

BIST Şehir Endekslerinde Oynaklığın Ölçülmesi: Alternatif Ekonometrik Modellerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

Sevda YAPRAKLI* Gürkan BOZMA** Murat AKDAĞ***

Gönderim tarihi: 08.12.2017 Kabul tarihi: 03.05.2018

Özet

Bu çalışmanın amacı, 2009 yılı itibariyle BIST'in pay endeksleri arasına giren Şehir Endeksleri'ndeki oynaklığı alternatif doğrusal olmayan zaman serisi modelleri ile ölçmek ve modellerin performanslarını değerlendirmektir. Bu amaçla 2009:01-2017:04 dönemi için 10 şehir endeksine ait günlük veriler kullanılarak, ARCH ailesi modellerinden GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına göre Antalya şehir endeksi oynaklığının ölçümünde GARCH (1,1); Adana, Ankara ve İzmir şehir endeksleri oynaklıklarının ölçümünde TGARCH (1,1) ve Balıkesir, Bursa, İstanbul, Kayseri, Kocaeli ve Tekirdağ şehir endeksleri oynaklıklarının ölçümünde ise EGARCH (1,1) modeli en uygun modellerdir. Sonuç olarak bu çalışmada yapılan analizler, şehir endeksleri oynaklıklarının ölçümünde kullanılan modellerin performanslarının ele alınan endekslere göre farklılık gösterdiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Oynaklık, GARCH, EGARCH, TGARCH, BIST Şehir Endeksleri

JEL Sınıflaması: B21, C13, C22, G10

The Measurement of Volatility at BIST City Indexes: An Comparatively Investigation of Alternative Econometric Models

Abstract

The aim of this study is to measure the volatility in the City Indexes, which is among the share indexes of BIST in 2009, by using alternative nonlinear time series models and to evaluate the performance of the models. For this purpose, GARCH, EGARCH and TGARCH models of ARCH family models were estimated using daily data of 10 city indexes for the period of 2009: 01-2017: 04. According to the estimation results, GARCH (1.1) model in measuring the volatility of Antalya city index, EGARCH (1,1) model in measuring the volatility of Adana, Ankara and İzmir city indexes and TGARCH (1.1) model in measuring the volatility of Balıkesir, Bursa, İstanbul, Kayseri, Kocaeli and Tekirdağ city indexes are the best appropriate models. As a result, the analyses made in this study indicate that the performance of the models used in measuring the volatility of city indexes differs according to the indexes handled.

Key Words: Volatility, GARCH, EGARCH, TGARCH, BIST City Indexes

JEL Classification: B21, C13, C22, G10

* Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, sevda1@atauni.edu.tr

** Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, gurkan.bozma@atauni.edu.tr

*** Doktora Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, muratakdg@gmail.com

1. Giriş

Finans piyasalarındaki varlıkların fiyatlarında meydana gelen beklenmedik ani hareketler (oynaklık), uluslararası finans literatürünün önemli tartışma konularından biridir. Öngörülenemeyen (iç ve dış ticaretteki gelişmeler, rekabet, faiz oranları, iç ve dış politik durumlar, şirketlerin durumlarından kaynaklanan işlem düzeylerindeki hareketler) ani iniş veya çıkışlar (dalgalanmalar) şeklinde tanımlanabilen oynaklık, yatırımların karlılığında belirsizlik yarattığı için yatırımcıların portföy çeşitlendirmesi kararları üzerinde etkili olabilmektedir (Ergün, 2010: 1).

Oynaklığın tahmin edilmesi diğer alanlarda olduğu gibi finans alanı içinde büyük bir önem taşımakta ve oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunda geleceğe yönelik tahminlerde bulunarak, hükümetler, firmalar, yatırımcılar vb. gibi çeşitli karar birimlerinin doğru politikalar-kararlar uygulamalarına olanak sağlanması etkili olmaktadır. Bu durum oynaklık tahminlerine yönelik çalışmaların ve modellerin artmasına neden olmuştur. Artan çeşitlilik oynaklığı tahmin etmede en etkin olan model(ler)in belirlenmesine yönelik çalışmaları da artırmıştır.

Borsalar, küresel dünya koşulları altında yatırımcıların karlarını maksimize etmek için takip ettikleri en önemli alanlar arasında yer almaktadırlar. Sermaye piyasasının önemli bir bölümünü oluşturan menkul kıymet borsalarında, kayıtlı olan firmaların ihraç ettikleri menkul kıymetlerin alım satımı yapılmakta ve finansal varlıkların gerçek piyasa fiyatları belirlenmeye çalışılmaktadır (Borsa İstanbul-BIST, 2017). Özellikle Gelişmekte Olan Ülke (GOÜ)'lerde faaliyet gösteren ve borsada işlem gören firmaların sunduğu yüksek getiri fırsatlarının, alternatif yatırım çeşitlendirmesinin ve pozitif risk olanaklarının değerlendirilebilmesi o ülkelere yönelik sermaye akımlarını artırabilmektedir. Bu bağlamda menkul kıymetlere ve/veya endekslere yatırım yapılması durumlarında oynaklıkların analiz edilmesi, yatırımcıların göze aldıkları riskleri değerlendirmelerine ve kazanç-kayıpları karşılaştırmalarına olanak sağlamaktadır.

Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de Borsa İstanbul (BIST) bulunmaktadır. BIST, Sermaye Piyasası Kanunu'na göre kurulmuş ve Sermaye Piyasası Kurulu'nun gözetimi ve denetimi altında faaliyetlerini sürdüren, Türkiye'nin tek organize Hisse Senedi (Pay) Piyasası'dır. BIST Pay Piyasası'nda farklı sektörlerden şirketlerin payları, yeni pay alma hakları, borsa yatırım fonları, varantlar ve sertifikalar işlem görmekte ve yabancı yatırımcılar için likit, şeffaf ve güvenli yatırım ortamı sağlanmaktadır (BIST, 2017, 2017a).

BIST, yatırımcıların piyasada oluşan hareketleri takip edebilmeleri amacıyla piyasalara ilişkin farklı nitelikte endeksler hesaplanmaktadır. Pay Piyasası için hem fiyat hem de getiri endeksi olarak toplam 324 endeks hesaplanmaktadır. Fiyat endeksleri, sadece fiyattaki değişimi yansıtırken, getiri endeksleri kar payı ödemelerini de dikkate almaktadır. BIST Pay Endeksleri, Borsa İstanbul'da işlem gören payların gruplar halinde ortak performanslarının ölçülmesi amacıyla oluşturulmuştur (BIST, 2017b).

2009 yılından itibaren BIST pay endeksleri kapsamında şehir endeksleri hesaplanmaya başlanmıştır. Borsa İstanbul pazarlarında işlem gören ve ana üretim merkezi veya faaliyet merkezi aynı şehirde olan şirketlerin fiyat ve getiri performanslarının izlenmesi amacıyla hesaplanan şehir endeksleri, ana üretim/hizmet faaliyetlerinin gerçekleştiği ya da şirket merkezinin bulunduğu şehre göre gruplandırılmış paylardan oluşmaktadır (BIST, 2016). Borsada payları işlem gören en az 5 şirketin bulunduğu şehir endeksleri arasında Adana (XSADA), Ankara (XSANK), Antalya (XSANT), Balıkesir (XSBAL), Bursa (XSBUR), Denizli (XSDNZ), İstanbul (XSIST), İzmir (XSIZM), Kayseri (XSKAY), Kocaeli (XSKOC), Konya (XSKON) ve Tekirdağ (XSTKR) yer almaktadır. Söz konusu endekslerde 178 adet firma bulunmaktadır. Şehir endeksleri ile hem ildeki şirketlerin paylarının performansının yansıtılması amaçlanmakta, hem de bu endeksler üzerine çıkarılacak borsa yatırım fonları sayesinde yatırımcıların tek bir menkul kıymet ile istedikleri şehre yatırım yapabilmelerine imkan tanınmış olmaktadır (BIST, 2017c).

Şehir endeksleri, mikro bazda firmalara ilişkin gelişmelerin, bir bölge ya da bir şehir ölçeğine indirgenmesi yoluyla incelenebilmesine ve gelecekte yaşanacak gelişmelere yönelik daha etkin tahminlerde bulunulabilmesine olanak sağlamaktadır. Şehir endeksleri, bir performans göstergesi niteliği taşıdığından yatırımcıların yatırım kararlarını verme aşamasında oldukça etkin şekilde yararlanabilecekleri endeksler arasında yer almaktadır. Ayrıca, bölgesel kalkınmanın sıkça gündeme geldiği günümüz koşullarında, finans alanında oluşturulan şehir endekslerinin önemi giderek artmaktadır (Bayramoğlu ve Pekkaya, 2010: 200-201).

Menkul varlıkların fiyat ve getirilerindeki oynaklığın yatırım kararları ve makroekonomik istikrar üzerindeki öneminden hareketle yapılan bu çalışmanın temel amacı; BIST Şehir Endeksleri'ndeki oynaklığı alternatif doğrusal olmayan zaman serisi modelleri (GARCH, EGARCH ve TGARCH) ile ölçmek ve modellerin performanslarını değerlendirmektir. Bu amaçla çalışmada öncelikle uluslararası literatürde yer alan belli başlı çalışmalar bulguları itibarıyla incelenmekte ve daha sonra oynaklığı ölçmeye yönelik ARCH ailesi modelleri tanıtılmaktadır. Son kısımda çalışmada kullanılan verilere ve yapılan analizler sonucunda

elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Sonuç kısmında ise araştırma bulguları genel olarak değerlendirilmeye çalışılmaktadır.

2. Literatür Araştırması

Finansal varlıkların ve endekslerin getiri oranlarındaki oynaklığın belirlenmesine yönelik tahminlere özellikle yatırımcıların ve politika yapıcıların büyük önem verdikleri görülmektedir. Bu çalışma kapsamında diğer faktörler veri iken, borsa getiri ve endekslerindeki oynaklığı tahmin etmeye yönelik alternatif modellerin yer aldığı uygulamalı çalışmalar dikkate alınmıştır. Konu ile ilgili olarak yapılan belli başlı uygulamalı çalışmalarda genel olarak, zaman serisi analizlerinden yararlanıldığı ve oynaklığı tahmin etmeye yönelik farklı modellerin kullanıldığı gözlenmektedir.

Borsa pay endeksi oynaklığını tahmin etmeye yönelik belli başlı çalışmalar sonuçları itibarıyla aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Konuyla ilgili olarak literatürde yer alan belli başlı çalışmalarda [Gökcan (2000), Frimpong ve Oteng-Abayie (2006), Goudarzi ve Ramanarayanan (2010), Xie ve Huang (2013), Adesina (2013) ve Fabozzi vd. (2014)] hisse senedi getirilerindeki oynaklığı tahmin etmede GARCH (1,1) modelinin daha iyi performans sergilediği yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Diğer taraftan Bekaert ve Harvey (1995), Peters (2001), Pan ve Zhang (2006), Leeves (2007), Alberg vd. (2008), Ahmed ve Suliman (2011), Zakaria vd. (2012), Gabriel (2012), Fabozzi vd. (2014), Al-Najjar (2016) ve Singh ve Tripathi (2016) tarafından yapılan çalışmalarda ise borsa endekslerindeki oynaklığı tahmin etmede asimetric GARCH (EGARCH, TGARCH, PGARCH vb. gibi) modellerinin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İncelenen çalışmalarda oynaklığı ölçen en uygun model belirlenirken katsayıların anlamlılığı, AIC ve SIC vb. gibi model seçim kriterlerinden yararlanıldığı gözlenmiştir.

Borsa pay endekslerindeki oynaklığı tahmin etmeye yönelik olarak Türkiye üzerine Aydın (2002), Sevüktekin ve Nargeleçekenler (2008) ve Atakan (2009) tarafından yapılan çalışmalarda GARCH modelinin diğer modellere göre daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte Özden (2008), Güriş vd. (2011), Gökbulut ve Pekkaya (2014) ve Karabacak vd. (2014) tarafından yapılan çalışmalarda ise asimetric GARCH modellerinin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan yapılan literatür araştırması kapsamında Türkiye’de Başçı (2011) tarafından BIST mali ve sınai alt endekslerindeki; Mazıbaş (2005), Yıldız (2016) ve Koy ve Ekim (2016) tarafından BIST hizmet, mali, sınai ve ticari alt endekslerindeki oynaklığı ölçen bazı çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir. Yapılan literatür

araştırması kapsamında, BIST alt endekslerinden olan şehir endekslerinin oynaklığına yönelik olarak Kula ve Baykut (2017) tarafından bir çalışma yapıldığı tespit edilmiştir. Çalışmada özellikle endekslerdeki oynaklıklar karşılaştırıldığı, asimetrik etkilerin olmadığı ve GARCH modelinin tüm endeksler için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Şehir bazında yatırım kararlarındaki öneminden hareketle bu çalışmada yukarıdaki çalışmadan farklı olarak özellikle BIST Şehir Endeksleri'ndeki oynaklığı en iyi tahmin eden model belirlenmeye çalışılmıştır.

1995-2017 dönemine ait çeşitli yıllarda yapılan başlıca uygulamalı çalışmaları Tablo 2.1'deki gibi özetlemek mümkündür.

Tablo 2.1. Getiri Endekslerinde Oynaklığı Ölçmeye İlişkin Literatür: Başlıca Çalışmalar

Yazar(lar)/ Çalışma Yılı	Ülke(ler)/ Zaman Dönemi	Değişken	Sonuç
Bekaert/Harvey (1995)	20 GOÜ/ 1976:01-1992:12	Hisse Senedi Getiri Endeksi (HSGE)	Oynaklık ölçümünde asimetrik GARCH daha anlamlıdır
Gökcan (2000)	7 GOÜ/1988:02- 1996:12	Borsa Endeksleri	GARCH modeli daha etkilidir
Peters (2001)	İngiltere, Almanya/ 1986:01-2000:12	Londra FTSE100, Almanya DAX30 Endeksleri	Asimetrik GARCH (GJR ve APARCH) modelleri daha iyi oynaklık tahmini yapmaktadırlar
Aydın (2002)	Türkiye/ Değişik Veri Ölçekleri (Gün Sayısı)	IMKB 30 Endeksi	Oynaklığı en iyi ölçen model GARCH'tır
Fabozzi vd. (2004)	Çin/1992:11-2001:11	Shangai ve Shenzen Borsa Endeksleri	Shangai için TGARCH; Shenzen için GARCH daha iyidir
Mazıbaş (2005)	Türkiye/1997:01- 2004:12	IMKB Hizmet, Mali, Sinai Alt Endeksleri	Asimetrik GARCH modelleri daha etkilidir
Pan/Zhang (2006)	Çin/2000:01-2004:12	Shangai ve Shenzen Borsa Endeksleri	Shangai için GARCH-t ve APARCH-H; Shenzen için GJR ve EGARCH daha anamlı sonuçlar vermektedir
Frimpong/Oteng- Abayie (2006)	Gana/1994:06- 2004:04	Gana Borsa Endeksi	GARCH modeli daha etkilidir
Leeves (2007)	Endonezya/ 1990:01-1999:12	HSGE	Asimetrik GARCH modelleri daha etkilidir
Sevüktekin/Nargele çekenler (2008)	Türkiye/1987:01- 2006:12	IMKB 100 Endeksi	En uygun model GARCH'tır

Yazar(lar)/ Çalışma Yılı	Ülke(ler)/ Zaman Dönemi	Değişken	Sonuç
Özden (2008)	Türkiye/2000:01- 2008:09	IMKB 100 Endeksi	EGARCH ve TGARCH modelleri daha etkilidir
Alberg vd. (2008)	İsrail/1992:11- 2005:05	TASE HSGE	EGARCH daha iyi performans sergilemektedir
Atakan (2009)	Türkiye/1987:01- 2008:12	IMKB 100 Endeksi	En uygun model GARCH'tır
Goudarzi/Ramanarayanan (2010)	Hindistan/ 2000:07-2009:01	BSE 500 Endeksi	Oynaklığı en iyi açıklayan model GARCH'tır
Ahmed ve Suliman (2011)	Sudan/2006:01- 2010:11	Khartoum Borsa Endeksi	Asimetrik GARCH modelleri daha etkilidir
Başçı (2011)	Türkiye/2002:01- 2010:12	BIST Mali ve Sınai Alt Endeksleri	TGARCH modeli daha başarılıdır
Güriş vd. (2011)	Türkiye/1995:01- 2010:06	IMKB 100 Endeksi	Oynaklığı açıklamada Bayezyen GARCH daha iyidir
Zakaria vd. (2012)	Sudan, Mısır/ 2006:01-2010:11	Khartoum ve Cario-Alexandria Borsa Endeksleri	Asimetrik GARCH (EGARCH ve TGARCH) modelleri daha etkindir
Gabriel (2012)	Romanya/ 2001:03-2012:02	Bükreş Borsa Endeksi	TGARCH daha iyi performans sergilemektedir
Adesina (2013)	Nijerya/1985:01- 2011:12	NSE Borsa Endeksi	Simetrik GARCH modeli daha anlamlıdır
Xie/Huang (2013)	Çin/2006:02-2012:01	CSI Fon Endeksi	ARCH daha güçlüdür
Gökbulut/Pekkaya (2014)	Türkiye/2002:01- 2014:02	BIST 100 Endeksi	En uygun modeller CGARCH ve TGARCH'tır
Karabacak vd. (2014)	Türkiye/2005:01- 2013:09	BIST 100 Endeksi	TGARCH modeli daha etkilidir
Yıldız (2016)	Türkiye/2000:01- 2015:12	BIST Hizmet, Mali, Sınai Alt Endeksleri	Mali ve sınai endekste TGARCH, hizmet endeksinde GARCH daha iyidir
Singh/Tripathi (2016)	Hindistan/ 2001:04-2016:03	BSE 500 Endeksi	Oynaklığı en iyi açıklayan modeller EGARCH ve TGARCH'tır
Al-Najjar (2016)	Ürdün/2005:01- 2014:12	Amman Borsa Endeksi	En uygun model EGARCH'tır
Koy/Ekim (2016)	Türkiye/2011-2014 (Günlük)	BIST Hizmet, Banka, Sınai, Ticari Alt Endeksleri	Hizmet, sınai ve ticari endekste GARCH-EGARCH, banka endeksinde GARCH daha iyidir
Kula/Baykut (2017)	Türkiye/2009:01- 2017:07	BIST Şehir Endeksleri	En oynak endeks Kocaeli Şehir Endeksi'dir, tüm endeksler için GARCH modeli etkilidir

Özetlenecek olursa, menkul varlık getiri ve endekslerindeki oynaklığı ölçen Tablo 2.1'deki uygulamalı çalışmaların tamamı dikkate alındığında, oynaklığı ölçen en uygun modelin hangisi olduğu konusunda net bir görüş birliğinin sağlanmadığı söylenebilir. Bunun ele alınan örnek grubu, incelenen dönem ve veri ölçümü farklılıklarından kaynaklandığı söylemek mümkündür.

Getiri endekslerindeki oynaklığı konu alan diğer uygulamalı çalışmalara göre bu çalışmanın, ele alınan verilerin zaman dönemi ve veri ölçümü açısından farklılık arz ettiğini ifade etmek mümkündür. Bu çalışmada daha önce pay endekslerinin oynaklığının ölçülmesinde kullanılan yöntemler, pay alt endekslerinden olan şehir endekslerine uygulanmakta ve böylece literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. Ekonometrik Bir Analiz

Bu çalışmada BIST Şehir Endeksleri'ndeki oynaklık alternatif doğrusal olmayan zaman serisi modelleri ile ölçülmeye ve ölçümde hangi modelin en uygun olduğu tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bu çerçevede bir portföy niteliği taşıyan şehir endekslerinin performansları belirlenerek, gelecek dönemlerde yatırımcılara, şehir ve bünyesinde faaliyette bulunan firmalara yol göstermesi amaçlanmaktadır.

3.1. Kapsam ve Veri Seti

Çalışmada 2009 yılında BIST'in pay endeksleri arasına giren şehir endekslerindeki [Adana (XSADA), Ankara (XSANK), Antalya (XSANT), Balıkesir (XSBAL), Bursa (XSBUR), İstanbul (XSIST), İzmir (XSIZM), Kayseri (XSKAY), Kocaeli (XSKOC) ve Tekirdağ (XSTKR)] oynaklık ve oynaklığı ölçen modellerin performansları ekonometrik olarak incelenmektedir.

Endekslerin oynaklığının tahmin edilmesinde, 10 BIST Şehir Endeksi için 2009:01-2017:04 dönemine ait 2088 adet günlük veri kullanılmıştır. Denizli (XSDNZ) ve Konya (XSKON) şehir endeksleri veri yetersizliği nedeniyle analizlere dahil edilmemiştir. Uygulamada kullanılan veriler, günlük kapanış fiyatlarından oluşmaktadır. Çalışmada şehir endeksi verilerinin doğal logaritması alınmış ve veriler hisse senedi getiri serisi haline dönüştürülmüştür [$R_{it} = \log((P_{it}/P_{i,t-1}))$]. Verilerin derlenmesinde, BIST Data Store istatistiklerinden yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada BIST Şehir Endeksleri'ndeki oynaklık alternatif doğrusal olmayan zaman serisi modelleri ile ölçülmekte ve oynaklığı ölçmek için kullanılan modellerin performansları değerlendirilmektedir. Oynaklığın ölçülmesi için kullanılan geleneksel doğrusal regresyon modellerinde 1980'li yılların başlarına kadar sabit varyans varsayımı yapılmıştır. Ancak zaman içinde finansal zaman serilerine ait varyansların sabit olmadıkları gibi genellikle zamana bağlı bir şekilde de değişkenlik göstermeleri geleneksel yöntemlerin yetersiz kalmasına yol açmıştır. Bu nedenle oynaklık ölçümü için doğrusal zaman serisi modellerinin yanı sıra doğrusal olmayan regresyon modelleri de kullanılmaya başlanmıştır (Yıldız, 2016: 85).

Örnekleme standart sapmaları yerine getirilerin koşullu varyanslarını kullanan doğrusal olmayan regresyon modellerinden ilki Engle'ye aittir (Engle, 1982: 987). Değişken varyans sürecinin incelenmesi gerektiğini ileri süren Engle'nin, Otoregresif Koşullu Değişken Varyans (ARCH) modelinin genel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (3.1)$$

(3.1) nolu eşitlikte α_0 ortalamayı, σ_t^2 değişen varyansı ve ε_t hata terimlerini göstermektedir (Yıldız, 2016: 90). ARCH modelinde negatif ve pozitif şoklar, önceki dönem şoklarının karelerine bağlanmakta ve oynaklığın da aynı şekilde etkilendiği varsayılmaktadır (Engle, 1982: 993).

Söz konusu varsayım doğrultusunda Bollerslev, koşullu varyansın sadece gecikmeli kalıntı karelerinden değil aynı zamanda gecikmeli varyanslardan da etkilendiğini ileri sürmüştür. Bu doğrultuda Bollerslev, ARCH modelini geliştirmiş ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişken Varyans (GARCH) modelini ortaya koymuştur (Bollerslev, 1986: 308-310). GARCH (p,q) olarak ifade edilen bu modelin genel genel gösterimi aşağıda verilmiştir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3.2)$$

(3.2) nolu denklemde; σ_t^2 değişen varyansı, ε_t hata terimlerini, σ_{t-j}^2 ise gecikmeli koşullu oynaklığı göstermektedir. α_i ve ε_{t-i}^2 ARCH bileşenlerini, β_j ve σ_{t-j}^2 ise GARCH bileşenlerini ifade etmektedir (Atakan, 2009: 53; Yıldız, 2016: 91).

Pozitif ve negatif şokların varyansa etkisinin simetrik (aynı) olduğu varsayımına dayalı Engle ve Bollerslev modelleri, simetrik koşullu değişen varyans modelleri olarak adlandırılmaktadır. Ancak kaldıraç etkisinin varlığı nedeniyle piyasaya gelen negatif haberler pozitif haberlere oranla finansal varlıklar üzerindeki oynaklığı daha fazla etkilemektedir. ARCH ve GARCH modellerinde dikkate alınmayan bu asimetri durumu Nelson tarafından ele alınmış ve üssel GARCH (EGARCH) modelinin geliştirilmesine neden olmuştur (Nelson, 1991: 349-351). Koşullu varyansa ait hata terimleri ile koşullu standart sapmaya ait işaretleri ve büyüklükleri de içeren EGARCH modelinin genel gösterimi şu şekildedir.

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^q \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \quad \text{EMBED Equation.DSMT4} \quad (3.3)$$

(3.3) nolu modelde görüldüğü gibi koşullu varyansın logaritması kullanılarak asimetrik etkiler modellenebilmektedir. Burada asimetrik etki (γ_i) katsayısının istatistiki anlamlılığına bağlıdır. Eğer ($\gamma_i < 0$) ise asimetrik etki var demektir ve aynı büyüklükteki negatif şokların oynaklığa etkisinin pozitif şoklardan farklı olduğunu göstermektedir (Yıldız, 2016: 91).

Asimetrik koşullu değişen varyans modellerinden bir diğeri de, Zakoian'ın pozitif ve negatif şokların koşullu varyansı nasıl etkilediklerini incelediği çalışmasında geliştirdiği eşik GARCH (TGARCH) modelidir. Modelin genel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i I_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 \quad (3.4)$$

(3.4) nolu modelde ε_t şokları, I_{t-i} ise haberler olumlu ise (0), olumsuz ise (1) değerini alan kukla değişkeni göstermektedir. Modelde ($\varepsilon_{t-1} = 0$)'ın eşik değer olarak kabul edilmesi durumunda, olumsuz haberlerin $\{I_{t-i} = \text{eğer } \varepsilon_{t-i} < 0 \text{ ise } 1\}$ koşullu varyans üzerindeki etkisinin olumlu haberlerin $\{I_{t-i} = \text{eğer } (\varepsilon_{t-i} \geq 0 \text{ ise } 0)\}$ etkisinden daha fazla olacağı (kaldıraç etkisi) varsayımı yapılmaktadır.

(3.4) nolu modelde yer alan (α_i) olumlu haberlerin varyans üzerindeki etkisini; ($\alpha_i + \gamma_i$) ise olumsuz haberlerin varyans üzerindeki etkisini göstermektedir. Eğer ($\gamma_i > 0$) ise kaldıraç etkisinin bulunduğu; ($\gamma_i = 0$) ise yeni haberlerin oynaklık üzerinde asimetric etkisinin olmadığı (TGARCH modelinin GARCH modeline eşit olduğu) kabul edilmektedir (Yıldız, 2016: 90-92; Cihangir ve Uğurlu, 2017: 287-289).

Çalışmada oynaklık tahminleri yapılmadan önce ele alınan serilerde birim kökün olup olmadığı ADF birim kök testi ile araştırılmıştır. Böylece sahte regresyon sorununun önüne geçilmeye çalışılmıştır. Analizlerde ise Eviews, R ve WinRats ekonometrik paket programları kullanılmıştır.

3.3. Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında ele alınan 10 BIST Şehir Endeksi'ne ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3.1'de verilmiştir.

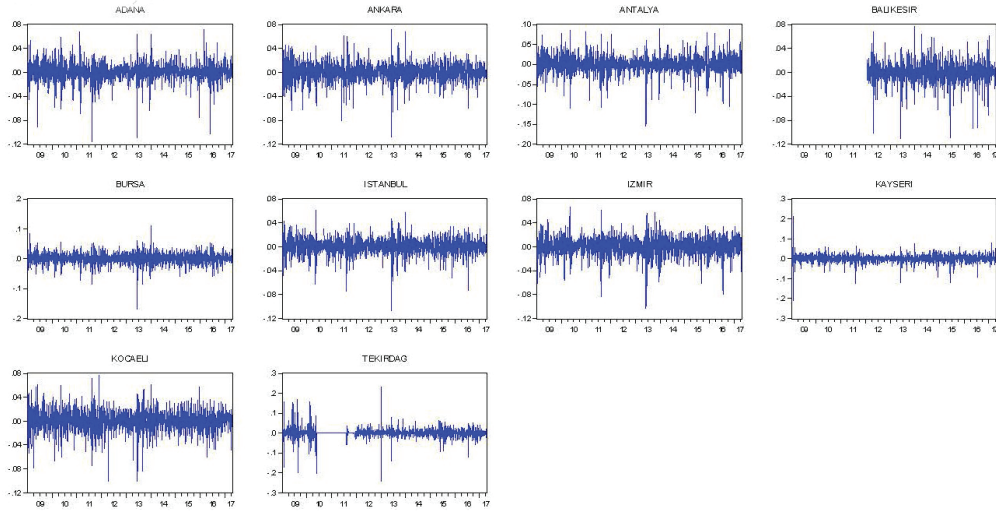
Tablo 3.1. Tanımlayıcı İstatistikler

	XSADA	XSANK	XSANT	XSBAL	XS BUR	XSIST	XSIZM	XSKAY	XSKOC	XSTKR
Ortalama	0.0006	0.0007	0.0002	0.0003	0.0009	0.0006	0.0007	0.0011	0.0009	0.0009
Medyan	0.0007	0.0009	0.0001	0.0006	0.0013	0.0010	0.0014	0.0015	0.0014	0.0000
Maksimum	0.0723	0.0721	0.0895	0.0772	0.1112	0.0606	0.0665	0.2103	0.0763	0.2318
Minimum	-0.1151	-0.1085	-0.1550	-0.1109	-0.1686	-0.1072	-0.1030	-0.2102	-0.1014	-0.2415
Std.Sapma	0.0146	0.0144	0.0203	0.0176	0.0175	0.0130	0.0144	0.0183	0.0168	0.0233
Çarpıklık	-0.8881	-0.4674	-0.5492	-0.6618	-0.5969	-0.7004	-0.6700	-0.6962	-0.5545	0.1522
Basıklık	10.6743	7.2702	8.5384	8.4412	9.3028	7.7211	6.9619	23.3306	6.3673	28.6754
Jarque.Bera	5395.69	1661.66	2772.25	1727.36	3578.42	2108.78	1521.08	36111.17	1092.94	57333.37
Olasılık	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Toplam	1.3284	1.3629	0.5200	0.3555	1.8716	1.1573	1.4471	2.2094	1.7938	1.8081
St.Sap.Top.	0.4439	0.4333	0.8624	0.4087	0.6424	0.3536	0.4315	0.6998	0.5869	1.1322
Gözlem	2087	2087	2087	1322	2087	2087	2087	2087	2087	2087

Tablo 3.1'e göre şehir endekslerinin en yüksek değeri 0.090 (XSANT) düzeyindeyken en düşük değeri -0.244 (XSTKR) düzeyindedir. Değişkenlere ait ortalamaların en düşük değeri 0.0002 (XSANT), en yüksek değeri 0.0011 (XSKAY)'dır. Yani yatırımcılar düşük de olsa pozitif getiri elde etmektedirler. Endekslerin ortalamalarının ve standart sapmalarının sıfıra yakın olmaları değişkenlerin durağan olabileceklerini göstermektedir. Endekslerin getiri serilerine ait basıklık değerlerinin 3'ten büyük olması, serilerin kalın kuyruk özelliği taşıdığını göstermektedir. Çarpıklık katsayıları incelendiğinde ise XSTKR hariç serilerin tümü-

nün negatif değer aldığı (sıfırdan küçük olduğu) ve bu nedenle serilerin sola çarpık dağılıma sahip oldukları görülmektedir. Bu bağlamda Jarque-Bera değerleri % 1 önem düzeyinde serilerin normal dağılıma sahip olmadıklarını göstermektedir.

Şekil 3.1’de BİST Şehir Endeksleri’ne ait getiri serilerinin zamana bağlı değişimleri (oy-naklıkları) verilmektedir.



Şekil 3.1. Şehir Endekslerinin Zaman Bağlı Değişimleri

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi şehir endekslerinin 2009:01-2017:04 dönemine ait değişimleri istikrarlı bir seyir izlememekte, getiri değerleri bazı dönemlerde yükselirken, bazı dönemlerde düşmektedirler. Ayrıca serilerde meydana gelen büyük değişimleri büyük, küçük değişimleri ise küçük hareketlerin izlemesi şeklindeki oynaklık kümelenmesinin yukarıdaki serilerde zaman zaman ortaya çıktığı gözlenmektedir.

Çalışmada 10 BIST Şehir Endeksi’nin oynaklığını ve oynaklığı ölçen modellerin performansını belirlemek için PP birim kök testi uygulanarak model tahmininde yer alan verilerin durağanlıkları araştırılmıştır. PP birim kök testi, hata terimlerinde hem otokorelasyon hem de değişen varyans bulunması durumunda daha güvenilir sonuçlar verdiği için tercih edilmiştir. Ele alınan değişkenler için gecikme değerleri, Akaike Bilgi Kriteri (AIC)’ne göre belirlenmiştir. Gecikme uzunluğu belirlenirken maksimum 24 gecikme alınmış ve otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler dikkate alınmıştır. Tablo 3.2, PP birim kök testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.2. PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken Adı	Adj. t Stat.	Olasılık	
XSADA	-45.2986 ^(a)	0.0001	
XSANK	-45.8444 ^(a)	0.0001	
XSANT	-45.8347 ^(a)	0.0001	
XSBAL	-35.3640 ^(a)	0.0000	
XSBUR	-46.5150 ^(a)	0.0001	
XSIST	-44.3809 ^(a)	0.0001	
XSIZM	-44.5339 ^(a)	0.0001	
XSKAY	-45.6986 ^(a)	0.0001	
XSKOC	-43.4641 ^(a)	0.0000	
XSTKR	-46.3336 ^(a)	0.0001	
Krt. Değer	a = % 1 -2.5662	b = % 5 -1.9410	c = % 10 -1.6166

a, b ve c; sırasıyla % 1 , % 5 ve % 10 önem düzeyinde Mckinnon kritik değerlerini temsil etmektedir.

Tablo 3.2’de görüldüğü gibi 2009:01-2017:04 dönemi için çalışmada kullanılan 10 şehir endeksi değişkeni için sabitsiz/trendsiz modeller tahmin edilmiştir. Yapılan tahminler sonucunda, % 1 önem düzeyinde değişkenlerin seviye değerleri $I(0)$ ile durağan oldukları tespit edilmiştir.

BIST Şehir Endeksleri’ne ait getiri serileri için çeşitli ARMA(p,q) modelleri oluşturulmuş ve en uygun ARMA (p,q) modelleri AIC’ye göre belirlenmeye çalışılmıştır. Modeller için en uygun koşullu ortalama denklemleri araştırılmış, en düşük AIC değerine sahip olan modeller seçilerek sonuçları Tablo 3.3’te özetlenmiştir.

Tablo 3.3. ARMA Model Seçimi Sonuçları

	AR / MA	AIC		AR / MA	AIC
XSADA	(3,3)	-5.624	XSIST	(3,2)	-5.859
XSANK	(2,2)	-5.657	XSIZM	(3,4)	-5.659
XSANT	(3,2)	-4.959	XSKAY	(4,2)	-5.203
XSBAL	(2,2)	-5.251	XSKOC	(4,4)	-5.358
XSBUR	(4,4)	-5.262	XSTKR	(4,4)	-4.696

Tabloda 3.3’te her şehir endeksi için en uygun olan model gösterilmektedir. Söz konusu modellerde ARCH etkisinin olup olmadığını sınamak amacıyla koşullu ortalama denklemi artıklarına 6 gecikmeli ARCH-LM testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.4’teki gibidir.

Tablo 3.4. ARCH-LM Test Sonuçları

	X^2	Olasılık		X^2	Olasılık
XSADA	85,426	0,000	XSIST	43,280	0,000
XSANK	86,852	0,000	XSIZM	35,261	0,000
XSANT	67,636	0,000	XSKAY	291,619	0,000
XSBAL	25,004	0,000	XSKOC	30,450	0,000
XSBUR	44,324	0,000	XSTKR	338,513	0,000

Tablo 3.4'teki test sonuçlarına göre şehir endekslerine ait X^2 değerleri, 0,05 hata düzeyindeki serbestlik derecesi 1 olan ki-kare tablo değerlerinden büyüktür. Bu nedenle getiri serilerinin artıklarında birinci derecede ARCH etkisinin var olduğunu ("Sabit varyans vardır" şeklindeki H_0 hipotezinin reddedildiğini) söylemek mümkündür. Bu sonuçlar getiri serilerinin ARCH-GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilebileceğini göstermektedir.

Tablo 3.5, 3.6 ve 3.7'de sırasıyla GARCH, EGARCH ve TGARCH modellerine ait tahmin sonuçları verilmektedir.

Tablo 3.5. GARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	XSADA	XSANK	XSANT	XSBAL	XSBUR	XSIST	XSIZM	XSKAY	XSKOC	XSTKR
Ortalama Denklemi										
Sabit	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.001 (0.000)	-0.000 (0.000)
AR(1)	1.122 (0.042)	0.069 (0.191)	0.720 (0.030)	0.327 (0.391)	0.230 (0.214)	0.858 (0.446)	0.874 (0.221)	0.349 (1.190)	-0.213 (0.142)	-0.240 (0.068)
AR(2)	-1.185 (0.008)	0.662 (0.181)	-0.969 (0.023)	0.595 (0.357)	-0.283 (0.217)	-0.163 (0.394)	-0.788 (0.231)	-0.288 (0.895)	1.069 (0.125)	1.521 (0.068)
AR(3)	0.921 (0.042)	-	-0.013 (0.027)	-	-0.144 (0.226)	-0.001 (0.027)	0.606 (0.200)	0.029 (0.062)	0.292 (0.107)	0.115 (0.068)
AR(4)	-	-	-	-	0.678 (0.195)	-	-	0.018 (0.035)	-0.651 (0.132)	-0.683 (0.064)
MA(1)	-1.091 (0.052)	-0.067 (0.178)	-0.727 (0.008)	-0.285 (0.377)	-0.236 (0.201)	-0.824 (0.447)	-0.826 (0.223)	-0.291 (1.190)	0.253 (0.152)	0.220 (0.058)
MA(2)	1.177 (0.010)	-0.708 (0.170)	0.979 (0.009)	-0.627 (0.340)	0.267 (0.205)	0.149 (0.379)	0.725 (0.228)	0.262 (0.845)	-1.067 (0.130)	-1.538 (0.058)
MA(3)	-0.886 (0.052)	-	-	-	0.150 (0.217)	-	-0.568 (0.195)	-	-0.357 (0.119)	-0.053 (0.054)
MA(4)	-	-	-	-	-0.730 (0.186)	-	-0.040 (0.027)	-	0.605 (0.145)	0.743 (0.052)
Varyans Denklemi										
Sabit	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.001 (0.000)	-0.000 (0.000)
α_0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
α_1	0.228 (0.016)	0.121 (0.010)	0.183 (0.013)	0.178 (0.028)	0.184 (0.014)	0.131 (0.013)	0.086 (0.010)	0.078 (0.006)	0.099 (0.013)	0.584 (0.029)
β_1	0.678 (0.020)	0.810 (0.016)	0.661 (0.027)	0.593 (0.050)	0.713 (0.018)	0.791 (0.022)	0.816 (0.023)	0.834 (0.009)	0.773 (0.026)	0.683 (0.010)
AIC	-5.803	-5.766	-5.079	-5.324	-5.368	-5.963	-5.722	-5.326	-5.409	-5.465
SIC	-5.776	-5.744	-5.054	-5.292	-5.336	-5.939	-5.693	-5.299	-5.376	-5.432
ARCH-LM (6)	2.047 (0.915)	7.115 (0.310)	1.883 (0.930)	0.823 (0.991)	2.148 (0.905)	4.923 (0.553)	3.816 (0.701)	6.849 (0.335)	5.329 (0.502)	0.343 (0.999)

Tablo 3.5 incelendiğinde, tüm varyans denklemlerinde ARCH (α_i) ve GARCH (β_i) parametrelerine ait katsayıların pozitif ve istatistiki açıdan anlamlı değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu durum bütün endekslerin getirilerinde şokların ve bir önceki dönem oynaklığının cari dönem oynaklığı üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Buna göre tabloda görüldüğü gibi her şehir endeksi için ($\alpha_i + \beta_i < 1$)'dir ve bu durum finans piyasasındaki şokların şehir endeksi oynaklıkları üzerinde etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca tabloda ARCH etkisinin varlığının tekrar test edilmesi sonucunda (ARCH-LM₍₆₎ test sonuçları) tüm modellerde bu etkinin ortadan kalktığı görülmektedir.

ARCH ve GARCH modelleri serilerdeki değişen varyansı modellemekle birlikte seri üzerindeki asimetrik etkiyi belirlemede yetersiz kalmaktadır. Bu amaçla tahmin edilen EGARCH modellerine ait tahmin sonuçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.6. EGARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	XSADA	XSANK	XSANT	XSBAL	XSBUR	XSIST	XSIZM	XSKAY	XSKOC	XSTKR
Ortalama Denklemi										
Sabit	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
AR(1)	0.754 (0.018)	-0.151 (0.058)	0.70 (0.027)	0.259 (0.335)	-0.957 (0.839)	-1.307 (0.055)	-0.815 (0.164)	0.048 (0.040)	-0.237 (0.145)	-1.137 (0.048)
AR(2)	0.8762 (0.008)	-0.755 (0.093)	-0.953 (0.022)	0.668 (0.315)	0.314 (0.716)	-0.837 (0.062)	-0.921 (0.024)	0.889 (0.039)	1.037 (0.129)	0.074 (0.062)
AR(3)	-0.632 (0.018)	-	-0.023 (0.025)	-	0.687 (0.489)	0.046 (0.023)	-0.815 (0.162)	-0.034 (0.024)	0.279 (0.117)	1.086 (0.047)
AR(4)	-	-	-	-	0.028 (0.638)	-	-	0.029 (0.024)	-0.648 (0.136)	0.763 (0.060)
MA(1)	-0.703 (0.000)	0.147 (0.059)	-0.724 (0.008)	-0.228 (0.323)	0.952 (0.841)	1.350 (0.049)	0.870 (0.165)	0.023 (0.032)	0.281 (0.155)	1.118 (0.047)
MA(2)	-0.885 (0.002)	0.755 (0.095)	0.975 (0.011)	-0.693 (0.301)	-0.379 (0.714)	0.896 (0.053)	0.977 (0.033)	-0.898 (0.033)	-1.029 (0.136)	-0.116 (0.060)
MA(3)	0.592 (0.000)	-	-	-	-0.737 (0.525)	-	0.865 (0.164)	-	-0.338 (0.128)	-1.136 (0.046)
MA(4)	-	-	-	-	-0.033 (0.672)	-	0.039 (0.024)	-	0.603 (0.149)	-0.790 (0.061)
Varyans Denklemi										
α_0	-1.140 (0.093)	-0.791 (0.092)	-1.262 (0.142)	-1.843 (0.226)	-1.404 (0.170)	-0.901 (0.104)	-0.985 (0.117)	-0.795 (0.050)	-1.095 (0.134)	-0.635 (0.028)
α_i	0.316 (0.020)	0.232 (0.019)	0.305 (0.017)	0.351 (0.040)	0.315 (0.024)	0.229 (0.022)	0.158 (0.018)	0.135 (0.013)	0.191 (0.023)	0.504 (0.015)
β_i	0.894 (0.010)	0.928 (0.009)	0.868 (0.017)	0.805 (0.025)	0.858 (0.019)	0.917 (0.010)	0.898 (0.013)	0.915 (0.006)	0.884 (0.015)	0.963 (0.003)
γ_i	-0.076 (0.012)	-0.047 (0.009)	-0.020 (0.012)	-0.059 (0.018)	-0.097 (0.016)	-0.097 (0.009)	-0.106 (0.012)	-0.127 (0.010)	-0.08 (0.012)	0.167 (0.011)
AIC	-5.806	-5.765	-5.071	-5.335	-5.378	-5.981	-5.732	-5.348	-5.422	-5.603
SIC	-5.776	-5.741	-5.044	-5.300	-5.343	-5.954	-5.699	-5.318	-5.387	-5.568
ARCH-LM (6)	1.687 (0.946)	7.214 (0.301)	2.205 (0.899)	0.746 (0.993)	2.191 (0.901)	3.869 (0.694)	1.667 (0.947)	4.712 (0.581)	5.607 (0.468)	0.242 (0.999)

Tablo 3.6 incelendiğinde, bütün modellerde α_i ve β_i parametrelerine ait katsayıların pozitif ve anlamlı değerlere sahip oldukları (oyunlukların şoklardan etkilendikleri) görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi söz konusu etkilerin asimetrik olup olmadığını gösteren (Y_i) katsayıları, XSTKR hariç, tüm modellerde istatistiki açıdan anlamlı ve negatif işaretlidir. Buna göre Tekirdağ dışındaki BIST Şehir Endekleri'nde ($Y_i < 0$)'dir ve aynı büyüklükteki negatif şokların oynaklığa etkisi pozitif şoklardan farklıdır (asimetriktir). Ayrıca artıklara ilişkin ARCH-LM testi sonuçları, modellerde ARCH etkisinin bulunmadığını, koşullu değişen varyans sorununun çözümlendiğini göstermektedir.

Pozitif ve negatif şokların koşullu varyans üzerindeki etkilerinin büyüklüğünü ortaya koymak amacıyla yapılan TGARCH modellerine ait tahmin sonuçları Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. TGARCH Modeli Tahmin Sonuçları

	XSADA	XSANK	XSANT	XSBAL	XSBUR	XSIST	XSIZM	XSKAY	XSKOC	XSTKR
Ortalama Denklemi										
Sabit	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
AR(1)	1.124 (0.037)	0.082 (0.181)	0.752 (0.065)	0.323 (0.393)	-0.701 (0.063)	0.755 (0.382)	0.888 (0.134)	0.392 (1.251)	-0.233 (0.137)	0.922 (0.126)
AR(2)	-1.185 (0.007)	0.682 (0.170)	-0.878 (0.060)	0.597 (0.361)	0.409 (0.057)	-0.210 (0.335)	-0.994 (0.019)	-0.267 (0.865)	1.051 (0.123)	-0.646 (0.179)
AR(3)	0.923 (0.037)	-	-0.013 (0.026)	-	0.898 (0.044)	0.013 (0.027)	0.826 (0.132)	0.040 (0.063)	0.289 (0.106)	0.354 (0.234)
AR(4)	-	-	-	-	0.286 (0.050)	-	-	0.017 (0.044)	-0.647 (0.128)	-0.625 (0.178)
MA(1)	-1.089 (0.047)	-0.076 (0.169)	-0.758 (0.060)	-0.282 (0.379)	0.705 (0.057)	-0.712 (0.382)	-0.834 (0.136)	-0.325 (1.252)	0.275 (0.147)	-0.946 (0.135)
MA(2)	1.176 (0.009)	-0.726 (0.159)	0.886 (0.055)	-0.628 (0.343)	-0.432 (0.060)	0.193 (0.322)	0.946 (0.030)	0.239 (0.799)	-1.044 (0.129)	0.603 (0.198)
MA(3)	-0.884 (0.047)	-	-	-	-0.899 (0.037)	-	-0.791 (0.134)	-	-0.354 (0.117)	-0.283 (0.254)
MA(4)	-	-	-	-	-0.303 (0.042)	-	-0.047 (0.024)	-	0.600 (0.141)	0.575 (0.189)
Varyans Denklemi										
α_0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
α_i	0.147 (0.022)	0.083 (0.015)	0.155 (0.020)	0.150 (0.027)	0.088 (0.019)	0.053 (0.014)	0.014 (0.017)	0.005 (0.009)	0.041 (0.014)	0.662 (0.042)
β_i	0.678 (0.020)	0.815 (0.016)	0.652 (0.028)	0.599 (0.045)	0.689 (0.022)	0.799 (0.021)	0.760 (0.026)	0.834 (0.007)	0.766 (0.024)	0.700 (0.010)
γ_i	0.141 (0.029)	0.058 (0.016)	0.052 (0.023)	0.068 (0.034)	0.181 (0.030)	0.136 (0.014)	0.145 (0.024)	0.112 (0.012)	0.102 (0.020)	-0.303 (0.050)
AIC	-5.807	-5.768	-5.077	-5.324	-5.368	-5.977	-5.732	-5.341	-5.415	-5.469
SIC	-5.777	-5.744	-5.050	-5.288	-5.333	-5.950	-5.700	-5.311	-5.380	-5.433
ARCH-LM (6)	1.865 (0.931)	5.929 (0.431)	1.914 (0.927)	0.835 (0.991)	2.100 (0.910)	3.869 (0.694)	1.856 (0.932)	4.255 (0.642)	5.279 (0.508)	0.342 (0.999)

Tablo 3.7'ye göre bütün modellerde α_i ve β_i katsayıları pozitif ve istatistiki açıdan anlamlıdır (oynaklıklar şoklardan etkilenmektedirler). Olumlu haberlerin varyans üzerindeki etkisini gösteren (α_i)'ye ait katsayı değerleri, XSTKR dışındaki tüm şehir endekslerinde pozitif ($\gamma_i > 0$) ve istatistiki açıdan anlamlıdır. Bu bulgu, yeni haberlerin oynaklık üzerinde kaldıraç etkisi yarattığını göstermektedir. ($\alpha_i + \gamma_i$) katsayıları da olumsuz haberlerin varyans üzerindeki etkisinin olumlu haberlerden daha büyük olduğunu ve TGARCH modelinin GARCH modelinden farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ayrıca tabloda verilen ARCH-LM₍₆₎ test sonuçları tahmin edilen modellerde ARCH etkisinin olmadığını göstermektedir.

Şehir endeksi oynaklığına ilişkin olarak tahmin edilen modeller arasında, en uygun modelin seçilmesi aşamasında AIC kriteri dikkate alınmıştır. AIC'ye göre elde edilen sonuçları Tablo 3.8'deki gibi özetlemek mümkündür.

Tablo 3.8: BIST Şehir Endeksleri Oynaklığı İçin Uygun Model Seçimi (AIC'ye Göre)

	XSADA	XSANK	XSANT	XSBAL	XSBUR	XSIST	XSIZM	XSKAY	XSKOC	XSTKR
GARCH	-5.803	-5.766	-5.079	-5.324	-5.368	-5.963	-5.722	-5.326	-5.409	-5.465
EGARCH	-5.806	-5.765	-5.071	-5.335	-5.378	-5.981	-5.732	-5.348	-5.422	-5.603
TGARCH	-5.807	-5.768	-5.077	-5.324	-5.368	-5.977	-5.732	-5.341	-5.415	-5.469

Tablo 3.8 incelendiğinde en küçük AIC değerleri açısından Antalya (XSANT) için GARCH (1,1) modelinin; Balıkesir (XSBAL), Bursa (XSBUR), İstanbul (XSIST), Kayseri (XSKAY), Kocaeli (XSKOC) ve Tekirdağ (XSTKR) şehir endeksleri için EGARCH (1,1) modellerinin ve Adana (XSADA), Ankara (XSANK) ve İzmir (XSIZM) için TGARCH (1,1) modellerinin en iyi performansı sergiledikleri görülmektedir. Bu kapsamda BIST Şehir Endeksleri'ne ait getiri serilerinin oynaklıklarının ölçümünde kullanılan modellerin performanslarının ele alınan endekslere göre farklılık gösterdiğini ifade etmek mümkündür.

4. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye için BIST Şehir Endeksleri'ndeki oynaklık alternatif doğrusal olmayan zaman serisi modelleri ile ölçülmüş ve modellerin performansları değerlendirilmiştir. Bu amaçla 2009:01-2017:04 dönemi için 10 şehir endeksine ait günlük getiri verileri kullanılmış, ARCH ailesi modellerinden GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri tahmin edilerek, oynaklığı en iyi şekilde açıklayan model ekonometrik olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan şehir endekslerine ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları, genel olarak serilerin kalın kuyruk özelliği taşıdıklarını, sola çarpık dağılıma sahip olduklarını ve normal dağılıma sahip olmadıklarını göstermiştir. Şehir endekslerinin zamana bağlı değişimleri ise serilerde zaman zaman oynaklık kümelenmesinin ortaya çıktığını göstermiştir. BIST Şehir Endeksleri'ne ait getiri serileri için çeşitli ARMA (p,q) modelleri oluşturularak, her şehir endeksi için en uygun olan model belirlenmiştir. Söz konusu modellerin koşullu ortalama denklemi artıklarına uygulanan ARCH-LM testi, koşullu değişen varyans sorunu olduğunu göstermiştir. Bu nedenle getiri serilerindeki oynaklık ARCH-GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir.

GARCH (1,1), EGARCH (1,1) ve TGARCH (1,1) modellerine ait tahmin sonuçları sırasıyla finans piyasasındaki şokların şehir endeksi oynaklıkları üzerinde etkiye sahip olduklarını; aynı büyüklükteki negatif şokların oynaklığa etkisinin pozitif şoklardan farklı (asimetrik) olduğunu ve olumsuz haberlerin varyans üzerindeki etkisinin olumlu haberlerden daha büyük olduğunu (kaldıraç etkisinin bulunduğunu) göstermiştir. Ayrıca tahmin edilen modeller için tekrarlanan ARCH-LM test sonuçları ARCH etkisinin ortadan kalktığını göstermiştir.

Şehir endeksi oynaklığına ilişkin olarak tahmin edilen modeller arasında, oynaklığı en uygun şekilde açıklayan modeli seçmek için AIC kriteri dikkate alınmıştır. En küçük AIC değerleri açısından Antalya (XSANT) için GARCH (1,1) modelinin; Balıkesir (XSBAL), Bursa (XSBUR), İstanbul (XSIST), Kayseri (XSKAY), Kocaeli (XSKOC) ve Tekirdağ (XSTKR) şehir endeksleri için EGARCH (1,1) modellerinin ve Adana (XSADA), Ankara (XSANK) ve İzmir (XSIZM) için TGARCH (1,1) modellerinin en iyi performansı sergiledikleri tespit edilmiştir.

Çalışmada yapılan analizlerden hareketle, BIST Şehir Endeksleri'ne ait getiri serilerinin oynaklıklarının ölçümünde kullanılan modellerin performanslarının ele alınan endekslere göre farklılık gösterdiğini ifade etmek mümkündür. Bu sonuçların, geleceğin menkul kıymetlerinden biri olma özelliğine sahip şehir endekslerine yönelik yatırım kararlarında (şehir ve portföy çeşitlendirmesi bazında) finansal kurum ve yatırımcılara faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada elde edilen bulgular, gelecekte yapılacak uygulamalı çalışmalarda, şehir endekslerinin-oynaklıklarının Türk sermaye piyasası ve yatırım kararları üzerindeki etkilerinin incelenmesinin, şehir endeksleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgilerin elde edilmesine katkı sağlayacağını göstermektedir.

Kaynakça

- ADESINA, Kolade S.; (2013), "Modelling Stock Market Return Volatility: GARCH Evidence from Nigerian Stock Exchange", *International Journal of Financial Management* 3(3), pp. 37-46.
- AHMED, Ahmed E.M. and Suliman Z. SULIMAN; (2011), "Modeling Stock Market Volatility using GARCH Models Evidence from Sudan", *The Special Issue on Arts, Commerce and Social Science*, 2(23), pp. 114-128.
- ALBERG, Dima, Haim SHALIT and Rami YOSEF; (2008), "Estimating Stock Market Volatility Using Asymmetric GARCH Models", *Applied Financial Economics*, 18(15), pp. 1201-1208.
- AL-NAJJAR, Dana M.; (2016), "Modelling and Estimation of Volatility Using ARCH/GARCH Models in Jordan's Stock Market", *Asian Journal of Finance & Accounting*, 8(1), pp. 152-167.
- ATAKAN, Tülin; (2009), "İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Değişkenliğin (Volatilitenin) ARCH-GARCH Yöntemleri ile Modellenmesi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi*, 62, ss. 48-61.
- AYDIN, Kazım; (2002), *Riske Maruz Değer Hesaplamalarında EWMA ve GARCH Metotlarının Kullanılması: İMKB-30 Endeks Uygulaması*, Karaelmas Üniversitesi SBE (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak.
- BAŞÇI, Eşref S.; (2011), "İMKB Mali ve Sınai Endeksleri'nin 2002-2010 Dönemi için Günlük Oynaklığı'nın Karşılaştırmalı Analizi", *Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi*, 1(21), ss. 187-199.
- BAYRAMOĞLU, Mehmet F. ve Mehmet PEKKAYA; (2010), "İMKB Tarafından Hesaplanan Endekslerde Yeni Gelişmeler ve İMKB Şehir Endeksleri", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 45, ss. 200-215.
- BEKAERT, Geert H. and Campbell R. HARVEY; (1995), "Emerging Equity Market Volatility", *Journal of Financial Economics*, 43, pp. 29-77.
- BIST; (2016), "BIST Pay Endeksleri Temel Kuralları", *Borsa İstanbul Veri ve Endeks Bölümü*, http://www.borsaistanbul.com/docs/default-source/endeksler/bist-pay-endeksleri-temel-kurallari.pdf?sfvrsn=6_02.11.2017.
- _____; (2017), "Kurumsal-Borsa İstanbul Hakkında-Hakkımızda" http://www.borsaistanbul.com/kurumsal/borsa-istanbul-hakkinda_03.11.2017.
- _____; (2017a), "Ürünler ve Piyasalar-Piyasalar-Pay Piyasası" http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/piyasalar/pay-piyasasi_03.11.2017.
- _____; (2017b), "Endeksler/-BIST Pay Endeksleri", http://www.borsaistanbul.com/endeksler/bist-pay-endeksleri/sehir-endeksleri_03.11.2017.
- _____; (2017c), "Endeksler-BIST Pay Endeksleri-Şehir Endeksleri", http://www.borsaistanbul.com/endeksler/bist-pay-endeksleri/sehir-endeksleri_03.11.2017.
- BOLLERSLEV, Tim; (1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, pp. 307-327.
- CİHANGİR, Çiğdem K. ve Erginbay UĞURLU; (2017), "Altın Piyasasında Asimetrik Oynaklık: Türkiye İçin Model Önerisi", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9(3), ss. 284-299.
- ENGLE, Robert F.; (1982), "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of the United Kingdom Inflation", *Econometrica*, 50(4), pp. 987-1007.

- ERGÜN, Burcu; (2010), İMKB-100 Endeksinde Oynaklığın Doğrusal Olmayan Zaman Serileri ile Modellenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi SBE (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İzmir.
- FABOZZI, Frank J., Radu TUNARU and Tony WU; (2004), "Modeling Volatility for the Chinese Equity Markets", *Annals of Economics and Finance*, 5, pp. 79-92.
- FRIMPONG, Joseph M. and Eric F. OTENG-ABAYIE; (2006), "Modelling and Forecasting Volatility of Returns on the Ghana Stock Exchange Using GARCH Models", *American Journal of Applied Sciences* 3 (10), pp. 2042-2048.
- GABRIEL, Anton S.; (2012), "Evaluating the Forecasting Performance of GARCH Models: Evidence from Romania", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 62, pp. 1006-1010.
- GÖKBULUT, R. İlker ve Mehmet PEKKAYA; (2014), "Estimating and Forecasting Volatility of Financial Markets Using Asymmetric GARCH Models: An Application on Turkish Financial Markets", *International Journal of Economics and Finance*, 6(4), pp. 23-35.
- GÖKCAN, Süleyman; (2000), "Forecasting Volatility of Emerging Stock Markets: Linear versus Non-Linear GARCH Models", *Journal of Forecasting*, 19(6), pp. 499-504.
- GOUDARZI, Hojatallah and C.S. RAMANARAYANAN; (2010), "Modelling and Estimation of Volatility in the Indian Stock Market", *International Journal of Business and Management*, 5(2), pp. 85-98.
- GÜRİŞ, Selahattin ve S. İrem SAÇILDI; (2011), "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Hisse Senedi Getiri Volatilitésinin Klasik ve Bayesyen GARCH Modelleri ile Analizi", *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13, ss. 153-172.
- KARABACAK, Mustafa, Oytun MEÇİK ve Erhan GENÇ; (2014), "Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile BIST 100 Endeks Getirisi ve Altın Getiri Serisi Volatilitésinin Tahmini", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(1), ss. 79-90.
- KOY, Ayben ve Samiye EKİM; (2016), "Borsa İstanbul Sektör Endekslerinin Volatilité Modellemesi", *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), ss.1-13.
- KULA, Vedat ve Ender BAYKUT; (2017), "BİST Şehir Endekslerinin Volatilité Yapısı", 21. Finans Sempozyumu, 18-21 Ekim 2017, Balıkesir, http://www.academia.edu/34958143/B%20ST_%20EEH%20R_ENDEKSLER%20VOLAT%20L%20TE_YAPISI, 24.04.2018.
- LEEVES, Gareth; (2007), "Asymmetric Volatility of Stock Returns During the Asian Crisis: Evidence from Indonesia", *International Review of Economics & Finance*, 16(2), pp. 272-286.
- MAZIBAŞ, Murat; (2005), "İMKB Piyasalarında Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama", VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, <http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler>, 25.10.2017.
- NELSON, Daniel, B.; (1991), "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", *Econometrica*, 59(2), pp. 347-370.
- ÖZDEN, Ünal H.; (2008), "İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (13), ss. 339-350.
- PAN, Hongyu and Zhichao ZHANG; (2006), "Forecasting Financial Volatility: Evidence From Chinese Stock Market", *Durham Business School Working Paper*, W.P. No. 06/02.
- PETERS, Jean Philippe; (2001), Estimating and Forecasting Volatility of Stock Indices Using Asymmetric GARCH Models and (Skewed) Student-t Densities, Preprint, University of Liege, Belgium.

SEVÜKTEKİN, Mustafa ve Mehmet NARGELEÇEKENLER; (2008), “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 61(4), ss. 243-265.

SINGH, Saurabh and L.K. TRIPATHI; (2016), “Modelling Stock Market Return Volatility: Evidence from India”, Research Journal of Finance and Accounting, 17(13), pp. 93-101.

XIE, Shiqing and Xichen HUANG; (2013), “An Empirical Analysis of the Volatility in the Open-end Fund Market: Evidence from China”, Emerging Markets Finance and Trade, 49(4), pp. 150-162.

YILDIZ, Berk; (2016), “Oynaklık Tahmininde Simetrik ve Asimetrik GARCH Modellerinin Kullanılması: Seçilmiş BİST Alt Sektör Endeksleri Üzerine Bir Uygulama”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 72, ss. 83-106.

ZAKARIA, Suliman, Suliman ABDALLA, and Peter WINKER; (2012), “Modelling Stock Market Volatility Using Univariate GARCH Models: Evidence from Sudan and Egypt”, International Journal of Economics and Finance; 4(8), pp. 161-176.

ZAKOIAN, Jean-Michel; (1994), “Threshold Heteroskedastic Models”, Journal of Economic Dynamics and Control, 18(5), pp. 931-955.