuçlarına göre serilerde ARCH etkisinin olmadığını öne süren  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. BİST 100 Endeksinin açılış ve kapanış serilerinde ARCH etkisinin varlığı ispatlanmıştır.

**Tablo 11.** BİST 100 Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri ARCH-LM Testi Sonuçları

ARCH-LM Testi	$X^2 X^2$ İstatistiği	1. Seans Açılış	1. Seans Kapanış	2. Seans Açılış	2. Seans Kapanış
		Obs*R-squared	Obs*R-squared	Obs*R-squared	Obs*R-squared
LM (k=1)	3.84146	43.21676	161.6809	138.4766	36.86312
LM (k=5)	11.07050	66.62353	173.0630	144.0715	73.57369
LM (k=10)	18.30704	78.34192	184.3880	158.6718	85.18905
LM (k=20)	31.41043	82.77841	193.4730	176.0196	107.4446
LM (k=30)	43.77297	98.74490	213.4526	193.1959	115.5002

### BİST KURY Endeksi Volatilite Tahmini

Bu aşamada istatistiksel özellikleri belirlenen, durağanlaştırılan, uygun ARMA (p,q) modelleri bulunarak ortalama denklemi oluşturulan ve ARCH etkisinin varlığı kabul edilen seriler için en uygun oynaklık modelinin tahmini gerçekleştirilecektir. BİST 100 Endeksi serilerinin volatilitenin belirlenmesi için ARCH(p), GARCH(p,q), EGARCH(p,q) ve TGARCH(p,q) modellerinden faydalanılmıştır. Bu kapsamda literatürde en çok kullanılan p=1,2,3 q=1,2,3 gecikme değerleri tercih edilmiştir. Buna göre modellere ilişkin sonuçlar Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12.** Volatilite Modelleri Uygunluk Testi Sonuçları

BİST KURY 1. Seans Açılış					BİST KURY 1. Seans Kapanış				
Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm	Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm
ARCH (1)	+	+	-	-	ARCH (1)	+	+	-	+
ARCH (2)	+	+	+	+	ARCH (2)	-	+	-	+
ARCH (3)	+	+	+	+	ARCH (3)	+	+	-	+
GARCH (1,1)	+	+	+	+	GARCH (1,1)	+	+	+	+
GARCH (1,2)	+	+	+	+	GARCH (1,2)	+	+	+	+
GARCH (1,3)	-	+	+	+	GARCH (1,3)	-	+	+	+
GARCH (2,1)	-	+	+	+	GARCH (2,1)	-	+	+	+
GARCH (2,2)	-	+	+	+	GARCH (2,2)	-	+	+	+
GARCH (2,3)	-	+	+	+	GARCH (2,3)	-	+	+	+
GARCH (3,1)	-	+	+	+	GARCH (3,1)	-	+	+	+
GARCH (3,2)	-	+	+	+	GARCH (3,2)	-	+	+	+
GARCH (3,3)	-	+	+	+	GARCH (3,3)	-	+	+	+
EGARCH (1,1)			+	+	EGARCH (1,1)			+	+
EGARCH (1,2)			+	+	EGARCH (1,2)			+	+
EGARCH (1,3)			+	+	EGARCH (1,3)			+	+
EGARCH (2,1)			+	+	EGARCH (2,1)			+	+
EGARCH (2,2)			+	+	EGARCH (2,2)			+	+
EGARCH (2,3)			+	+	EGARCH (2,3)			+	+
EGARCH (3,1)			+	+	EGARCH (3,1)			-	-
EGARCH (3,2)			+	+	EGARCH (3,2)			+	+
EGARCH (3,3)			+	+	EGARCH (3,3)			+	+
TGARCH (1,1)	-	+	+	+	TGARCH (1,1)	-	+	+	+
TGARCH (1,2)	-	+	+	+	TGARCH (1,2)	-	+	+	+
TGARCH (1,3)	-	+	+	+	TGARCH (1,3)	-	+	+	+
TGARCH (2,1)	-	+	+	+	TGARCH (2,1)	-	+	+	+
TGARCH (2,2)	-	+	+	+	TGARCH (2,2)	-	+	+	+
TGARCH (2,3)	-	+	+	+	TGARCH (2,3)	-	+	+	+
TGARCH (3,1)	-	+	+	+	TGARCH (3,1)	-	+	+	+
TGARCH (3,2)	-	+	+	+	TGARCH (3,2)	-	+	+	+
TGARCH (3,3)	-	+	+	+	TGARCH (3,3)	-	+	+	+

*BİST KURY Endeksi 1. Seans Açılış Serisine* yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilite hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller ARCH (2), ARCH (3), GARCH (1,1), GARCH (1,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 937164" ile GARCH (1,2) modeline aittir. Bu sebeple BİST KURY Endeksi 1. seans açılış serisinin volatilite hesaplamalarında GARCH (1,2) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

*BİST KURY Endeksi 1. Seans Kapanış Serisine* yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde uygulanan modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilitte hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller GARCH (1,1), GARCH (1,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 933699" ile GARCH (1,2) modeline aittir. Bu sebeple *BİST KURY Endeksi 1. seans kapanış serisinin* volatilitte hesaplamalarında GARCH (1,2) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

**Tablo 12 Devam: Volatilitte Modelleri Uygunluk Testi Sonuçları**

BİST KURY 2. Seans Açılış					BİST KURY 2. Seans Kapanış				
Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm	Modeller / Değerlendirme Kriteri	$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\alpha + \beta < 1$	Artıklar Arası Korelasyon	Arch-Lm
ARCH (1)	+	+	-	-	ARCH (1)	+	+	-	-
ARCH (2)	+	+	-	-	ARCH (2)	+	+	-	-
ARCH (3)	+	+	+	+	ARCH (3)	+	+	-	-
GARCH (1,1)	+	+	+	+	GARCH (1,1)	+	+	+	+
GARCH (1,2)	+	+	+	+	GARCH (1,2)	-	+	+	+
GARCH (1,3)	-	+	+	+	GARCH (1,3)	-	+	+	+
GARCH (2,1)	-	+	+	+	GARCH (2,1)	+	+	+	+
GARCH (2,2)	-	+	+	+	GARCH (2,2)	-	+	+	+
GARCH (2,3)	-	+	+	+	GARCH (2,3)	-	+	+	+
GARCH (3,1)	-	+	+	+	GARCH (3,1)	+	+	+	+
GARCH (3,2)	-	+	+	+	GARCH (3,2)	+	+	+	+
GARCH (3,3)	-	+	+	+	GARCH (3,3)	-	+	+	+
EGARCH (1,1)			+	+	EGARCH (1,1)			+	+
EGARCH (1,2)			+	+	EGARCH (1,2)			+	+
EGARCH (1,3)			+	+	EGARCH (1,3)			+	+
EGARCH (2,1)			+	+	EGARCH (2,1)			+	+
EGARCH (2,2)			+	+	EGARCH (2,2)			+	+
EGARCH (2,3)			+	+	EGARCH (2,3)			+	+
EGARCH (3,1)			+	+	EGARCH (3,1)			+	+
EGARCH (3,2)			+	+	EGARCH (3,2)			+	+
EGARCH (3,3)			+	+	EGARCH (3,3)			+	+
TGARCH (1,1)	-	+	+	+	TGARCH (1,1)	+	+	+	+
TGARCH (1,2)	-	+	+	+	TGARCH (1,2)	-	+	+	+
TGARCH (1,3)	-	+	+	+	TGARCH (1,3)	-	+	+	+
TGARCH (2,1)	-	+	+	+	TGARCH (2,1)	-	+	+	+
TGARCH (2,2)	-	+	+	+	TGARCH (2,2)	-	+	+	+
TGARCH (2,3)	-	+	+	+	TGARCH (2,3)	-	+	+	+
TGARCH (3,1)	-	+	+	+	TGARCH (3,1)	-	+	+	+
TGARCH (3,2)	-	+	+	+	TGARCH (3,2)	-	+	+	+
TGARCH (3,3)	-	+	+	+	TGARCH (3,3)	-	+	+	+



*BİST KURY Endeksi 2. Seans Açılış Serisine* yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilitte hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller ARCH (3), GARCH (1,1), GARCH (1,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 933151" ile GARCH (1,2) modeline aittir. Bu sebeple BİST KURY Endeksi 2. seans açılış serisinin volatilitte hesaplamalarında GARCH (1,2) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

*BİST KURY Endeksi 2. Seans Kapanış Serisine* yönelik yapılan uygunluk testleri neticesinde uygulanan modellerin anlamlılığını sınıadığımızda volatilitte hesaplamalarında kullanılmak üzere anlamlı sonuçlar veren modeller GARCH (1,1), GARCH (2,1), GARCH (3,1), GARCH (3,2), EGARCH (1,1), EGARCH (1,2), EGARCH (1,3), EGARCH (2,1), EGARCH (2,2), EGARCH (2,3), EGARCH (3,1), EGARCH (3,2), EGARCH (3,3) ve TGARCH (1,1), modelleri olarak belirlenmiştir. Modellerden en düşük TIC değeri "0. 930249" ile GARCH (3,1) modeline aittir. Bu sebeple BİST KURY Endeksi 1. seans kapanış serisinin volatilitte hesaplamalarında GARCH (3,1) modelinin parametreleri kullanılacaktır.

**Tablo 13.** BİST KURY Endeksi Açılış ve Kapanış Serileri Volatilitte Tahmin Sonuçları

BİST 100 Endeksi	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	Volatilitte $\frac{\alpha_0}{1 - \alpha - \beta}$
1. Seans Açılış Garch (1,1)	0,0000221	0,1063980			0,7817750	0,003851		0,000204675
1. Seans Kapanış Garch (1,1)	0,0000152	0,118073			0,26138	0,542377		0,000194448
2. Seans Açılış Garch (1,1)	0,0000144	0,122397			0,286907	0,515888		0,000192493
2. Seans Kapanış Garch (3,2)	0,0000345	0,120876	0,041046	0,103595	0,386463	0,179322		0,000204507

Yapılan analizler neticesinde BİST 100 Endeksi açılış ve kapanış serilerinin volatilitelerini belirlemede en uygun modeller; 1. seans açılış, 1. seans kapanış ve 2. seans açılış serileri için GARCH (1,2) modeli olarak belirlenmiş, 2. seans kapanış serisi için de GARCH (3,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Modellerde  $\alpha$  katsayısı ARCH etkisinin,  $\beta$  katsayısı ise GARCH etkisinin göstergesidir. Regresyon parametrelerinin toplamı olan ( $\alpha + \beta$ ), geçmiş dönem değişkenlerinin değişimlerinin şimdiki değişkenlik seviyesine (volatilitte) etkisini ifade etmektedir.

BİST KURY Endeksi serilerine yönelik gerçekleştirilen analizler neticesinde elde edilen sonuçlar BİST 100 Endeksi serilerinden elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermekle birlikte bazı noktalarda farklı sonuçlar da elde edilmiştir. BİST KURY Endeksi serilerinden elde edilen sonuçlara göre tüm serilerde  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının toplamının 1'den küçük olması bize durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilitenin tahmin edilebilir yapıda olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda bu rakamın 1'e yakın olması bize serilerde meydana gelen bir volatilitenin yarılanma süresinin uzun olduğunu belirtir. Modelde yer alan katsayılara göre; cari dönem volatilité üzerindeki değişkenlik 1. seans açılışından sonra 1. seans kapanışta ve 2. seans açılışında yükselişe geçmiş, 2. seans kapanışta ise bir miktar düşüş gerçekleşmiştir. Aynı yapıyı GARCH etkisinde de görmek mümkündür. Geçmiş dönem şokların veya beklenmeyen getirilerin koşullu varyansa etkisini ifade eden GARCH etkisinde 1. seans açılıştan sonra yükseliş trendine girerek gün sonu kapanışta tekrar düşüşe geçmiştir.

Piyasada meydana gelen bir şokun seriler üzerine etkisi incelendiğinde  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının toplamının 1'den küçük olması şokların geçici nitelikte olduğunu göstermektedir.

BİST KURY Endeksi açılış ve kapanış serilerinin volatiliteleri hesaplandığında 1. seans açılışta meydana gelen volatilitenin 1. seans kapanış ve 2. seans açılışta meydana gelen volatiliteden daha yüksek olduğu görülmektedir. Gün sonu kapanış değerleri ile hesaplanan volatilité ise tekrar yükselişe geçerek 1. seans açılış değerine yakın bir değerde gerçekleşmiştir. Buna göre BİST 100 Endeksi açılış ve kapanış serilerinin volatilitesinde olduğu gibi BİST KURY Endeksi açılış ve kapanış serilerinde meydana gelen volatiliteler de "U" tipi yapılanma sergilemektedir.

Serilerin ortalama getirisi ile volatilitesi arasındaki ters yönlü ilişki BİST KURY Endeksi serilerinde de görülmektedir. Serilerin istatistikî tanımları sırasında hesaplanan getiri oranları 1. seans açılıştan itibaren yükseliş göstererek gün sonu kapanış seansında tekrar düşüşe geçmektedir.

## SONUÇ

BİST KURY ve BİST 100 Endekslerinin 1. seans açılış, 1. seans kapanış, 2. seans açılış ve 2. seans kapanış değerleri ile oluşturulan serilere yönelik 01.01.2010 – 30.11.2015 tarihleri arasında 1.471 adet veri yardımıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerle FAMA'nın ileri sürdüğü etkin piyasalar hipotezinin BİST 100 Endeksi ve BİST KURY Endeksi'nin karşılaştırılması yardımıyla sınanması gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda ele alınan serilerin gün içi oynaklık hareketliliklerinin hesaplanmasıyla serilerde meydana gelen anomaliler de ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında inceleme yapılan serilerin hepsinde ARCH etkisine rastlanmıştır. Böylelikle serilerin ARCH ailesi modelleri ile volatiliteler tahminleri gerçekleştirilebilecek yapıda olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında ele alınan tüm seriler için tahmin edilen koşullu değişen varyans modelleri sonrasında uygulanan modeller sayesinde ARCH etkisinin ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Ayrıca standartlaştırılmış hataların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları da incelemeye alınmıştır. Yapılan incelemeler sonrasında söz konusu fonksiyonların katsayıları %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş, serilerde var olan ARCH etkisinin ortadan kalktığı belirlenmiştir. Bu sonuca göre ele alınan seriler için uygun bulunan koşullu değişen varyans modelleri volatiliteleri tahminlemede başarılı olmaktadır.

Serilere yönelik uygulanan volatiliteler modelleri yardımıyla elde edilen parametreler tüm serilerde benzerlikler göstermektedir. Serilerde meydana gelen volatilitenin genel sebebi, " $\beta$ " katsayısından hareketle geçmiş dönem şokları veya beklenmeyen getiriler olarak belirlenmiştir. Fakat serilerde meydana gelen çoklar geçici niteliktedir.

Etkin piyasalar hipotezi çerçevesinde BİST 100 Endeksine kıyasla daha etkin bir formda bulunan BİST KURY Endeksinin hesaplanan volatilitelerinin daha düşük seviyede gerçekleştiği görülmektedir. BİST KURY Endeksinde volatilitenin etkin piyasalar hipotezi çerçevesinde diğer endekslerin volatilitelerinden daha düşük olması söz konusu piyasada riskin daha az olduğunun bir göstergesidir. Bu piyasada oluşan fiyatlar şeffaflık ilkesi gereği piyasa gelen haberleri diğer endekslerin piyasalarına göre daha net yansıtmaktadır. Bu sebeple söz konusu piyasada diğer piyasalara göre spekülasyona dayalı kâr oranı daha az olmaktadır.

Her iki endekste gün içi veriler yardımıyla hesaplanan volatiliteler incelendiğinde volatilitelerin birbirine benzer yapıda hareket ettiği görülmektedir. Endekslerin 1. seans açılış volatiliteleri yüksek bir değerden gerçekleşmektedir. Gün içerisinde meydana gelen volatiliteler ise 1. seans açılış değerine göre daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Gün sonu kapanış seansı olarak ele alınan 2. seans kapanış serisinin volatilitesi de tekrar yükselişe geçerek ilk açılış seansı değerlerine yakın bir değerde gerçekleşmiştir.

Madhavan ve Panchapagesan'ın (1999) açılış ve kapanış fiyatlarında gerçekleşen anomaliler üzerine yaptığı çalışmada, açılış fiyatının yüksek olması kapanış fiyatının yüksek olmasına bağlı olduğunu belirten sonucu, bu çalışma ile elde edilen sonuçlarla uyumludur. Bunda ki en önemli etken BİST'te yer alan açılış seansı uygulaması nedeniyle emir ve işlemlerin belirli zaman dilimlerinde toplanarak yine belirlenmiş bir anda bütün alım emirlerinin negatif eğimli bir talep eğrisi şeklinde, bütün satış emirlerinin ise pozitif eğimli bir arz eğrisi

şeklinde birleşip emirlerin karşılaşılarak işleme dönüştürülmesinden dolayı biriken işlemlerin anlık volatiliteye neden olmasıdır. Her ne kadar açılış seansı uygulamasına geçilmesinin esas nedeni piyasalarda gerçekleşen volatilitenin ve daha az likidite sorununu ortadan kaldırmak olsa da bir anlık alım ve satım emrinin piyasaya iletilmesi anlık volatilitenin neden olabilmektedir. Ayrıca borsanın kapalı olduğu saatlerde borsa uzmanlarına ulaşan emir dengesizliklerine yönelik bilginin borsa uzmanları tarafından açılış seansında bir avantaja dönüştürülmesi açılış seansında meydana gelen yüksek volatilitenin önemli nedenlerinden biridir. Açılış seansında meydana gelen volatilitenin seviyesini borsanın kapalı kaldığı süre de etkilemektedir. Borsanın kapalı kaldığı süreye bağlı olarak volatilitenin de artış meydana geldiği Amihud ve Mendelson'ın (1991) ve Hillion ve Souminen'in (2004) ayrı ayrı gerçekleştirdikleri çalışmaların sonuçlarında belirtilmektedir.

Ele alınan endekslerin açılış ve kapanış serilerinde meydana gelen volatiliteler incelendiğinde kapanış seansı volatilitesinin tekrar yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Kapanışa doğru volatilitenin yükselmesinin sebebi ise yatırımcıların kapanıştan sonra meydana gelecek riskten kaçma içgüdüleri ile satış yönünde hareket ettikleri için gün sonu hareketlilik artmakta ve bu da volatilitenin artırmaktadır.

Özetle Madhavan, Richard son ve Roomans'un (1997) da belirttiği üzere kamuya açıklanan veya açıklanmayan yeni bilgilerin fiyatlara yansımaları, piyasa yapımcılarının kendi menfaatlerine kullandıkları tekel güçleri, borsa temsilcilerinin kapanışa doğru alım-satım işlemlerine daha fazla konsantre olmaları gibi sebepler gün içi getiri ve volatilitenin oluşmasına sebep olmaktadır.

Dünyada yer alan çeşitli piyasalarda yapılan çalışmalara paralel olarak BİST 100 ve BİST KURY Endekslerinde meydana gelen volatilitenin yapılanması Tezölmez (2000), Zorlu (2000), Bildik (2000), Küçükkoçoğlu (2005) tarafından Borsa İstanbul'da, Özenbaş, Schwartz ve Wood'un (2002) NYSE, Hsieh ve Kleidon (1994) New York ve Londra döviz piyasasında gözlemlendiği şekilde "U" formatında gerçekleşmiştir (Aktaran; Kadioğlu ve Küçükkoçoğlu, 2015).

## KAYNAKÇA

- Abdioğlu, Z. ve Değirmenci, N. (2013). İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Mevsimsel Anomaliler, *Business and Economics Research Journal*, 4(3), 55-73.
- Akar C. (2006). Finansal Piyasalarda Krizlerin ve Takvimsel Faktörlerin Volatilité Ve Getiri Üzerine Etkisi, *İktisat - İşletme ve Finans Dergisi*, 22 (253), 115 – 132.
- Al-Rjoub, S. A. M ve Alwaked, A. (2010), January Effect During Financial Crisis: Evidence from the U.S, *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 24, 29 – 35.
- Amihud, Y. ve Mendelson, H. (1991). Efficiency and Trading: Evidence From The Japanese Stockmarket, *Journal of Finance*, 46 (5), 1765 – 1789.
- Atakan, T. (2008). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Haftanın Günü Etkisi ve Ocak Ayı Anomalilerinin ARCH – GARCH Modelleri ile Test Edilmesi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*. 37 (2), 1303 – 1732.
- Aytekin, S. ve Sakarya Ş. (2014). Ocak Ayı Anomalisi: Borsa İstanbul Endeksleri Üzerine Bir Uygulama, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 10 (23), 137 – 155.
- Bildik, R. (2000). Hisse Senedi Piyasalarında Dönemsellikler ve İMKB Üzerine Ampirik Bir Çalışma, *İMKB Yayını*. İstanbul.
- Bernard, J. T., Khalaf, L., Kichian, M. ve Mc Mahon, S. (2006). Forecasting Commodity Prices: GARCH, Jumps and Mean Reservation, *Bank of Canada Staff Working Papers*, 6 (14).
- Çinko, M. (2006). Etkin Piyasa Hipotezi: İMKB'de Haftanın Günü Etkisi ve Tatil Anomalisi, *TİSK Akademi Dergisi*. 1 (2), 116 – 127.
- Çömlekçi, İ., Öncü, M. A. ve Çömlekçi, S. (2015). Yatırımcıların Özellikleri İle Hisse Senedi Piyasalarındaki Anomali Algısı Arasındaki İlişki: Bireysel Yatırımcılar Üzerine Bir Araştırma, *Ege Akademik Bakış*, 15 (2), 173 – 284.
- Demireli, E. (2008). Etkin Pazar Kuramından Sapmalar: Finansal Anomalileri Etkileyen Makro Ekonomik Faktörler Üzerine Bir Araştırma, *Ege Akademik Bakış*, 8 (1), 215 – 241.
- Ege, İ., Topaloğlu, E. E. ve Coşkun, D. (2012). Davranışsal Finans ve Anomaliler: Ocak Ayı Anomalisinin İMKB'de Test Edilmesi, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 56, 175 – 190
- Güven, G. (2010). *Döviz Kuru Oynaklığının Modellenmesi ve Öngörülmesi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Hillion, P. ve Suominen, M. (2004). The Manipulation of Closing Prices, *Journal of Financial Markets*, 7 (4), 351 – 375.
- Kadioğlu, E. ve Küçükkocaoğlu, G. (2015). Borsa İstanbul'da Gün içi Getiri ve Volatilitite Yapısı ile Tek Fiyatlı Açılış ve Kapanış Seanslarının Etkisi, *BDDK Bankacılık ve Finansal Dergisi*, 9 (1), 103 – 126.
- Karan, M. B. (2004). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Küçükkocaoğlu, G. (2003). *İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Gün İçi Getiri, Volatilitite ve Kapanış Fiyatı Manipülasyonu*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Küçükşille, E. (2012), İMKB Endekslerinde Ocak Ayı Etkisinin Test Edilmesi, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 53, 129-138.
- Konak, F. ve Şeker, Y. (2014). The Efficiency of Developed Markets: Empirical Evidence from FTSE 100, *Journal of Advanced Management Science*, 2 (1), 29 – 32.
- Konak, F. ve Kendirli, S. (2014). Yılın Ayları Etkisi'nin Borsa İstanbul 100 Endeksi'nde Garch (1,1) Modeli ile Test Edilmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 137 – 146.
- Madhavan, A. ve Panchapagesan, V. (1999). The First Price of The Day. *The Journal of Portfolio Management*, 28 (2), 101 – 111.
- Madhavan, A., Richardson, M. ve Roomans, M. (1997). Why Do Security Prices Fluctuate? A Transaction – Level Analysis of The NYSE Stocks, *Review of Financial Studies*. 10 (4), 1035-1064.
- Nguyen, V. ve Phengpis, C. (2008). An Analysis of The Opening Mechanisms of Exchange Traded Fund Markets, *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 49 (2): 562–577.
- Ohta, W. (2006). An Analysis of Intraday Patterns in Price Clustering on The Tokyo Stock Exchange, *Journal of Banking & Finance*. 30, 1023 – 1039.
- Öztürkatalay M. V. (2005). Hisse Senedi Piyasalarında Görülen Kesitsel Anomaliler ve İMKB'ye Yönelik Bir Araştırma, *İMKB Yayınları*, İstanbul.
- Sermaye Piyasası Kurulu, (1997). *Dünya Borsalarında Gözlemlenen Anomaliler ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Üzerine Bir Deneme*. Yayın No: 61. Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu. Özmen, T.
- Şahin, Ö. (2015). *BİST'teki Endekslerin Volatilitelerinin Karşılaştırmalı Analizi: BİST Kurumsal Yönetim, BİST 100, BİST 50 ve BİST 30 Endeksleri Üzerinde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Düzce.

- Şahin, Ö., Öncü M. A. ve Sakarya, Ş., (2015). BİST 100 ve Kurumsal Yönetim Endeksi Volatilitelerinin Karşılaştırmalı Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16 (2), 107 – 126.
- Taner, T. ve Kayalıdere, K. (2002). 1995-2000 Döneminde İMKB'de Anomali Araştırması, *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 9 (1-2), 1 – 24.
- Tezölmez, H. (2000). *Intraday Patterns in Istanbul Stock Exchange Index and Effect of Public Information on Return Volatility*. Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi. İstanbul.
- Tunçel, A. K. (2012). İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Yılın Ayı Etkisi, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10 (19), 1 – 30.
- Zorlu, E. (2000). *Borsa İstanbul'da Gün İçi Endeks Volatilitelerinin Değerlendirilmesi*. Yeterlik Etüdü. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası. İstanbul.

