

Seçilmiş BIST Alt Sektör Endekslerinde Volatilitenin ARCH-GARCH Yöntemleri İle Modellenmesi*

Meltem KILIÇ **
Yücel AYRIÇAY***

ÖZET

Bu çalışmada, Borsa İstanbul (BIST) alt sektör endeksinde yer alan Gıda ve İçecek (XGIDA), Kimya, Petrol ve Plastik (XKMYA), Metal, Eşya ve Makine (XMESY), Orman, Kağıt ve Basım (XKAGT), Taş ve Toprak (XTAST) ve Tekstil ve Deri (XTEKS) sektörü endekslerinin 01.1997-07.2019 tarihlerini kapsayan aylık getiri serilerinin volatilitenin modellenmesinde hangi modelin daha iyi sonuç verdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Koşullu değişen varyans modelleri ile test edilen serilerde volatilitenin hem otoregresif koşullu değişen varyans modeli (ARCH) hem de genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans modeli (GARCH) etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. Ampirik analizler sonucunda, Gıda ve içecek sektörü endekslerine ilişkin volatilitenin tahminlerinde en uygun modelin GARCH (1,1), kimya, petrol ve plastik ve metal eşya ve makine sektörü endeksine ait volatilitenin tahminlerinden en uygun modelin Üstel-GARCH (E-GARCH) (1,1), orman, kağıt ve basım ve tekstil ve deri sektörü endeksleri için en uygun modelin Eşit Değer GARCH (GRJ-GARCH) (1,1) ve taş ve toprak sektörü endeksine ait volatilitenin tahmini için en uygun modelin Ortalamada GARCH (GARCH-M) (1,1) olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alt Sektör Pay Endeksleri, Volatilitenin Modellenmesi, Otoregresif Koşullu Değişen Varyans-Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH-GARCH) Modelleri

JEL Sınıflandırması: G10, G17, C59.

The Modelling Of Volatility With ARCH-GARCH Models In Selected BIST Sub-Sectors Indices

ABSTRACT

In this study, Borsa Istanbul (BIST) sub-sector index Food and Beverage (XGIDA), Chemical, Petroleum and Plastic (XKMYA), Metal, Goods and Machinery (MESY), Forest, Paper and Printing (XKAGT), Stone and Soil (XTAST) and Textile and Leather (XTEKS) indices of the monthly return series covering the dates 01.1997-07.2019 have been investigated which model gives better results in volatility modeling. In this series tested with conditionally varying variance models, it was found that volatility had both Autoregressive Condition Heteroscedasticity (ARCH) and Generalized Autoregressive Condition Heteroscedasticity (GARCH) effects. As a result of empirical analysis, food and beverage sector indices is the most appropriate model for the volatility estimations at GARCH (1,1), chemical, petroleum and plastic and metal, goods and machinery sector index is the most suitable model of volatility estimations of Exponential-GARCH (E-GARCH) (1,1), the most suitable model for the forest, paper and printing and textile and leather sector index is Threshold-GARCH (GRJ-GARCH) (1,1) and stone and soil sector index is the most suitable model for volatility estimation GARCH in Mean (GARCH-M) (1,1).

Keywords: Sub-sector Indices, Volatility Modeling, ARCH-GARCH Models.

Jel Classification: G10, G17, C59.

* Makale Gönderim Tarihi: 16.12.2019, Makale Kabul Tarihi: 22.05.2020, Makale Türü: Nicel Araştırma

** Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, meltemkilic@ksu.edu.tr, Araştırma Makalesi, Orcid ID: 0000-0001-8978-9076.

*** Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, yucelayricay@ksu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5148-391X.

1. GİRİŞ

Finans literatüründe önemli bir yere sahip olan risk ve getiri, piyasalarda menkul kıymetlerin taşıdığı riskin ve getirinin belirlenmesi, yatırımcıların yatırım tercihleri yapabilmesi ve doğru kararlar alabilmesi için önemlidir. Yatırım kararı alırken yatırımcılar getirinin minimum risk seviyesinde olmasını istemektedirler. Bundan dolayı, yatırımcılar riskin göstergesi olan volatilitiyi takip etmektedirler. Bir menkul kıymette veya sektörde aşırı dalgalanma gözlemleyen yatırımcı riskten kaçınmak için yeniden çeşitlendirme yapmaktadır (Koy ve Ekim, 2016:2). Pay senedi getirilerinde ortaya çıkan volatiliti, risk yönetiminde temel bir kavram olarak ifade edilmektedir. Çünkü, finansal bir varlığın riski, getiriye bağlı olarak değişkenlikten kaynaklanmaktadır (Atakan, 2009:49). Piyasa riskini ölçerken kullanılan riske maruz değer modelinin birçoğunda volatiliti parametresi bulunmak ve bu parametre pay senetlerinin fiyatlarındaki volatilitiyi göstermektedir. Risk ve volatiliti arasındaki ilişkiyi genel olarak, volatiliti ile riskin doğru orantılı olduğu ve volatilitenin artmasının riskte artışa neden olacağı şeklinde ifade edilmektedir (Mazıbaşı, 2004:2-4). Bu ilişki finans teorisinin temel kurallarından biri olarak öngörülmektedir.

Volatiliti, finansal varlıklarının getirisinin standart sapması ya da finansal varlıkların fiyatlarında ortaya çıkan ani iniş veya çıkışlar olarak ifade edilmektedir. Pay senedi fiyatlarında oluşan volatiliti likit bir borsa piyasasının olduğunun göstergesidir. Borsa volatilitisinin artması, borsada büyük miktarlarda kazanç veya zarara neden olmaktadır. Yatırımcılar ise bu volatilitedeki artışı özkaynak yatırım riskinde bir artış olarak yorumlar ve fonlarını daha az riskli varlıklara yatırırlar (Goudarzi ve Ramanarayanan, 2011:221). Engle (1993), riskten hoşlanmayan yatırımcıların volatilitisinin artması beklenen varlıklara yatırımlarını azaltarak portföylerini düzenleyebileceğini ifade etmektedir. Pay senedi getirilerindeki volatilitelerin ortaya çıkması ise yatırımcılara değerlendirme, portföy optimizasyonu, opsiyon fiyatlama ve risk yönetimi gibi konularda fayda sağlamaktadır (Kenourgios, vd. 2005:3).

Mandelbrot (1963), pay senedi getirilerindeki büyük değişimleri büyük değişimlerin, küçük değişimleri küçük değişimlerin izlemesini volatiliti kümelenmesi olarak açıklamıştır (Mandelbrot, 1963:408-409).

Finansal zaman serilerinde finansal piyasalarda volatilitenin tahmin edilmesi ve modellenmesi, hem akademide hem de uygulamada üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bunun en önemli nedeni ise, volatilitedeki artışın risklerde artışa neden olmasıdır (Gür ve Ertuğrul, 2012:54). Ayrıca, volatiliti veya riskteki artışın pay senedi getirilerini etkilediği de öngörülmektedir.

Pay senetlerinin getirisi ile volatiliti arasında bir ilişkinin olduğu literatürdeki birçok çalışma tarafından ortaya konmuştur. Örneğin; Pindyck (1984), 1970'lerde pay senedi fiyatlarındaki düşüşün büyük bir kısmının volatilitedeki artışlardan kaynaklanan risk priminin

artışına bağlamaktadır. Çalışmalar genel olarak incelendiğinde risk primleri ve oynaklık arasında doğrudan bir ilişkinin olduğunu ifade edilmektedir (French vd. 1987:1).

Volatilité ve getirinin günümüz finans teorisindeki artan önemi, değişen kovaryans ve varyans modellemelerinin yapıldığı ekonometrik zaman serilerinin gelişmesine yol açmıştır. Özellikle yüksek frekanslı günlük verilerin kullanıldığı çalışmalarda doğrusal olmayan koşullu varyans modellerinin kullanılmasının gerektiğini ortaya konmuştur (Atakan, 2009:49). Koşullu varyans değişkeni kullanılarak yapılan ilk volatilitenin modellenmesinde kullanılan yöntem Engle (1982) tarafından geliştirilen otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) modelidir. Bu model daha sonra Bollerslev (1986) tarafından geliştirilerek genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) modeli olarak ifade edilmiştir. Bollerslev (1986) ve Bollerslev vd. (1992) yıllarındaki çalışmalarında pay senedi getirilerinin volatilitelerini incelemede koşullu heteroskedastisiteyi modellemek için kullanılan en iyi modelin ARCH ve GARCH tipi modeller olduğunu öngörmektedirler. Nelson (1991) ise volatilité modellerini daha fazla geliştirmiş ve Üssel GARCH (E-GARCH) modelini ortaya koymuştur. Bu volatilité modelleri tümü koşullu varyansı modellemektedir (Engle, 1993:75).

Bu çalışmada Borsa İstanbul Pay endeksinde yer alan BIST Sektör ve BIST Alt Sektör Endeksindeki bazı sektörlerin getiri değerlerinin volatilitesi ARCH-GARCH yöntemleri ile modellenmektedir. Çalışmadaki BIST Sektör ve BIST Alt Sektör Endeksleri, Yıldız Pazar, Ana Pazar ve Gelişen İşletmeler Pazarı'nda işlem gören firmaların paylarından olmaktadır (BIST, 2019:6). Çalışmanın amacı, Alt Sektör Endekslerinden Sanayi sektörünün getiri değerlerine uygulanan ARCH-GARCH modelleri ile en iyi volatilité modelinin belirlenmesi ve bu sayede pay senetlerinin ortaya çıkan şoklar karşısındaki davranışları hakkında bilgi edinmek amaçlanmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın giriş bölümünde pay senedi getirileri ve volatilité hakkında genel teorik bilgi verilmiştir. Daha sonraki bölümde farklı endekslerin volatilité sonuçları yer almaktadır. Çalışmanın ampirik kısmında araştırmanın amacı, yöntemi ve bulgularına yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Pay senedi getirilerinin volatilitesi finans literatüründe birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmalarda farklı pay endeksleri belirlenerek bu endekslere koşullu varyans volatilité modelleri ile analiz edilmiştir. Volatilité modelleri ile yapılan çalışmalar şu şekilde özetlenmektedir.

Choudhry, T. (1996) çalışmasında 1987'deki Borsa çöküşünden önce ve sonra ortaya çıkan altı borsada volatilité, risk primi ve volatilité sürekliliğini incelemiştir. Çalışmasında Arjantin, Yunanistan, Hindistan, Meksika, Tayland ve Zimbabve'nin Ocak 1976-Ağustos 1994 ayı arasındaki aylık verilerini kullanarak GARCH modellerinde Ortalamadan GARCH (GARCH-M) modelini test etmiştir. Çalışmasının sonucunda 1987 Borsa çöküşünden önce ve sonra ARCH parametrelerinde yani katsayılarında, risk priminde ve volatilité kalıcılığının

değişiklik gösterdiği tespit etmiştir. Ancak bu değişikliklerin tekdüze değil bireysel pazarlar arasında değiştiğini ifade etmiştir. Bu değişikliklerin ülkelerin piyasaya yönelik politikalarının, yabancı vatandaş ve şirketlerin yatırımlarının teşvik edilmesi vb. gibi diğer faktörlerden kaynaklanıyor olabileceğini ifade etmiştir.

Gökçe (2001) çalışmasında BIST 100 Endeksinin 02.01.1989-31.12.1997 yılları arasındaki günlük getiri oranını farklı koşullu varyans denklemleri kullanarak incelemiştir. Getiri denkleminin modellenmesinde 6 farklı modeli farklı gecikme uzunlukları ile test etmiş ve en uygun volatilité modelinin GARCH (1,1) olduğuna karar vermiştir. Aynı şekilde Sevüktekin ve Nargeleçenler (2006) çalışmalarında 23.10.1987-31.07.2006 tarihleri arasında İMKB 100 endeksinin getiri serisi için en uygun volatilité modelinin GARCH (1,1) olduğunu ifade etmişlerdir.

Bahadur (2008), Nepal pay senedi piyasasının oynaklığını Temmuz 2003'ten Şubat 2009'a kadar 1297 gözlem ve farklı tahminci ve oynaklık modelleri sınıflarından oluşan günlük getiri serilerini kullanarak modellemiştir. Çalışmasının ampirik sonuçlarında, Nepal pay senedi piyasasında volatilité modellenmesi için en uygun modelin GARCH (1,1) olduğunu belirlemiştir. Çalışmada zamanda değişen volatilitenin, yüksek ve düşük volatilité dönemlerinin kümelenme eğilimi ve Nepal pay senedi piyasasında oynaklığın yüksek ve öngörülebilir olduğunu ortaya koymuştur.

Atakan (2009), 3.07.1987 ile 18.07.2008 tarihleri arasında BIST-100 Bileşik Endeksinin getiri volatilitesini ARCH-GARCH yöntemleri ile modellemiştir. Çalışmasında ilk olarak ARCH etkisinin varlığını sınamıştır. Daha sonra en uygun ARCH tipi model seçimi için farklı ARCH ve GARCH modellerini denemiştir. Çalışmasının sonucunda GARCH (1,1) modelinin BIST-100 Bileşik endeksi getiri serisindeki volatilitéyi modellemede kullanılan en iyi model olduğuna ulaşmıştır. Kuzu (2018), BIST 100 Endeksinin 2001-2017/3 günlük kapanış değerleri farklı volatilité modelleri ile test etmiştir. Çalışmasının sonucunda volatilitenin ortaya konmasında en iyi sonuç veren modelin eşit değerli otoregresif koşullu değişen varyans modeli (TGARCH) modeli olduğunu tespit etmiştir.

Ahmed ve Suliman (2011) Sudan'ın ana borsası olan Khartoum Borsası'nın (KSE) Ocak 2006'dan Kasım 2010'a kadarki günlük getirilerinin volatilitesini tahmin etmek için GARCH modelini kullanmışlardır. Çalışmalarının ampirik sonucunda volatilité ile beklenen hisse senedi getirileri arasında pozitif korelasyon olduğuna ve KSE endeks getirisi serisi için risk priminin varlığına dair kanıtlar sunmuşlardır. Ayrıca, Sudan Borsası'nda örneklem dönemi boyunca endeks getirisi serisinin yüksek oynaklığın olduğunu açıklamışlardır.

Çabuk vd. (2011) çalışmalarında 2004-2009 yılları arasında BIST-100 Ulusal, Ulusal Hizmet ve Ulusal Mali Endekslerinin getirileri koşullu varyans modelleri ile sınanmıştır. Çalışmada ARCH, GARCH, EGARCH, Ortalamada ARCH (ARCH-M), GARCH-M ve TGARCH modelleri kullanılmıştır. Farklı koşullu varyans modelleri ile yapılan testler

sonucunda BIST-100, Hizmet ve Mali Endeksler için en uygun modelin EGARCH (1,1) modeli olduğunu tespit etmişlerdir.

El Aal, (2011) 1 Ocak 1998-31 Aralık 2009 arasındaki Mısır Borsası Endekslerinden EGX30, CIBC100 ve HFI endekslerinin getiri volatilitelerini tahmin etmek için 5 volatilitite modelinin performansını araştırmıştır. Bu modeller, EWMA, ARCH, GARCH, GRJ-GARCH ve EGARCH volatilitite modellerinden oluşmaktadır. Analizde kullanılan Mısır Borsası Endekslerinin getiri volatilitelerinin tahmininde kullanılacak en iyi modelin EGARCH modeli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gürsakal (2011), çalışmasında BIST Ulusal 30 endeksinin günlük getiri serisini kullanarak GARCH modelleri ve varyans kırılmalarını incelemiştir. Çalışmasında 8 kırılma noktalarına kukla değişkeni ekleyerek oluşturduğu modelde volatilitite kalıcılığının önemli ölçüde azaldığını tespit etmiştir.

Ugurlu vd. (2014) çalışmalarında Avrupa'nın Gelişen Ekonomilerindeki Borsalarının ve Türkiye Borsasının GARCH modellerini kullanarak volatilitelerini modellemişlerdir. Çalışmalarında Bulgaristan (SOFIX), Çek Cumhuriyeti (PX), Polonya (WIG), Macaristan (BUX) ve Türkiye (XU100) yükselen finansal piyasalarının pay senedi getirisini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda PX, BUX, WIG ve XU endekslerinde GARCH, GRJ-GARCH ve EGARCH volatilitite etkilerinin belirgin olduğuna, SOFIX endeksinde ise önemli bir GARCH etkisinin olmadığına ulaşmışlardır.

Banumathy and Azhagaiah (2015) 1 Ocak 2003'ten 31 Aralık 2012'ye kadar olan on yıllık dönemde Hindistan Borsası'ndaki NIFTY 50 Endeksinin günlük kapanış fiyatlarından oluşan zaman serisi verilerine dayanarak volatilitite modelini ampirik olarak araştırmışlardır. Analizlerinde GARCH modellerini kullanmışlardır. Çalışmada Akaike Bilgi Kriterleri ve Schwarz Bilgi Kriterleri'ne göre volatilitenin yakalanması için en uygun modeller GARCH (1,1) ve TGARCH (1,1) modelleri olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca GARCH-M (1,1) modeline göre pozitif ve önemsiz bir risk primi olduğuna dair kanıtlar sunmuşlardır.

Koy ve Ekim (2016), 2011-2014 yılları arasında BIST Banka, BIST Hizmet, BIST Sınai ve BIST Ticaret endekslerinin günlük kapanış fiyatlarının volatilitelerini incelemişlerdir. Bu kapsamda GARCH modellerinden GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerini kullanmışlardır. Çalışmanın bulgularında sektör endekslerinin farklı ARMA (p,q) düzeyinde oldukları ve ARCH etkisinin yani volatilitenin olduğuna ulaşmışlardır. Ayrıca, Sınai, Ticaret ve Hizmet endekslerinde GARCH ve EGARCH modellerinin anlamlı olduğu tespit edilirken, Banka endeksinde sadece GARCH modeli anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Yıldız (2016) 05.01.2000-09.12.2015 tarihleri arasındaki BIST Hizmet, BIST Mali ve BIST Sınai endeks getirilerinin volatilitite modellemeleri ve hangi modelin daha başarılı olduğuna ilişkin testler yapmıştır. Araştırma sonucunda, Mali ve Sınai endeksinde en uygun volatilitite modelinin TGARCH (1,1), Hizmet endeksi getirileri için en uygun volatilitite

modelinin CGARCH (1,1) olduğuna ulaşmıştır. Aynı zamanda, volatilité üzerindeki şokların asimetrikliğini belirleyen EGARCH modelinin sonucunda 3 endeks getiri serileri üzerinde kaldıraç etkisinin olduğunu belirlemiştir.

Wasudevan ve Vetrivel, (2016) çalışmalarında 1 Temmuz 1997- 31 Aralık 2015 tarihleri arasında Hindistan pay senedi piyasasının BSE-SENSEX Endeksinin günlük getiri değerlerinin volatilitelerini modellemiş ve öngörülmemişlerdir. Çalışmalarında GARCH (1,1), EGARCH (1,1) ve TGARCH (1,1) modellerini tahmin etmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda EGARCH (1,1) modelinin BSE-SENSEX Endeksinin getirilerinin koşullu varyans tahmininde daha iyi performans gösterdiğine ulaşmışlardır.

Yapraklı vd. (2018) çalışmalarında BIST Şehir endekslerinin volatiliteleri modellemişlerdir. Çalışmalarında GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerini kullanmışlardır. Yaptıkları analiz sonucunda Antalya şehir endeksinin volatilitésinin ölçülmesinden GARCH (1,1); Adana, Ankara ve İzmir şehir endekslerinin volatilitésinin ölçülmesinde TGARCH (1,1); Balıkesir, Bursa, İstanbul, Kayseri, Kocaeli ve Tekirdağ şehir endekslerinin volatilitelerinin ölçülmesinde EGARCH modelinin en uygun oynaklık modelleri olduğuna ulaşmışlardır.

Kamışlı ve Sevil (2018) çalışmasında 02.01.1997-24.03.2015 tarihleri arasında Gıda içecek, Orman, Kağıt Basım, Kimya, Petrol, Plastik, Metal Ana, Metal Eşya, Makine, Taş, Toprak, Tekstil Deri, Elektrik, İletişim, Spor, Ticaret, Turizm, Ulaştırma, Banka, Finansal Kiralama Faktoring Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı, Holding ve Yatırım ve Sigorta alt sektör endekslerinin günlük getirilerini kullanarak krizlerin ve farklı tipteki şokların volatilité yayılımları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Değişen volatilité ilişkilerini test etmek için ilk olarak sabit koşullu korelasyon testi daha sonra ise DCC-GARCH (1,1) analizi kullanılmıştır. Analizler sonucunda yaşanan krizler sonrasında sektör endeks getirileri arasında koşullu korelasyon yapısının değiştiğine ulaşmıştır. Ayrıca, 2001, 2008 krizlerinin yaşandığı dönemlerde alt sektörlerin getirileri volatilité ilişkilerinden daha fazla etkiledikleri görülmüştür.

3. ARAŞTIRMANIN AMACI VE VERİ SETİ

Bu çalışmanın amacı, BIST İmalat Sektörü içerisinde yer alan alt sektörler endekslerinin pay senedi getiri volatilitésini tahmin etmektir. Çalışmada imalat sanayisinin alt sektörlerinin toplu olarak seçilmesinin nedeni daha önce böyle bir çalışmaya rastlanılmamış olması ve alt sektör bazında endeksin pay senedi getirilerinin volatilitésini tahmin etmektir. Bu kapsamda, 1997:01-2019:07 tarihleri arasında BIST İmalat alt sektörlerinde yer alan Gıda ve İçecek (XGIDA), Kimya, Petrol ve Plastik (XKMYA), Metal, Eşya ve Makine (XMESY), Orman, Kağıt ve Basım (XKAGT), Taş ve Toprak (XTAST) ve Tekstil ve Deri (XTEKS) sektörlerinin pay senedi getiri volatilitésini koşullu değişen varyans ve genelleştirilmiş koşullu değişen varyans (ARCH-GARCH) modelleri ile tahminler yapılmış ve en iyi sonucu veren

volatilite modeli ekonometrik olarak incelenmiştir. Çalışmada İmalat Sanayi alt sektörlerinde Ana Metal Sanayi endeksinin pay senedi getirileri volatilite tahminleri anlamsız çıktığından dolayı çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma da kullanılan veri setleri Borsa İstanbul'un resmi internet sitesi www.borsaistanbul.com'dan sayfasından temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan endekslerin pay senedi getirilerinin volatilite tahminleri yapılırken endekslerin logaritmik pay senedi getirileri aşağıdaki modelle hesaplanmıştır:

$$r_t = 100 * [\log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)]$$

Logaritmik denklemde r_t endeksin t anındaki logaritmik getirisini ve P_t endeksin kapanış fiyatını ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan sektör endeksleri Tablo 1'deki gibi ifade edilmektedir.

Tablo 1. BIST Alt Sektörler ve Gösterimleri

Sektör Endeksi	Sembol
Gıda ve İçecek Sektörü	XGIDA
Kimya, Petrol ve Plastik Sektörü	XKMYA
Metal Eşya ve Makine Sektörü	XMESY
Orman, Kağıt ve Basım Sektörü	XKAGT
Taş ve Toprak Sektörü	XTAST
Tekstil ve Deri Sektörü	XTEKS

4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Finansal varlık getirilerinin en önemli özelliklerinden biri volatilite kümelenmesidir. Çünkü, finansal varlık getirilerinde meydana gelen büyük değişimleri büyük değişimlerin, küçük değişimleri ise küçük değişimlerin izlediğine ulaşılmıştır. Finansal piyasalarda oluşan bu duruma ise volatilite kümelenmesi ismi verilmektedir (Mandelbrot, 1963:411). Bu şekilde ortaya çıkan volatilite kümelenmelerini en iyi modelleyen yöntemler ise otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) ve Genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) modelleridir. Bu modeller ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, EGARCH ve GRJGARCH şeklinde sıralanmaktadır.

Koşullu degen varyans (ARCH) modeli ilk kez Engle (1982) tarafından açıklanmıştır. Engle (1982), koşulsuz varyansın sabit iken koşullu varyansın zamana bağlı olması durumunda, hata terimlerinin karelerinin bir fonksiyonu olduğunu belirlemektedir. Aynı zamanda, koşullu ortalama ve varyansın ayrı ayrı modellenmesinin mümkün olabileceğini ifade etmektedir (Engle, 1982:988).

Engle (1982), ARCH regresyon modelini aşağıdaki gibi hesaplamıştır:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \epsilon_{t-p}^2$$

ARCH modelinin çeşitli kısıtları bulunmaktadır. Bu kısıtlardan ilki; hata terimlerinin gecikme sayısının (p) nasıl belirleneceğidir. İkincisi, gecikme sayısı modeldeki bağımlılığı ifade ettiğinden dolayı çok yüksek p sayısının modelin verimliliğini azaltmasıdır. Üçüncüsü, modelde yer alan katsayıların (α) negatif olmaması koşulunun göz ardı edilmesidir. Dördüncüsü, modelin negatif ve pozitif şoklara aynı derecede tepki vermesidir (Brooks, 2008:391-392).

Genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) modeli Bollerslev (1986) tarafından geliştirilmiştir. GARCH modelinde koşullu varyansın kendi gecikme değeri kurulan modele dahil edilir. Bu model ARCH modeline göre volatilitiyi daha iyi tahmin etmektedir. Ayrıca, hataların sonsuz sayıda karelerinin geçilmiş değerlerini modele dahil ederek avantaj sağlamaktadır (Sarıkovanlık, vd. 2019:151). GARCH modeli aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Çil, 2018:439):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

GARCH modelinin kısıtları bulunmaktadır. Bunlardan ilki, model tahmin edilirken katsayıların negatif olmama koşulu ihmal edilmektedir. İkincisi, kaldıraç etkisini dikkate almamaktadır. Koşullu ortalama ve koşullu varyans arasında doğrusal bir ilişki kuramamakta ve volatilitedeki asimetriyi dikkate almamaktadır (Sarıkovanlık, vd. 2019:151).

Ortalamada ARCH (ARCH-M) modeli Engle vd. (1987) tarafından geliştirilmiştir. Bu modelde volatilitenin ölçüsü koşullu varyans, ARCH süreçlerinin ortalama denkleminde yer almakta ve böylece koşullu varyans ortalamayı etkilemektedir. ARCH-M modelinin ortalama denkleminde koşullu standart sapma yer almaktadır (Çil, 2018:446).

ARCH-M volatilité yöntemi için kurulan model şu şekilde hesaplanmaktadır (Engle, vd., 1987:395):

$$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=1}^p w_i \varepsilon_{t-i}^2,$$

Ortalamada GARCH (GARCH-M), ARCH-M modeli gibi volatilitenin ölçüsü koşullu varyans GARCH süreçlerinin ortalama denkleminde yer almakta ve bundan dolayı, koşullu varyans ortalamayı etkilemektedir. Ayrıca, finansal bir varlığın getirisi varlığın volatilitesine bağlı ise, bu durumu modellemek için kullanılan modellerden birisi de GARCH-M modelidir. Bu model ilk kez Bollerslev (1987) çalışmasında ortaya konmuştur. GARCH-M modelinin denklemleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Çil, 2018:447):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad \varepsilon_t \sim (0, \sigma_t^2)$$

σ_t^2 koşullu varyansı, ε_{t-i}^2 hata karelerinin geçmiş davranışını ifade etmektedir. Ayrıca, α_0 , α_i ve β_i katsayılarının pozitif olması gerekmektedir.

ARCH-M ve GARCH-M modelleri ARCH ve GARCH modeline göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlardan ilki, zamana göre değişen risk priminin dikkate alınmasını sağlamaktadır. İkincisi, zamana göre değişen risk priminin dinamik yapısını yansıtan değer ile beklenen getiri ve volatilité ölçüsü arasında temel değiş-tokuş ilişkisini tanımlamaktadır (Çil, 2018:448).

Üssel GARCH (EGARCH) modeli ARMA(p,q) modelinin kısıtlanmış hali olan ve volatilité üzerindeki şokların etkisinin asimetrik olarak göstermektedir. Bu model Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir (Çabuk, vd. 2011:7). Ayrıca, bu model kaldıraç etkisini dikkate almaktadır. EGARCH modeli, koşullu varyansın hata terimleri ve koşullu standart sapmaya ait işaretleri ve büyüklükleri içermektedir.

EGARCH modeli aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Yapraklı, vd. 2017:75):

$$\ln\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^q \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}}$$

Yukarıdaki modelde asimetrik oynaklığın varlığı (γ_i) parametresi istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Eğer γ_i değeri sıfırdan küçük olması asimetrik etkinin olduğu şeklinde açıklanmaktadır (Yıldız, 2016:91).

Gloster vd. (1993) çalışmalarında GRJGARCH modelini geliştirmişlerdir. Bu model ayrıca TARCH modeli olarak da ifade edilmektedir. GRJGARCH modeli GARCH modelinin basit bir uzantısı olarak tanımlanmaktadır (Sarıkovanlık, 2019:152). GRJGARCH modeli serilerde ortaya çıkan olumlu ve olumsuz şokların volatilité üzerindeki etkisi farklı olan ve volatilitéde asimetrikliği dikkate alan eşit değerli ARCH modelidir (Çabuk, vd. 2011:9)

GJRARCH modelinin koşullu varyans denklemi aşağıdaki gibidir (Çil, 2018:454):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q (\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \gamma_j D_{j,t-j} \varepsilon_{t-j}^2)$$

Yukarıdaki denklemde, eğer ε_{t-1} sıfırdan küçük ise $D_{t-1}=1$, ε_{t-1} sıfıra eşit veya büyükse $D_{t-1}=0$ 'dır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

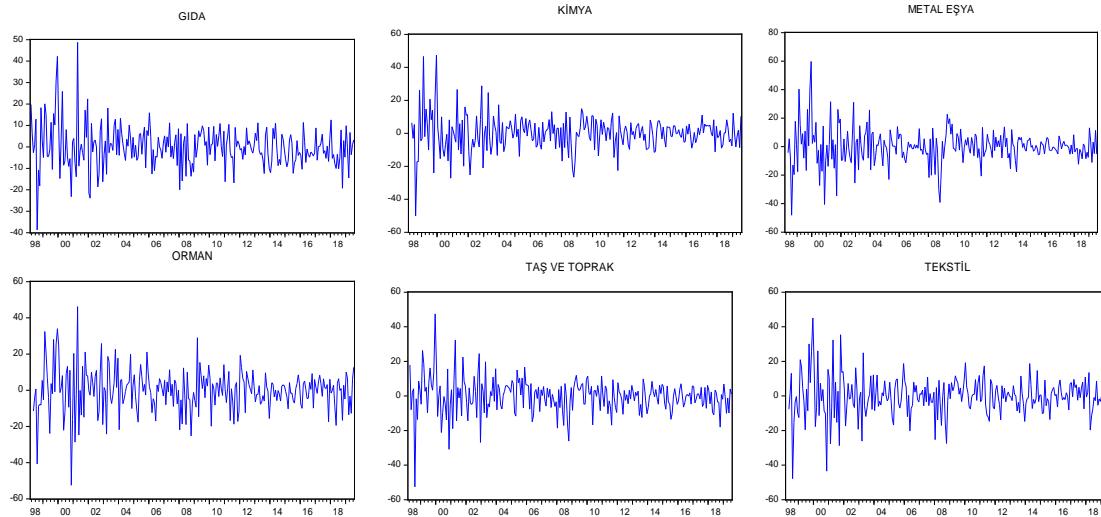
Çalışmanın ampirik kısmında ilk olarak serilerin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir. Tanımlayıcı istatistikleri belirlenen serilerin durağanlığını test etmek için birim kök analizi yapılmıştır. Ardından zaman serisinin dinamik yapısının uygun biçimde tanımlanması için otoregresif (AR) ve hareketli ortalama (MA) modelleri kullanılmaktadır. Ancak, bazı durumlarda çok sayıda parametre tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu durumlar için, otoregresif hareketli ortalama modeli ARMA (p,q) kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada da pay senedi getirileri çok fazla olduğu için ARMA (p,q) kullanılarak bir ARMA modeli elde edilmiştir. ARMA testi sonrası serilerde koşullu değişen varyans yani ARCH

sorununun var olup olmadığını test etmek için bir Lagrange çarpanı (LM) testi kullanılmıştır. Bu test Engle (1982) tarafından önerilmiştir. Koşullu değişen varyans lagrange çarpanı (ARCH-LM) ifade edilmektedir. Bu test ile pay senedi getirilerinde Daha sonra ise pay senedi getirileri volatilité modellerini belirlemek için farklı ARCH-GARCH modelleri analiz edilmiştir.

Tablo 2. BİST Sektör Getiri Endekslerinin Tanımlayıcı İstatistikleri İncelenmiştir.

	GÖZLEM SAYISI	MİNİMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
XGIDA	257	1850.590	189855.8	78398.99	61911.18
XKMYA	257	2166.520	358319.4	82143.18	91517.54
XMESY	257	1934.440	308581.5	87833.74	90418.41
XKAGT	257	2166.700	87302.12	37984.65	22150.20
XTAST	257	1975.200	233835.9	92092.38	67357.18
XTEKS	257	980.9900	57885.88	14000.39	12271.63

Çalışmada analizi yapılan sektör endeks getirileri Ocak 1997-Temmuz 2019 tarihleri arasında 257 gözlemden oluşmaktadır. Tablo 2'nin sonuçlarına göre serilerden minimum değeri en düşük olan sektörün tekstil ve deri olduğuna, maksimum değerinin en yüksek olduğu sektörün kimya, petrol ve plastik sektörü olduğuna ulaşılmıştır. Ortalamasının en yüksek olduğu sektör taş ve toprak en düşük olduğu sektör tekstildir. Standart sapmanın ise en yüksek olduğu sektör kimya, petrol ve plastik en düşük olduğu sektör tekstildir.



Şekil 1. BİST Sektör Endeksleri'ne ait getiri serilerinin oynaklıkları

Şekil 1'de görüldüğü gibi sektör endekslerinin getiri değerleri bazı dönemlerde yükselirken, bazı dönemlerde düşmektedir, istikrarlı bir seyir izlememektedir. Ayrıca, getirilerde ortaya çıkan büyük değişimleri büyük, küçük değişimleri küçük hareketlerin olması oynaklık kümelenmesinin olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle; gıda ve içecek,

kimya, petrol ve plastik, metal eşya ve makine, orman kağıt ve basım, taş ve toprak ve tekstil ve deri sektörlerinin bazı dönemlerde volatilitenin olduğu görülmektedir.

Serilerin volatilitesi incelenmeden önce serilerin durağan olup olmadığını tespit etmek için ilk olarak birim kök analizi yapılmıştır. Birim kök analizlerinden ADF birim kök testinin sonuçları Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. ADF Birim Kök Sonuçları

	Düzeyde		Birinci Fark	
	Sabit ve Trendli		Sabit	
	T-İSTATİSTİĞİ	OLASILIK DEĞERİ	T-İSTATİSTİĞİ	OLASILIK DEĞERİ
XGIDA	-2.6489	0.2591	-18.0663*	0.0000
XKMYA	0.2381	0.9982	-4.4631*	0.0003
XMESY	-1.3815	0.8643	-16.8971*	0.0000
XKAGT	-1.3344	0.6139	-17.7734*	0.0000
XTAST	-0.9550	0.7693	-14.3644*	0.0000
XTEKS	-1.0179	0.9386	-16.3157*	0.0000

Not: *, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Birim kök tablo sonuçlarına göre bütün serilerin düzeyde durağan olmadıkları ancak birinci farkları alındığında durağan olduklarına ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, serilerin I(1) olduğu tespit edilmiştir.

Serilerin durağanlığı test edildikten sonra, endekslere ait uygun modelin tespit edilmesi için otoregresif hareketli ortalama (ARMA (p,q)) modelleri kullanılmıştır. Zaman serisinin temelini oluşturan ARMA (p,q) modeli, otoregresif (AR) ve hareketli ortalama (MA) bileşenlerinden oluşan bir süreçtir. Bu süreç aşağıdaki gibi modellenmektedir (Çil, 2018:240):

$$r_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i r_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

Bu modelin istatistik sonuçları aşağıdaki Tablo 4’de özetlenmiştir.

Tablo 4. BIST Sektör Endeks Getirilerinin ARMA Model Seçimi Sonuçları

		Katsayı	Standart Hata	T-İstatistiği	Olasılık
XGIDA	C	1.6437*	0.5918	2.7771	0.0059
	AR (2)	-0.9998*	0.0004	-2673.53	0.0000
	MA (3)	-0.9372*	0.0028	-1103.13	0.0013
XKMYA	C	1.7674*	0.6677	2.6467	0.0086
	AR (2)	-0.9700*	0.0095	-101.958	0.0000
	MA (2)	0.9853*	0.0057	170.6502	0.0000
XMESY	C	1.7802***	0.8587	2.0729	0.0392
	AR (2)	-0.6740*	0.2306	-2.9222	0.0038
	MA (2)	0.1185*	0.0471	2.5116	0.0126
XKAGT	C	1.2054	0.7854	1.5348	0.1261

	AR (2)	-0.9415*	0.0365	-25.7899	0.0000
	MA (2)	0.9981*	0.3379	2.9537	0.0034
XTAST	C	1.9162*	0.6471	2.9611	0.0034
	AR (2)	-1.0229*	0.2502	-4.0881	0.0001
	MA (2)	1.2150*	0.2383	5.0965	0.0000
XTEKS	C	1.3033***	0.7501	1.7374	0.0835
	AR (2)	-0.9722*	0.0185	-52.2723	0.0000
	MA (2)	0.9744*	0.0411	23.7034	0.0000

Not: * ve ***, sırasıyla %1 ve 10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

En uygun volatilité modelini seçmek için yapılan ARMA(p,q) otoregresif hareketli ortalama sürecinde modelin homojen bölümünü ifade eden p gecikmeleri ve hareketli ortalama kısmı ise q gecikmeleri içermektedir. Buna göre gıda ve içecek sektörünün getirileri için en uygun gecikme modelinin ARMA (2,3), kimya petrol ve plastik sektörü için en uygun gecikme modelinin ARMA (2,2), metal eşya ve makine için ARMA (2,2), orman kağıt ve basım sektörü için, ARMA (2,2), taş ve toprak sektörü için, ARMA (2,2), tekstil ve deri için ise en uygun gecikmenin ARMA (2,2) olarak modellendiği tespit edilmiştir.

Her sektör için belirlenen ARMA modellerinden sonra bu modellere ARCH-LM testi uygulanarak ARCH etkisinin olup olmadığı test edilmiştir. ARCH-LM testi için kurulan modelin hipotez sınavı şu şekildedir.

H₀: Kurulan Modelde ARCH etkisi Yoktur.

Kurulan sıfır hipotezi dikkate alınarak her sektör için kurulan ARMA (p,q) modellerinin ARCH-LM testi sonuçları Tablo 5’de özetlenmiştir.

Tablo 5. ARCH-LM Testi Sonuçları

	F İstatistiği	Olasılık F	Gözlemlenen R2	Olasılık Ki-Kare
XGIDA	5.2332**	0.0230	5.1679**	0.0230
XKMYA	3.7111**	0.0552	3.6865**	0.0549
XMESY	12.64726*	0.0004	12.1422*	0.0005
XKAGT	4.6169**	0.0326	4.5702**	0.0325
XTAST	7.1427*	0.0080	6.9976*	0.0082
XTEKS	4.2863**	0.0394	4.2484**	0.0393

Not: * ve** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

ARCH-LM testi ile her endeks için otoregresif hareketli ortalama süreci ARMA(p,q) modelinde koşullu değişken varyans etkisinin olup olmadığını araştırma için ARCH-LM testi kullanılmıştır. Bu test için kurulan sıfır hipotezi şu şekildedir:

H₀: ARCH etkisi yoktur

Yapılan testlerde olasılık değerlerinin %10’un altında olması endekslerde ARCH-LM etkisinin olduğu sonucunu vermektedir. Diğer bir ifadeyle, sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Her sektör için serilerin ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M E-GARCH ve GRJGARCH modelleri uygulanarak volatilitiyi açıklayan en uygun varyans modeli seçilmiştir.

Gıda ve içecek sektörünün volatilitisinin açıklayan en uygun varyans modeli için yapılan testlerin sonuçları Tablo 6’da özetlenmiştir.

Tablo 6. XGIDA Endeks Getirilerinin ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH-M (1) GARCH-M (1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) Modelleri

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	EGARCH (1,1)	GRJGARCH (1,1)
Ortalama Denklemler						
Sabit	1.1965** (0.0312)	1.2070* (0.0067)	-2.0934 (0.4236)	-0.9542 (0.6202)	1.1389* (0.0044)	-4.6284** (0.0429)
AR(1)	-0.7394* (0.0000)	0.3033* (0.0000)	0.2330* (0.0000)	0.1005* (0.0000)	0.0956* (0.0000)	-0.7855* (0.0000)
AR(2)	-0.6752* (0.0008)	-0.8302* (0.0000)	-0.8357* (0.0000)	-0.8212* (0.0000)	-0.8288* (0.0000)	-0.9206* (0.0000)
MA(1)	0.5660* (0.0002)	-0.4610* (0.0000)	-0.4886* (0.0000)	-0.2327* (0.0005)	-0.2142* (0.0000)	0.6674* (0.0000)
MA(2)	0.6041* (0.0020)	1.0365* (0.0000)	1.0515* (0.0000)	1.0090* (0.0000)	1.0088* (0.0000)	0.9199* (0.0000)
MA(3)	-0.3550* (0.0045)	-0.1642* (0.0000)	-0.2304** (0.0156)	-0.1829* (0.0041)	-0.1577* (0.0029)	-0.0920 (0.1094)
GARCH Ort			0.4035 (0.2054)	0.2979 (0.2707)		
VARYANS DENKLEMİ						
α_0	70.5688* (0.0000)	1.0880* (0.0002)	47.7802* (0.0000)	0.7149 (0.2496)	0.0253 (0.3539)	0.5987 (0.1630)
α_1	0.2276* (0.0005)	0.0444* (0.0000)	0.3744* (0.0000)	0.0223 (0.2502)	0.0399 (0.2253)	0.0416* (0.0026)
γ_1					0.0551** (0.0280)	0.9913* (0.0000)
β_1		1.0162* (0.0000)		1.0013* (0.0000)	1.0000* (0.0000)	0.0754** (0.0440)
AIC	7.3629	6.9639	7.1338	7.0056	7.0055	6.9966
SIC	7.4879	7.1220	7.2775	7.1637	7.1637	7.1691
ARCH-LM	2.1508 (0.1425)	1.8901 (0.1692)	0.0852 (0.7703)	0.7499 (0.3865)	0.0139 (0.9060)	1.5000 (0.2207)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 6’da gıda ve içecek sektöründe volatilitiyi tahmin etmek için kullanılan ARCH (1), GARCH (1,1) ARCH-M (1), GARCH-M (1,1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin koşullu ortalama denklemlerinde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)+MA(3)<1$ olarak bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, koşullu varyans denkleminde aynı türden parametrelerin toplamının 1’den küçük olma koşulu sağlanmıştır. Kurulan volatilitiyel modellerinde ARCH (α) ve GARCH (β) parametrelerinin katsayıları pozitif ve anlamlı olduğundan dolayı tüm endeks getirilerinin hem ARCH hem de GARCH etkisine sahip olduklarını sonucuna ulaştırmıştır. Bu sonuç bütün endeks getirilerinde şokların ve bir

önceki dönem volatilitenin cari dönem volatilitesi üzerinde etkisi olduğunu ifade etmektedir. ARCH-LM test sonucuna göre tüm modellerde koşullu varyans probleminin ortadan kalktığı görülmektedir. Tablodaki AIC ve SIC kriterlerinin en düşük olduğu ve en uygun modelin GARCH (1,1) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, gıda ve içecek sektörü getiri serisindeki volatilitiyi modellemede kullanılan en uygun modelin GARCH (1,1) modeli olduğu tespit edilmiştir.

GARCH (1,1) modelinde tüm katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır ve modelin gerektirdiği pozitif olma şartı sağlanmıştır. Ayrıca, ARCH-LM testi sonucunda koşullu varyans etkisinin bertaraf edildiği görülmektedir.

Tablo 7. XKMYA Endeks Getirilerinin ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH-M (1) GARCH-M (1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) Modelleri

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	EGARCH (1,1)	GRJGARCH (1,1)
Ortalama Denklem						
Sabit	1.5688* (0.0000)	1.8574* (0.0001)	5.0487** (0.0534)	1.7190 (0.2086)	1.5570* (0.0000)	2.0070* (0.0000)
AR(1)	0.1134 (0.1204)	-0.7671 (0.4411)	1.5362* (0.0000)	-0.8992* (0.0000)	-0.0823* (0.0062)	-0.9100* (0.0000)
AR(2)	0.6609* (0.0000)	0.0586 (0.9471)	-0.8021* (0.0000)	-0.9530* (0.0000)	0.8345* (0.0000)	-0.9621* (0.0000)
MA(1)	-0.1076* (0.0113)	0.7559 (0.4467)	-1.5533* (0.0000)	0.8941* (0.0000)	-0.0076* (0.0010)	0.9028* (0.0000)
MA(2)	-0.8871* (0.0000)	-0.1352 (0.8831)	0.8544* (0.0000)	0.9872* (0.0000)	-0.9880* (0.0000)	0.9872* (0.0000)
GARCH Ort			-0.3443 (0.1991)	0.0194 (0.9145)		
VARYANS DENKLEMİ						
α_0	78.0624* (0.0000)	1.2918 (0.1770)	61.8892* (0.0000)	1.2738 (0.1949)	0.0619*** (0.0666)	1.2009 (0.3065)
α_1	0.5402* (0.0004)	0.0672** (0.0345)	0.5444* (0.0000)	0.0724** (0.0217)	0.0569 (0.1744)	0.0471 (0.4668)
γ_1					0.0827* (0.0039)	0.0286 (0.7044)
β_1		0.9056* (0.0000)		0.9007* (0.0000)	0.9946* (0.0000)	0.9124* (0.0000)
AIC	7.5297	7.2835	7.4841	7.2546	7.1740	7.2437
SIC	7.6408	7.4224	7.5952	7.4074	7.3129	7.3687
ARCH-LM	0.0950 (0.7579)	0.8287 (0.3626)	0.5445 (0.4605)	0.7285 (0.3953)	0.1066 (0.7440)	0.6167 (0.4323)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Kimya, petrol ve plastik sektörü için kurulan 6 modelin koşullu ortalama denklemlerinin $AR(1) + AR(2) < 1$ ve $MA(1) + MA(2) < 1$ olduğundan aynı türden parametrelerin toplamının 1'den küçük olma koşulu sağlanmıştır. Volatilité modellerinde ARCH(α) ve GARCH(β) katsayılarının pozitif ve anlamlı olması tüm endeks getirilerinde ARCH ve GARCH etkisinin olduğunu ifade etmektedir. AIC ve SIC kriterlerine göre volatilité modellerinden en uygun modelin EGARCH (1,1) modeli olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca,

yapılan ARCH-LM testi sonucunda tüm modellerde koşullu varyans etkisinin ortadan kalktığı görülmektedir.

E-GARCH (1,1) modelinde tüm katsayılar istatistiksel olarak anlamlıdır ve modelde koşullu varyans etkisi söz konusu değildir. Kimya, petrol ve plastik sektörü için kurulan modelde γ katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olması volatilité üzerinde etkilerin asimetrik olduğunu ifade etmektedir. Katsayının pozitif olması ise kaldıraç etkisinin olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, E-GARCH (1,1) modelinin kimya, petrol ve plastik sektörü getiri serisindeki değişkenliği modellemede kullanılabilecek en uygun model olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8. XMEŞY Endeks Getirilerinin ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH-M (1) GARCH-M (1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) Modelleri

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	EGARCH (1,1)	GRJGARCH (1,1)
Ortalama Denklem						
Sabit	1.7364** (0.0536)	1.4908* (0.0032)	1.1495 (0.6129)	0.0573 (0.9601)	1.3773* (0.0002)	1.1032** (0.0206)
AR(1)	-0.2819* (0.0000)	-0.4018 (0.6901)	-0.2843* (0.0000)	-0.9911* (0.0000)	-0.9904* (0.0000)	-1.9026* (0.0000)
AR(2)	-0.8922* (0.0000)	0.4115 (0.6298)	-0.0887* (0.0000)	-0.9746* (0.0000)	-0.9717* (0.0000)	-0.9265* (0.0000)
MA(1)	0.3141* (0.0000)	0.4430 (0.6621)	0.3163* (0.0000)	1.0196* (0.0000)	1.0187* (0.0000)	1.9566* (0.0000)
MA(2)	0.9900* (0.0000)	-0.4112 (0.6424)	0.9901* (0.0000)	0.9897* (0.0000)	0.9899* (0.0000)	0.9780* (0.0000)
GARCH Ort			0.0611 (0.7783)	0.2022 (0.1529)		
Varyans Denklemi						
α_0	103.0026* (0.0000)	1.6522 (0.2587)	76.7934* (0.0000)	1.6110 (0.2211)	0.0186 (0.5934)	0.8394 (0.4169)
α_1	0.4050* (0.0017)	0.1270* (0.0093)	0.5208* (0.0002)	0.1196* (0.0138)	0.0497 (0.2078)	0.0295 (0.5427)
γ_1					-0.1248* (0.0008)	0.1564** (0.0449)
β_1		0.8543* (0.0000)		0.8667* (0.0000)	1.0022* (0.0000)	0.8865* (0.0000)
AIC	7.6921	7.4956	7.6780	7.4335	7.3815	7.4498
SIC	7.7893	7.6206	7.7891	7.5724	7.5065	7.5748
ARCH-LM	0.0625 (0.8026)	0.6081 (0.4355)	0.6841 (0.4089)	0.6198 (0.4311)	1.9558 (0.1640)	0.0971 (0.7552)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 8'deki sonuçlara göre koşullu ortalama denklemlerinde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ sonucuna ulaşılması aynı türden parametrelerin 1'den küçük olması şartını sağladığını göstermektedir. Tüm modellerde ARCH (α) ve GARCH (β) parametre katsayılarının pozitif ve anlamlı olması ARCH ve GARCH etkisinin olduğunu ifade etmektedir. ARCH-LM testi sonucunda koşullu varyans probleminin ortadan kalktığı

görülmektedir. AIC ve SIC kriterleri ise en uygun volatilité modelinin EGARCH (1,1) modeli olduğunu göstermektedir.

Metal eşya ve makine sektöründe en iyi volatilité modelinin E-GARCH (1,1) olduğu belirlenmiş ve katsayılarının anlamlı olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca, ARCH-LM testi koşullu varyans sorununun olmadığını göstermektedir. E-GARCH (1,1) modelinde γ katsayısının anlamlı olması volatilité üzerindeki etkilerin asimetrik olduğunu ifade ederken katsayısının negatif olması kaldıraç etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu durum, E-GARCH (1,1) modelinin metal eşya ve makine sektörü endeks getiri serisindeki volatilitéyi modellemede kullanılabilecek en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, metal eşya ve makine sektöründeki olumsuz şokların olumlu şoklara göre daha fazla volatilitéye sebep olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 9. XKAGT Endeks Getirilerinin ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH-M (1) GARCH-M (1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) Modelleri

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	EGARCH (1,1)	GRJGARCH (1,1)
Ortalama Denklem						
Sabit	0.8387 (0.1443)	0.7863 (0.1556)	0.6992 (0.7259)	-1.7140 (0.3374)	0.6354* (0.0022)	1.0112*** (0.0822)
AR(1)	-0.3700 (0.5872)	1.4842* (0.0000)	-0.4219 (0.5963)	-1.5763* (0.0000)	0.0418 (0.1526)	1.1788* (0.0000)
AR(2)	0.1384 (0.7600)	-0.9142* (0.0000)	0.1398 (0.7890)	-0.9701* (0.0000)	0.8708* (0.0000)	-0.6536* (0.0002)
MA(1)	0.0873 (0.8982)	-1.5623* (0.0000)	0.1269 (0.8768)	1.5864* (0.0000)	-0.0602* (0.0000)	-1.2499* (0.0000)
MA(2)	-0.0961 (0.7388)	0.9838* (0.0000)	-0.0982 (0.7588)	0.9848* (0.0000)	-0.9321* (0.0000)	0.7338* (0.0000)
GARCH Ort			0.0079 (0.9604)	0.3038 (0.1212)		
Varyans Denklemi						
α_0	99.3969* (0.0000)	1.1197 (0.3316)	86.4775* (0.0000)	1.2422 (0.2724)	0.0746* (0.0108)	-0.1805 (0.7415)
α_1	0.5013* (0.0005)	0.0733 (0.0645)	0.5878* (0.0000)	0.0453*** (0.0940)	0.0668*** (0.0740)	0.0562* (0.0095)
γ_1					-0.0328 (0.3472)	0.066 (0.1454)
β_1		0.9108* (0.0000)		0.9343* (0.0000)	0.9925* (0.0000)	1.0140* (0.0000)
AIC	7.8441	7.5357	7.8490	7.5634	7.5312	7.5293
SIC	7.9413	7.6606	7.9601	7.7023	7.6562	7.6543
ARCH-LM	0.2301 (0.6314)	0.5499 (0.4583)	0.6474 (0.4210)	0.0004 (0.9834)	0.1625 (0.6868)	0.2265 (0.6341)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Orman, kağıt ve basım sektörü getiri değerleri için kurulan modellerde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+M(2)<1$ koşullu ortalama denklem şartı sağlanmıştır. Ayrıca modellerin ARCH (α) ve GARCH (β) parametre değerlerinin pozitif ve anlamlı olması hem

ARCH hem de GARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. AIC ve SIC kriterleri incelendiğinde en uygun volatilité modelinin GRJGARCH (1,1) modeli olduğu tespit edilmiştir. ARCH-LM sonucuna göre ise volatilité modelleri ile koşullu varyans probleminin ortadan kalktığına ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, GRJGARCH (1,1) modelinin orman, kağıt ve basım sektörü getiri serisindeki volatilité modellemede kullanılabilecek en uygun model olduğu tespit edilmiştir.

Orman, kağıt ve basım sektöründe GRJGARCH (1,1) testi sonuçlarının sabit etki hariç anlamlı olduğu görülmektedir. Koşullu varyans problemin ortadan kalktığı sonucuna ulaşılmıştır. Orman, kağıt ve basım sektöründe γ katsayısının anlamlı olması volatilité üzerinde olumlu ve olumsuz şokların etkilerinin asimetric olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 10. XTAST Endeks Getirilerinin ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH-M (1) GARCH-M (1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) Modelleri

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	EGARCH (1,1)	GRJGARCH (1,1)
Ortalama Denklem						
Sabit	1.7179* (0.0074)	1.2616* (0.0173)	0.4389 (0.8256)	-2.3645 (0.1286)	1.2159* (0.0193)	1.1293** (0.0273)
AR(1)	-0.5148* (0.0000)	0.4858* (0.0000)	-0.6319* (0.0000)	0.4784* (0.0000)	0.4913* (0.0000)	0.4947* (0.0000)
AR(2)	0.4426* (0.0000)	-0.9704* (0.0000)	0.3294* (0.0000)	-0.9684* (0.0000)	-0.9616* (0.0000)	-0.9804* (0.0000)
MA(1)	0.6436* (0.0000)	-0.4573* (0.0000)	0.7697* (0.0000)	-0.4491* (0.0000)	-0.4299* (0.0000)	-0.4662* (0.0000)
MA(2)	-0.3563* (0.0000)	0.9911* (0.0000)	-0.2302* (0.0000)	0.9905* (0.0000)	0.9478* (0.0000)	0.9912* (0.0000)
GARCH Ort			0.1810 (0.4755)	0.4992** (0.0215)		
Varyans Denklemi						
α_0	45.0625* (0.0000)	2.4607 (0.2796)	45.2028* (0.0000)	0.5606 (0.4166)	-0.1201 (0.3361)	0.8932 (0.4422)
α_1	0.4540* (0.0003)	0.1754* (0.0192)	0.4555* (0.0005)	0.0560** (0.0361)	0.3588* (0.0014)	0.0865* (0.0658)
γ_1					0.0284 (0.5092)	-0.0083 (0.8559)
β_1		0.8030* (0.0000)		0.9295* (0.0000)	0.9605* (0.0000)	0.9010* (0.0000)
AIC	7.1621	7.0936	7.1684	7.0309	7.1063	7.0521
SIC	7.3034	7.2489	7.3238	7.1863	7.2758	7.2216
ARCH-LM	0.9683 (0.3251)	1.3637 (0.2429)	0.2033 (0.6521)	0.7113 (0.3990)	0.4839 (0.4867)	0.1863 (0.6629)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Aylık taş ve toprak endeks getiri değerleri ile kurulan volatilité modellerinde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ şartının sağlandığı tespit edilmiştir. Elde edilen ARCH (α) ve GARCH (β) sonuçlarına göre parametre değerleri pozitif ve anlamlıdır. Bu sonuç kurulan volatilité modellerinde hem ARCH hem de GARCH modellerinin etkisi olduğunu

ifade etmektedir. AIC ve SIC değerlerinin en düşük olduğu model en uygun volatilitte modelidir. Tablodaki sonuçlara göre en uygun volatilitte modeli GARCH-M (1,1) modelidir. ARCH-LM koşullu varyans sonucuna göre tüm modellerde koşullu varyans problemi ortadan kalkmıştır. Diğer bir ifadeyle, GARCH-M (1,1) modelinin taş ve toprak sektörü endeks getiri serisindeki volatilitteyi modellemede kullanılabilecek en uygun model olduğu tespit edilmiştir.

Taş ve Toprak endeksi için GARCH-M (1,1) modeli sonuçlarında katsayılarının koşullu standart sapma dışında anlamlı olduğuna, varyans denkleminde pozitif olma koşullarının sağlandığına ve koşullu varyans probleminin ortadan kalktığına ulaşılmıştır. Koşullu standart sapma değerine ait katsayının anlamsız olması işlem hacmi serisi için GARCH-M modelinin uygunluğunu engellemektedir.

Tablo 11. XTEKS Endeks Getirilerinin ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH-M (1) GARCH-M (1), EGARCH (1,1) ve GRJGARCH (1,1) Modelleri

	ARCH (1)	GARCH (1,1)	ARCH-M (1)	GARCH-M (1,1)	EGARCH (1,1)	GRJGARCH (1,1)
Ortalama Denklem						
Sabit	0.9636 (0.1369)	1.2980* (0.0110)	-1.7230 (0.6013)	1.7605 (0.3497)	1.6413* (0.0001)	1.5738* (0.0046)
AR(1)	1.2031* (0.0000)	-1.5847* (0.0000)	-1.5458* (0.0000)	1.4237 (0.0000)	1.8831* (0.0000)	1.4258* (0.0000)
AR(2)	-0.8297* (0.0000)	-0.8161* (0.0000)	-0.9182* (0.0000)	-0.9437 (0.0000)	-0.9568* (0.0000)	-0.9300* (0.0000)
MA(1)	-1.1919* (0.0000)	1.6164* (0.0000)	1.6114* (0.0000)	-1.4554 (0.0000)	-1.9125* (0.0000)	-1.4643* (0.0000)
MA(2)	0.8910* (0.0000)	0.8856* (0.0000)	0.9822* (0.0000)	0.9890 (0.0000)	0.9835* (0.0000)	0.9911* (0.0000)
GARCH Ort			0.2787 (0.3692)	-0.0579 (0.8003)		
Varyans Denklemi						
α_0	85.2132* (0.0000)	0.2058 (0.5750)	97.1351* (0.0036)	0.8543 (0.0049)	0.0859* (0.0094)	0.9423* (0.0009)
α_1	0.3907* (0.0000)	-0.0247 (0.0000)	0.3699* (0.0894)	0.0342 (0.0000)	0.0704*** (0.0785)	0.0182 (0.3098)
γ_1					0.0495** (0.0323)	-0.0332 (0.3030)
β_1		1.0164* (0.0000)		1.0150 (0.0000)	0.9919* (0.0000)	1.0128* (0.0000)
AIC	7.6205	7.3732	7.4594	7.3322	7.3612	7.3285
SIC	7.7177	7.4982	7.5843	7.4572	7.4862	7.4535
ARCH-LM	0.0017 (0.9662)	8.1970 (0.1457)	0.0999 (0.7519)	1.5245 (0.2187)	1.3448 (0.2462)	1.5358 (0.2152)

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 11'deki tekstil ve deri sektörünün endeks getirileri sonucuna göre ARCH (α) ve GARCH (β) parametre değerleri pozitif ve anlamlıdır. Bu sonuç kurulan modellerde hem ARCH hem de GARCH etkisinin olduğunu göstermektedir. Volatilitte modellerinde $AR(1)+AR(2)<1$ ve $MA(1)+MA(2)<1$ koşullu ortalama denklemin sağlandığı sonucuna

ulaşmıştır. AIC ve SIC kriterlerine göre en uygun volatilité modelinin GRJGARCH (1,1) modeli olduğu tespit edilmiştir. Yapılan ARCH-LM testi sonucuna göre ise modellerde koşullu varyans probleminin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle, GRJGARCH (1,1) modelinin tekstil ve deri sektörü endeks getiri serisindeki volatilitéyi modellemede kullanılabilecek en uygun model olduğu tespit edilmiştir.

GRJGARCH (1,1) modeli incelendiğinde modelin katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ve koşullu varyans probleminin ortadan kalktığına ulaşılmıştır. Modeldeki γ katsayısının anlamlı olması volatilité üzerindeki şokların etkilerinin asimetric olduğunu ifade etmektedir. Katsayısının negatif olması ise kaldıraç etkisinin olduğunu ve model üzerinde olumsuz şokların olumlu şoklara göre daha fazla bir volatilitéye sebep olduğu tespit edilmiştir.

Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde BIST alt sektör endekslerinin volatilitelerini inceleyen çalışmaya rastlanılmamıştır. Genellikle hizmet sektörü, banka sektörü, mali sektörlerin endeks getiri volatilitelerinin incelendiği tespit edilmiştir. Kamışlı ve Sevil (2018) yılında çalışmada incelenen sektörlerin kriz dönemlerindeki sektörlerin endeks getirileri arasındaki volatilité ilişkilerini incelediği tespit edilmiştir.

6. SONUÇ

Finansal piyasalarda yer alan işletmeler ve bu işletmelere yatırım yapan yatırımcılar aldıkları kararları ve yaptıkları yatırımları risk-getiri ilişkisini dikkate alarak gerçekleştirmektedirler. Ortaya çıkan risk-getiri profiline göre yatırımcılar bazı yatırımlarının riski düşük olmasını istedikleri için düşük getiri sağlayan varlıklara yatırırlar, bazıları ise yüksek riskli varlıklara yatırım yaparak karlarını artırmak isterler. Diğer bir ifade ile, yatırımcılar istedikleri risk düzeyine göre farklı sektördeki varlıklara yatırım yaparak az veya çok kar sağlamak isterler.

Bu çalışmada BIST’de yer alan alt sektörlerindeki endekslerin 1997:01-2019:07 tarihleri arasında aylık getiri serilerinin volatiliteleri koşullu değişen varyans yöntemlerinden ARCH-GARCH modelleri ile belirlenmiştir. ARCH-GARCH yöntemi günlük, haftalık veya aylık olan ve yüksek frekanslı finansal varlıklar için kullanılmaktadır. Çalışmada BIST alt sektöründe yer alan Gıda ve İçecek (XGIDA), Kimya, Petrol ve Plastik (XKMYA), Metal, Eşya ve Makine (XMESY), Orman, Kağıt ve Basım (XKAGT), Taş ve Toprak (XTAST) ve Tekstil ve Deri (XTEKS) sektörü endeks getiri değerlerinin 01.1997-07.2019 aylık verileri kullanılmıştır. Endeks getiri değerlerinin koşullu değişen varyans modellerini tahmin etmede Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerinden yararlanılmıştır. Akaike ve Schwarz bilgi kriterleri ile kurulan farklı modeller arasında en uygununun seçimi için kullanılmaktadır. Serilere ait koşullu varyans modelleri olan ARCH ve GARCH modelleri incelendiğinde, getiri serilerinde asimetric etkinin olduğu görülmektedir. Asimetric etki serilerde ortaya çıkan pozitif ve negatif şokların her birinin anlamlı olup olmadığını belirlemektedir. Buna göre çalışmada

kullanılan endeks getirilerinin ortaya çıkan pozitif ve negatif şoklardan etkilendiği tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu pozitif ve negatif şoklar endeksler üzerindeki etkileri de farklılık göstermektedir.

Bu kriterlere göre gıda ve içecek sektörü getiri endeksi için en uygun volatilité modeli GARCH (1,1) modelidir. Sektörün endeks getiri değerlerinde GARCH (1,1) modeli parametreleri anlamlıdır. Bu sonuç gıda ve içecek sektörü getirilerinde ortaya çıkan volatilitenin veya şokun etkisinin belli bir süre daha devam edeceğini göstermektedir. Bu durum kriz veya belirsizliklerin yaşandığı dönemlerde gıda ve içecek sektörü endeks getirilerindeki değişkenliğin arttığı ve bu dönemlerde volatilité kümelenmelerinin gözlemlendiği sonucunu vermektedir.

Kimya, petrol ve plastik sektörü ve metal eşya ve makine sektörünün getiri endeksi volatilité modellenmesi sonucunda en uygun modelin EGARCH (1,1) modeli olduğu ve parametrelerinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç bu iki sektörün getiri değerlerinde oluşan aşağı ve yukarı dalgalanmalarının gelecekteki volatilitésinin tahmin edilebilirliği açısından aynı etkiye sahip olmama olasılığını dikkate aldığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, olumlu veya olumsuz şoklar iki sektörün getiri volatilitésini üzerinde aynı etkiye sahip değildirler. Ayrıca, kimya, petrol ve plastik sektörü getiri volatilitésini sonuçlarında asimetrik etki katsayısının pozitif olması kaldıraç etkisinin olmadığını ifade etmektedir. Metal eşya ve makine sektörünün getiri volatilitésinin asimetrik etki katsayısının negatif olması ise kaldıraç etkisinin olduğunu göstermektedir. Şokların etkisi açısından incelendiğinde kaldıraç etkisinin pozitif olduğu XKMYA sektöründe negatif şoklar pozitif şoklara göre daha az volatilité yarattığını; kaldıraç etkisinin negatif olduğu XMESY sektöründe ise negatif getiri şoklarının pozitif getiri şoklarından daha fazla volatilité yarattığını açıklamaktadır. EGARCH modelinde kimya, petrol ve plastik ile metal eşya ve makine sektörü endeks getirilerinin finansal piyasalarda oluşan aşağı veya yukarı hareketlerin finansal varlıkların gelecekteki volatilitésinin öngörülebilirliği açısından aynı etkiye sahip olmama olasılığını ifade etmektedir. Özellikle piyasalarda yaşanan aşağı doğru hareketlerin yukarı doğru hareketlere göre kimya, petrol ve plastik ile metal eşya ve makine sektör getirilerini daha çok etkileyebileceğine tespit edilmiştir.

Orman kağıt ve basım sektörü ile tekstil ve deri sektörünün getiri endeksi volatilité modellenmesinde Aikaike ve Schwarz kriterine göre en uygun modelin GRJGARCH (1,1) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. GRJGARCH (1,1) volatilité modellerinde parametre katsayıları anlamlıdır. GRJGARCH (1,1) modeli her iki sektördeki olumlu ve olumsuz şokların etkilerinin asimetrik olduğu görülmektedir. XKAGT sektöründe asimetri parametresi katsayısının pozitif olması kaldıraç etkisinin olduğunu ifade etmektedir. Bu durum ise olumlu şokların olumsuz şoklara göre daha fazla bir volatilitéye neden olduğunu göstermektedir. XTEKS sektöründe ise asimetri katsayısı negatiftir ve kaldıraç etkisi yoktur. Orman, kağıt ve basım sektörü endeks getirilerinin piyasalarda özellikle kriz dönemlerinde yaşanan olumsuz

şoklardan daha fazla etkilendiklerini, olumlu şoklardan ise olumsuzlar kadar etkilenmedikleri görülmektedir.

Taş ve toprak sektörünün getiri volatilitesi modellemesinde katsayıların anlamlı olduğu Aikaike ve Schwarz kriterlerinin en iyi olduğu modelin GARCH-M (1,1) olduğu tespit edilmiştir. Bu model sonucunda, koşullu standart sapmanın anlamlı olduğu ve koşullu değişken varyans etkisinin ortadan kalktığına ulaşılmıştır.

Genel olarak endeksler incelendiğinde her endeksi volatilitate modellemesinin farklı olduğu görülmektedir. Özellikle XKMYA, XMESY, XKAGT ve XTEKS sektörleri getiri serilerinde asimetrik etkinin olduğu görülmektedir. Bu sonuç olumsuz volatilitenin olduğu dönemlerde ortaya çıkan yüksek salınımlar, bazı yatırımcılarının kazancını artırırken bazılarının önemli zararlara uğramasına neden olmuştur. Özellikle finansal piyasalarda oluşan risklerin ölçülmesi ve yatırım kararlarının alınması için volatilitate modellenmelerinin yapılması yatırımcıların riske karşı olan tutumlarına yol göstermektedir. Çünkü endeks getirilerindeki volatilitate yüksek risk anlamına gelmektedir. Özellikle riskten kaçınan yatırımcılar için volatilitesi yüksek olan menkul kıymetlere yatırım yapmaktan kaçınmak isterken risk seven yatırımcılar volatilitesi yüksek olan yatırımlar yapmaktadırlar. Bundan dolayı, yatırımcılar için yapılan volatilitate model tahminleri onların doğru yatırım kararları almalarına yardımcı olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, Elsheikh, M. And Sulıman, Zakaria (2011), “Modeling Stock Market Volatility Using GARCH Models Evidence From Sudan”, International Journal of Business and Social Science, Volume:2, No:23, pp:114-128.
- Atakan, Tülin, (2009). “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri ile Modellenmesi”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Dergisi Yönetim, Cilt:20, Sayı:62, ss:48-61.
- Bahadur, Surya, G.C. (2008). “Volatilitate Analysis of Nepalese Stock Market” The Journal of Nepalese Business Studies, Volume:V, No:1, pp:76-84.
- Banumathy, Karunanithy And Azhagaiah, Ramachandran, (2015), “Modelling Stock Market Volatility: Evidence From India”, Managing Global Transitions, Volume:13, No:1, pp:27-42.
- Borsa İstanbul (BIST), (2019), “BIST Pay Endeksleri Temel Kuralları”, Borsa İstanbul Veri ve Endeks Bölümü, <https://www.borsaistanbul.com/docs/default-source/endeksler/bist-pay-endeksleri-temel-kurallari-ekim-2019.pdf?sfvrsn=8>, (Erişim Tarihi:19.11.2019).

- Bollerslev, Tim (1986). “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”, *Journal of Econometrics*, Vol:31, pp:307-328.
- Bollerslev, Tim, Chou, Ray, Y. And Kroner, Kenneth, F. (1992). “ARCH Modelling in Finance”, *Journal of Econometrics*, Vol:52, pp:5-59.
- Brooks, Chris (2008), *Introductory Econometrics For Finance*, 2nd. Ed. Cambridge: Cambridge University Press, New York.
- Choudhry, Taufiq, (1996), “Stock Market Volatility and The Crash of 1987: Evidence From Six Emerging Markets”, *Journal of International Money and Finance*, Volume:15, No:6, pp:969-981.
- Çabuk, H. Altan, Özmen, Mehmet Ve Kökçen, Arzu, (2011), “Koşullu Varyans Modelleri: İMKB Serileri Üzerine Bir Uygulama”, *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt:15, Sayı:2, ss:1-18.
- Çil, Nilgün, (2018), *Finansal Ekonometri*, Der Yayınları, İstanbul.
- El Aal, Moustafa Ahmed, (2011), “Modeling and Forecasting Time Varying Stock Return Volatility in the Egyptian Stock Market”, *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue:78, pp:96-112.
- Engle, Robert, F. (1982), “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates of the Variance of U.K. Inflation”, *Econometrica*, 50:987-1008.
- Engle, Robert, F. (1993), “Statistical Models For Financial Volatility”, *Financial Analyst Journal*, Vol:49, No:1, pp:72-78.
- French, Kenneth, P., Schwert, William, G. And Stambaugh, Robert, F. (1987), “Expected Stock Return and Volatility”, *Journal of Financial Economics*, Vol:19, No:1, pp:3-29.
- Goudarzi, Hojatallah And Ramanarayanan, C.S. (2011), “Modeling Asymmetric Volatility in the Indian Stock Market”, *International Journal of Business and Management*, Vol:6, No:2, pp:221-231.
- Gökçe, Atilla, (2001). “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi”, *Gazi Üniversitesi, İİBF Dergisi*, Cilt:1, ss:35-58.
- Gür, Timur, Han ve Ertuğrul, Hasan Murat, (2012). “Döviz Kuru Volatilitesi Modelleri: Türkiye Uygulaması”, *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, Cilt:27, Sayı:310, ss:53-77.
- Gürsakal, Sevda, (2011), “GARCH Modelleri ve Varyans Kırılması: İMKB Örneği”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:20, Sayı:3, ss:161-178.
- Kamışlı, Melik Ve Sevil Güven, (2018), “Borsa İstanbul Alt Sektör Endeksleri Arasındaki Oynaklık Yayılımlarının Analizi”, *Business&Management Studies: An International Journal*, Vol:6, Issue:4, ss:1015-1032.

- Kenourgios, Dimitris, F., Samitas, Aristeidis, G. And Papathanasiou, Spyros, (2005). “The Day of the Week Effect Pattern on Stock Market Return and Volatility: Evidence for the Athens Stock Exchange”, Proceeding of the 2nd. Applied Financial Economics (AFE) International Conference on “Financial Economics”, Samos Island, Greece, July 15-17 2005. pp:1-14.
- Koy, Ayben ve Ekim, Samiye, (2016). “Borsa İstanbul Sektör Endekslerinin Volatilite Modellemesi”, Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi, Cilt:5, Sayı:2, ss:1-23.
- Kuzu, Serdar, (2018), “Borsa İstanbul Endeksi (BIST 100) Getiri Volatilitésinin ARCH ve GARCH Modeli ile Tahmin Edilmesi”, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi, Özel Sayı:608-624.
- Mandelbrot, Benoit, (1963). “The Variation of Certain Speculative Prices”, The Journal of Business, Vol:36, No:4, pp:394-419.
- Mazıbaş, Murat, (2004), “İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama”, VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 26-27 Mayıs 2004, ss:1-27.
- Nelson, Daniel B. (1991), “Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach”, Econometrica, Vol:59, No:2, pp:347-370.
- Pindyck, Robert S. (1984). “Risk, Inflation and The Stock Market, American Economic Review, Vol:75, pp:335-351.
- SARIKOVANLIK, Vedat, KOY, Ayben, AKKAYA, Murat, YILDIRIM Hasan Hüseyin Ve KANTAR Lokman, (2019), Finans Biliminde Ekonometrik Uygulamaları, Kavram-Uygulama-Analiz, Seçkin Kitapevi, Ankara.
- Sevüktekin, Mustafa ve Nargeleçekenler Mehmet, (2006), “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, Cilt:61, Sayı:4, ss:243-265.
- Ugurlu, Erginbay, Thalassinos, Eleftherios, and Muratoğlu, Yusuf, (2014) “Modeling Volatility in the Stock MARKets Using GARCH Models: European Emerging Economies and Turkey”, International Journal in Economics and Business Administration, Volume:II, Issue:3, pp:72-87.
- Vasudevan, R.D. and Vetrivel, S.C. (2016), “Forecasting Stock Market Volatility Using GARCH Models: Evidence From The Indian Stock Market”, Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities, Volume:6, No:8, pp:1565-1574.
- Yapraklı, Sevda, Bozma Gürkan ve Akdağ Murat, (2018), “BIST Şehir Endekslerinde Oynaklığın Ölçülmesi: Alternatif Ekonometrik Modellerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi”, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, Cilt:639, ss:67-86.

Yıldız, Berk (2016), “Oynaklık Tahminde Simetrik ve Asimetrik GARCH Modellerinin Kullanılması: Seçilmiş BIST Alt Sektör Endeksleri Üzerine Bir Uygulama”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Cilt:72, ss:83-106.