

BİST Altın Endeksi Oynaklığı Analizi ve Performans Ölçümü

İsmail ŞENCAN¹

Makale Gönderim Tarihi: 19.01.2016

Makale Kabul Tarihi: 15.02.2017

ÖZ

Bu çalışma, BİST altın endeks getiri volatilitésinin modellenmesi için en uygun koşullu değişen varyans modelin belirlenmesini amaçlamaktadır. Çalışmada, 1 Ağustos 2012 ve 13 Ekim 2015 tarihleri arasındaki günlük BİST altın endeks kapanış verileri kullanıldı. Simetrik ve asimetrik GARCH tipi modellerin kullanıldığı çalışmada, BİST altın endeks getiri oynaklığını en iyi modelleyen yöntemin GARCH (1,1) olduğu sonucuna ulaşıldı.

Anahtar Kelimeler: Altın Endeks, Oynaklık, GARCH Tipi Modeller, Risk Yönetimi

Analysis The Volatility of BIST Gold and Measurement of The Performance

ABSTRACT

This study aims to define the best fit conditional heteroscedasticity model for modeling the volatility of BIST gold index returns. In this study, daily closing data of BIST gold index between the dates of 1 August 2012 and 11 October 2015 are used. By using the symmetric and asymmetric GARCH type models, it is indicated that the best fit model for modelling the volatility of BIST gold index return is GARCH(1,1).

¹ İstanbul Ticaret Üniversitesi, Finans Enstitüsü, Finansal Ekonomi Doktora Öğrencisi

Keywords: Gold Index, Volatility, GARCH Type Models, Risk Management

1. Giriş

Oynaklık, finansal piyasalarda yatırımcıların yanı sıra ekonomi politika yapımcıları ve düzenleyicilerin de karar alma sürecinde önemli rol oynayan bir kavramdır. Çalışmada incelemeye alınan altın endeksinin dayanağı altın; değer saklama aracı, likidite, ikincil piyasalar ve vadeli piyasalarda işlem görmesi yanında bazı ülkelerin ticari faaliyetlerinde bir değişim aracı olması nedeniyle finansal bir araç olarak kabul edilirken, diğer yandan mücevherat ve diğer sektörlerde meta olarak kullanımı emtia olarak değerlendirilmektedir. Yakın geçmişte özellikle 2007-2008 finansal kriz ve Avrupa borç krizi esnasında altın, yatırımcıların güvenli bir liman olarak görmesi ve merkez bankalarının korunma ve finansal istikrarı sağlamasına yönelik bir araç olarak değerlendirilmesi, altın getiri serilerinin oynaklığı, akademik ve piyasa katılımcıları tarafından incelenmeye başlanmıştır.

Yüksek frekanslı; haftalık, günlük ve gün içi finansal zaman serileri, basıklık, sivrilik ve çarpıklık gibi bazı karakteristik özellikler sergiler. Bu özellikler, getiri dağılımlarında normal dağılımdan farklı olarak asimetrik bir dağılım sergiler. Bu tür özellikler finans yazınında belirgin kanıtlar (Stylized facts) olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak bu belirgin özellikler: Volatilité kümelenmesi; finansal varlıkların yüksek fiyat değişimlerini yine yüksek fiyat değişimleri izleyeceği, buna karşın küçük fiyat değişimlerini yine küçük fiyat değişimlerin takip ettiğini Mandelbrot (1963) ve Fama (1965) çalışmalarında bulguladılar. Finansal zaman serilerinde gözlenen başka bir belirgin özellik kaldıraç etkisidir. Black(1976) tarafından gözlemlenen kaldıraç etkisi; piyasaya gelen olumsuz şokların yine piyasaya gelen olumlu şoklardan daha fazla oynaklık oluşturacağını gösterir. Bahsedilen bu özelliklerden dolayı, finansal zaman serileri varyansının zaman içinde sabit olduğu varsayımını ihlal etmektedir. Dolayısıyla bu durum, doğrusal zaman serileri modelleri yerine, doğrusal olmayan finansal zaman serileri modellerine bırakmıştır. Değişen varyanslı bu getiri serilerin

özelliklerine uygun modelleri ilkin, Engle(1982) Ardışık Bağımlı Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modelini öne sürdü. Ardından, Bollerslev(1986) ARCH modelini genişleterek finansal zaman serilerinin oynaklığını daha kapsamlı modelleyen GARCH modelini geliştirdi. Daha sonra, asimetriyi yakalayan modeller; Nelson (1991), Üssel GARCH (EGARCH) modelini ve Zokaian(1994), Eşikli GARCH (Threshold GARCH) ya da TARARCH modelini geliştirdiler.

Bu çalışmada, Borsa İstanbul Altın Endeksi üzerine simetrik ve asimetrik GARCH ailesi modelleri ile oynaklık analizi yapılarak, ARCH etkisini gideren en iyi model belirlenmeye çalışıldı. Çalışma, altın endeks getiri serisi oynaklığını incelemesi açısından finansal yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmaya benzer yabancı ve yerli literatürde, spot ve vadeli altın piyasalarında spot altın ile diğer makro değişkenler arasında etkileşim ve altın getiri oynaklığını inceleyen çalışmalar yapılmıştır.

2. Literatür

Altın piyasası üzerine yapılan çalışmalarda; Tully ve Lucey(2007), altın vadeli piyasalarında APGARCH model ile volatilité tahmin ettiler. Çalışmada, asimetrik unsur olduğunu fakat bu asimetrik unsurun istatistiksel olarak anlamsız olduğunu kaydettiler.

Ahmad ve Ping(2014), Malezya altın fiyatlarını simetrik ve asimetrik GARCH ailesi modelleri ile yaptıkları çalışmada, oynaklığı modelleyen en uygun modelin TGARCH modeli olduğu sonucuna vardılar. Du(2012), spot piyasada kıymetli metallerin yardımıyla altın fiyat oynaklığı öngörüsüne yönelik yaptığı çalışmada, oynaklık öngörüsünü veren en iyi modelin EGARCH modeli olduğunu bulguladı. Sattarifar, Faez ve Vakiloalroay(2014), İran altın fiyatları getiri volatilitésini analiz ettikleri çalışmada kaldıraç etkisi olduğu sonucuna vardılar.

Gencer ve Musoğlu(2014), İstanbul Altın Borsasının Oynaklık Dinamikleri başlıklı çalışmalarında, 4 Ocak 2006 ile 20 Kasım 2013 tarihleri arası İstanbul altın borsasında altın günlük spot altın fiyatlarını farklı GARCH tipi modeller kullanarak incelediler. Ç-

lişmada, spot altın fiyatlarında EGARCH ve APARCH modelleri sonucuna göre asimetri işaretine rastladılar. Ancak hisse senedi piyasasında gözlenen asimetrinin tersine pozitif haberler (şoklar) aynı büyüklükteki negatif haberlerden daha baskın olduğunu, GARCH model sonuçlarına göre, kısa dönem volatilité bileşeni kalıcı bileşenden daha zayıf olduğunu dolayısıyla İstanbul altın borsası volatilité sürecinde ısrarcılığın olduğunu bulguladılar. Ayrıca modellerin öngörü performans sonuçlarına göre, EGARCH ve CGARCH modelleri en iyi performans gösteren modeller olduğu sonucuna vardılar.

Özgül ve Kök(2014), Londra Metal Borsasında işlem gören metal fiyatları hareketliliği ile ilgi borsadaki oynaklık yapısını belirlemek için yaptıkları analizde, grafik, trend bantları, hareketli ortalama ve üssel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) yöntemi ile hesaplanan tarihi volatilité değerlerinin EWMA yöntemi ile hesaplanan volatilité değerlerini belirleyici olduğunu ancak dalgalanmanın yönünü ve uzun dönem hafızayı dikkate alan yüksek oynaklık modellerin yapılmasının daha iyi sonuçlar vereceğini belirttiler. Yurdakul ve Sefa(2015), Türkiye altın borsasında altın fiyatlarını etkileyen faktörleri belirlemek için uluslararası yedi farklı makro ekonomik değişkeni Ocak 1996 ve Aralık 2012 tarihleri arasındaki verileri kullanarak Engle-Granger iki adımlı tahmin prosedürü izleyerek üç farklı model tahmin ettiler. Çalışmada, İstanbul Altın Borsasında altın fiyatlarını etkileyen en önemli faktörün Londra Külçe Altın Market Birliği'nin (London Bullion Market Association) altın fiyatları olduğu, bunun yanında tahmin edilen bütün modeller ARCH etkisinin bulunduğunu göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre GARCH ailesi modelleri içinde en başarılı modelin EGARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna vardılar.

Karabacak, Meçik ve Genç(2014), BİST 100 endeks getirisi ve altın borsasında günlük spot altın fiyatlarının ağırlıklı ortalama fiyat (TL/Gr) getiri serileri volatilité tahmini çalışmalarında, BİST 100 endeks volatilitesi için en uygun modelin TARARCH(1,1) olduğu ve bu modelde, getiri serisinde asimetric etkinin olduğu bu etkinin pozitif işarete sahip olması volatilité üzerinde negatif şokların daha büyük bir etkiye sahip olduğunu yine aynı çalışmada, altın getiri

serisi volatilitesine yönelik asimetriye ele alan TARARCH ve EGARCH modellerinde asimetri parametreleri için gerekli sınırlılıkları sağlamadığı için altın getiri volatilitesi ölçümü için en uygun modelin GARCH(1,1) olduğunu, bununla birlikte, asimetri parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı olması asimetrik etkinin var olabileceği sonucuna vardılar.

Aksoy(2013), Ağustos 2008 ve Aralık 2011 tarihleri arasında, İstanbul Altın Borsasında altın ve gümüş referans fiyatları için haftanın günü anomalisini inceleyen çalışmasında, altın getiri ve oynaklıkta haftanın günü etkisine rastlanmazken, gümüş için yalnızca oynaklıkta haftanın günü etkisine rastlanmıştır. Çalışmada, altının getiri oynaklığı gümüşün getiri oynaklığından fazla olduğu ve EGARCH modeline göre olum ve olumsuz haberlere altın ve gümüşün farklı tepki verdiklerini bululadı.

Çalışmanın bundan sonraki akışı şu şekildedir; ikinci bölümde, modellerin teorik çerçevesi sunuldu. Üçüncü bölümde, veri seti sunuldu ve uygulama yapılarak bulgular yorumlandı. Dördüncü bölümde, çalışmanın sonuçları açıklandı ve değerlendirme yapıldı.

2. Teorik Çerçeve

Geleneksel ekonometrik modeller, otokorelasyonun bir zaman serisi, değişen varyansın ise bir yatay-kesit verisi sorunu olduğunu varsaymaktadır. Bu durumda, geleneksel yöntemlere göre hata teriminin varyansının zaman içinde sabit olduğu varsayılmaktadır. Ancak, finansal ve çoğu ekonomik zaman serileri genellikle değişkenlik sergilediği görülmektedir. Bu gibi ekonomik büyüklüklere ait zaman serilerinde, hataların varyansının zaman içinde değiştiği kabul görmektedir(Gökçe, 2001). Dolayısıyla, bu değişen varyanslı serilerin özelliklerine uygun olarak modeller geliştirilmiştir. Bu bölümde, Borsa İstanbul altın endeksi günlük getiri oynaklığını tahmin eden GARCH tipi modellerin kısaca teorik alt yapısına değinilmiştir.

2.1. ARCH-GARCH Modeller

Değişen varyanslı serilere modelleyen ilk uygun modeli, Engle(1982) yılında Ardışık Bağımlı Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modelini öne sürmüştür. ARCH modelinin temel varsayımı, u 'nun t dönemindeki varyansı (σ_t^2) 'nin, $t-1$ dönemindeki hata terimi karesi (u_{t-1}^2) 'ye bağlı olmasıdır. Genel bir regresyon modeli,

$$Y_t = b_0 + b_1X_{1t} + \dots + b_kX_{kt} + u_t \quad (1)$$

olarak ifade edilen denklem ortalama denklemdir. Bu denklemden elde edilen hata terimi, $(t-1)$ dönemindeki bilgiye koşullu olarak dağılımı,

$$u_t \approx N\left[0, (\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2)\right] \quad (2)$$

burada, sıfır ortalama, $(\alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2)$ varyansla normal dağıldığı varsayılmaktadır. U_t 'nin varyansının, bir önceki dönemin hata teriminin karesine bağlı olmasından dolayı, buna ARCH(1) süreci denmektedir(Tarı, 2012. s.209). Bu süreç, aşağıdaki gibi (koşullu varyans) gösterilebilir.

$$h_t = Var(u_t) = \sigma_t^2 = V(u_t^2 / I_{t-1}) = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 \quad (3)$$

Burada, $(t-1)$ anında tüm bilgiyi, V değeri ise hata terimlerinin koşullu varyansını göstermektedir. Modelde koşullu varyans, beklenmeyen hata terimlerinin (şokların, haberlerin ya da sürprizlerin) karesine bağlı olarak bir fonksiyon olarak tanımlanmıştır.

Genel olarak ARCH(q) süreci, $\alpha_0 > 0; \alpha_i \geq 0; \sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$ koşulları altında, aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Özden, 2008).

$$h_t = Var(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (4)$$

ARCH modelin bazı eksiklilerinden dolayı Bollerslev (1986) Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans GARCH modelini önermiştir. Bu model, ARCH modelin bir uzantısı olarak düşünülebilir. Diğer bir deyişle, koşullu varyans denkleminde, koşullu varyansın gecikmelerinin modele alınmasıdır. GARCH(p, q) modelde p , gecikmeli koşullu varyansı, q ise hata karelerinin gecikme uzunluğunu temsil etmektedir. Dolayısıyla modelde, " p " sıfır olduğunda ARCH modeline dönmektedir.

$\alpha_0 > 0, \alpha_1 > \beta_j \geq 0, \sum_{i=1}^p \beta_j + \sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$ koşulları altında, GARCH (p,q) süreci, aşağıda gösterilen denklem (5) teki gibi ifade edilmektedir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (5)$$

GARCH modelin parametreleri "En Çok Olabilirlik" (Maximum Likelihood) yöntemi kullanılarak optimize edilir. GARCH modelin önemli bir özelliği getirilerdeki aşırı basıklığı giderebileceği gibi aynı zamanda bir ortalamaya dönüş modeli olup, oynaklık şokunun ne kadar bir zaman (gün, hafta, ay gibi) sonra yarılacağına öngörür.

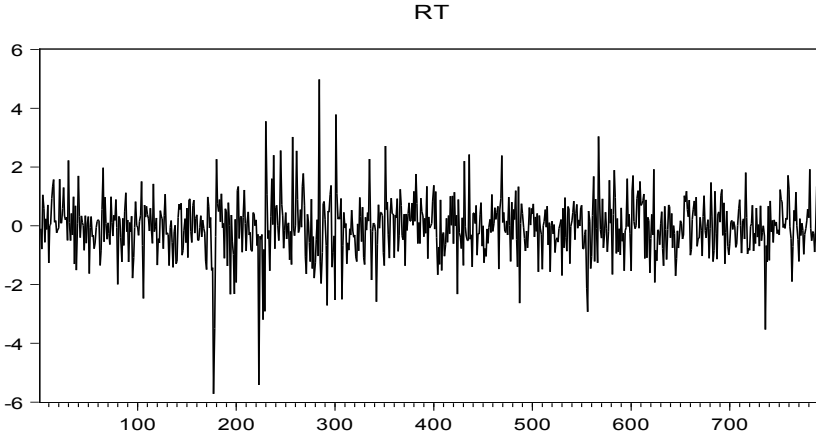
3. Veri Seti ve Uygulama

3.1. Veri Seti

Oynaklık modellemesinde çoğunlukla kabul gören veri aralığı günlük ya da gün içi veriler kullanılmaktadır. Çalışmada, BİST altın endeksi getiri oynaklığını modellemek için kullanılan veriler, 1 Ağustos 2012 tarihinden 13 Ekim 2015 tarihini kapsayan haftalık beş resmi işlem günü olarak belirlendi. İşleme alınan toplam 795 gözlem Borsa İstanbul internet sitesinden elde edildi ve kullanılan seriler, $R_t = 100 * \log(p_t/p_{t-1})$ günlük logaritmik getiri serisi olarak tanımlandı. Logaritmik getiri serisine dönüştürülen serilerin modellenmesi E-views 7.0 programı kullanılarak yapıldı.

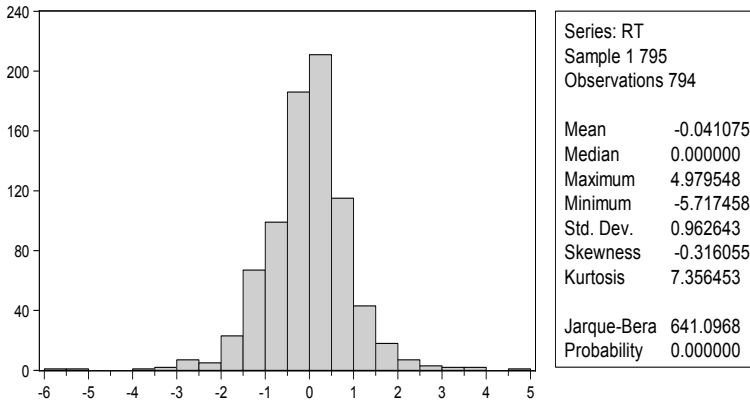
3.1.1. Tanımlayıcı İstatistikler

BİST altın endeks getiri serisinin zaman yolu grafiğinde (Bkz. şekil 1), oynaklığın birbirini takip ettiği, bazı dönemlerde volatilitenin yükseldiği, bazı dönemlerde ise düştüğü görülmektedir. Diğer yandan, getiri serisi ortalama etrafında hareket ettiği, dolayısıyla serinin durağan olabileceğini işaret etmektedir.



Şekil 1: Zaman Yolu Grafiği

Şekil 2' de istatistiki değerler; basıklık (kurtosis) değeri, 3'ten büyük 7.373 olması serinin kalın kuyruk özelliği taşıdığı yönünde bilgi vermektedir. Çarpıklık(skewness) değeri -0.316 sıfırdan küçük çıkması serinin dağılımında sola çarpık olduğunu göstermektedir. Jarque Bera test istatistiğine ait olasılık değeri $\alpha=0,05$ anlam düzeyinden küçük olduğundan ($0,00 < 0,05$) hata terimleri (ε) normal dağılım göstermemektedir. Ayrıca, serinin ortalaması ve standart sapması sıfıra yakın olması serinin durağan olabileceğini işaret etmektedir.



Şekil 2: Histogram Grafiği ve Değerler

3.1.2. Birim Kök Testi

Serinin ikinci adımı olarak, birim kök testi için Genişletilmiş Dickey- Fuller(ADF) birim kök testi yapıldı. Tablo 1’de birim kök testi sonuçlarına göre, t-istatistik değeri -26.91961 çıkması % 5 anlam düzeyinden küçük olduğu, dolayısıyla serinin durağan olduğunu göstermektedir.

Tablo:1 Birim Kök Testi Sonuçları			
t-İstatistik	Olasılık		
Genelleştirilmiş Dickey-Fuller test istatistiği	-26.91961	0.0000	
Kritik test değerler:	1% düzey	5% düzey	10% düzey
	-3.438371	-2.864970	-2.568651

3.2. Ortalama Denklem

Oynaklık modelleri genel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. İlk önce getiri serilerini modellemek ve analizini yapmak için gelecekteki regresyon denklemine (ortalama denklem) başvurulur. Literatürdeki çalışmalarda genel olarak Otoregresif AR(p), Hareketli Ortalama MA(q) ya da her ikisi birlikte Otoregresif Hareketli Ortalama ARMA (p,q) denklemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, AIC ve SIC bilgi ölçütlerine göre minimum değerleri veren en uygun model ARMA(2,2) modeli belirlendi ve tablo 2’ de sunuldu.

Tablo:2 ARMA(2,2) (Ortalama Denklem) Tahmin Sonuçları				
Parametreler	C	AR(2)	MA(2)	
Katsayılar	-0.040590	0.805872	0.797147	
Olasılık Değeri	0.2338	0.0045	0.0060	
İstatistiki Bilgi Kriterleri				
Parametreler	Hata Kareler Top.	Log Olabilirlik	AIC	SIC
Değerler	0.002104	732.7415	-1093.003	2.767684 2.785391

Ortalama denklemde en uygun model ARMA(2,2) belirlendikten sonra, koşullu ortalama denklemin artıklarında ARCH etkisinin (değişen varyans) olup olmadığını saptamak için 5 farklı gecikmeli ARCH-LM testi uygulandı. Yapılan ARCH-LM test Tablo

3'te görüldüğü gibi, tablo değeri $N \cdot R^2 > X^2$ olduğundan ARCH etkisi bulunmaktadır.

Tablo:3 ARCH-LM Test Sonuçları					
ARCH Testi	ARCH(1)	ARCH(2)	ARCH(4)	ARCH(12)	ARCH(24)
X ² Tablo	3.841	5.991	9.488	21.026	36.415
N*R ²	10.72105	10.78694	13.53053	26.52546	47.29553
Olasılık	0.0011	0.0045	0.0090	0.0090	0.0031

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında bu etkiyi giderebilecek en iyi model belirlenecektir. Kurulan modellerin p ve q parametre uzunlukları farklı varyasyonlarda denendi ve bütün modellerin birinci derece uzunlukları en tutarlı sonucu verdiği için, bu parametre uzunlukları kullanıldı. Ayrıca, altın endeks getiri serileri basıklık ve kalın kuyruk özellikleri taşıdığından her model için hata terimlerinin koşullu dağılımında; normal, Student-t ve GED dağılımı test edildi ve en iyi sonucu normal dağılım verdiği için tüm modeller normal dağılımı ile test edildi.

3.2.2. ARCH (1) Modeli

ARCH modeli kurulurken Akaike bilgi kriteri (AIC) ve Schwarz bilgi kriteri (SIC) değerleri en düşük olan model seçilmiştir. Çalışmanın geri kalanında bu bilgi kriterleri AIC ve SIC olarak ifade edildi. Aynı zamanda, modelin istatistiki değerlerinin anlamlı olması da göz önüne alındı. Bu değerlendirmenin ardından oluşturulan ARCH (1) modeli, tablo 4'te sunulmuştur. Modelde, sabit terim ve ARCH parametreleri $\alpha=0,05$ anlam düzeyinde anlamlı olduğu ve parametrelerin kısıtlılık koşullarını sağladığı görülmektedir. Öte yandan, koşullu ortalama denklemin katsayısı da istatistiki olarak anlamlıdır. Burada, sabit terim istatistiki olarak anlamsızdır. Ancak sabit terimin anlamlılığı göz ardı edilebilir.

Tablo:4 ARCH(1) Modeli Tahmin Sonuçları					
Parametreler	ω	α			
Katsayılar	0.813907	0.117902			
Olasılık Değeri	0.0000	0.0000			
İstatistiki Bilgi Kriterleri					
Parametreler	Hata Kareler Top.	Log Olabilirlik	AIC	SIC	
Değerler	0.005665	730.1262	-1083.230	2.748055	2.777566

3.2.3. GARCH(1,1) Modeli

Finansal zaman serilerin belirgin özelliklerini açıklamak için GARCH tipi modellerin farklı türevleri modellenmektedir. GARCH modeli özellikle, oynaklık kümelenmesini yakalamada başarılıdır. Bu nedenle, model kurulurken AIC ve SIC istatistiki değerler göz önünde bulunduruldu ve modelin kısıtlılık koşullarının sağlanmasına bakılarak GARCH(1,1) modeli kuruldu, tablo 5'te bu modelin sonucu verilmiştir. Modelde, hem ortalama hem de varyans denkleminde parametreler $\alpha=0,05$ anlam düzeyinde anlamlı olduğu, varyans denkleminin kısıtlılık koşullarını sağladığı, ayrıca katsayıların 1 den küçük çıkması durağanlık koşulunun da sağladığını göstermektedir.

Tablo: 5 GARCH(1,1) Modeli Tahmin Sonuçları					
Parametreler	ω	α	β		
Katsayılar	0.014425	0.003287	0.967975		
Olasılık Değeri	0.0009	0.0008	0.0000		
İstatistiki Bilgi Kriterleri					
Parametreler	Hata Kareler Top.	Log Olabilirlik	AIC	SIC	
Değerler	0.005807	730.0220	-1077.400	2.735858	2.771272

Yukarıda ifade edildiği gibi finansal zaman serilerinin belirgin özelliklerinden birisi de kaldıraç etkisidir. Bu etkiyi açıklayan asimetrik modeller EGARCH ve TARARCH modelledir. Çalışmada, asimetrik etkiyi açıklayan EGARCH ve TARARCH modellerinin farklı dereceleri denendi ve uygulandı. Ancak, uygulanan modeller istatistiki anlamda tatmin edici sonuç vermedi. Bundan dolayı, seride ARCH etkisini giderebilecek modelin GARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna varılmıştır.

Finansal zaman serilerinde gözlenen belirgin özelliklerden (Stylized facts) biri olan volatilitenin kümelenmesini ilkin, Mandelbrot(1963) tarafından ortaya konulmuştur. Volatilitenin kümelenmesi; büyük miktarda değişimlerin büyük miktarda, küçük miktarda değişimlerin yine küçük miktarda değişimlerin takip edeceğini ifade eder. Bu bakımdan GARCH(p,q) modeli, volatilitenin kümelenmesini en iyi yakalayabilen GARCH tipi modellerden biri olup, finansal ekonomide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çalışmada, ARCH etkisini gideren GARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna varıldıktan sonra bu model üzerinden 5 farklı ARCH-LM testi yapıldı. Buna göre, GARCH(1,1) modelin(koşullu değişen varyans) ARCH-LM test sonuçları tablo 6'da görüldüğü gibi değerler $N \cdot R^2 < X^2$ olduğundan, BİST altın endeksi getiri serisinde ARCH etkisinin giderildiği görülmektedir.

Tablo:6 ARCH-LM Test Sonuçları					
ARCH Testi	ARCH(1)	ARCH(2)	ARCH(4)	ARCH(12)	ARCH(24)
X^2 Tablo	3.841	5.991	9.488	21.026	36.415
$N \cdot R^2$	0.189481	5.898496	6.346959	11.80966	20.46005
Olasılık	0.6633	0.0524	0.747	0.4611	0.6703

4. Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmada, BİST altın endeksi getiri serisinde ARCH etkisi olup olmadığı araştırıldı. Seride, ARCH etkisinin olduğu saptandıktan sonra bu etkiyi giderebilecek ARCH tipi modeller kuruldu. Altın endeksi getiri serisinde, ARCH etkisini gideren en uygun model istatistiksel bilgi kriterleri AIC ve SIC göre en düşük değeri veren GARCH(1,1) modeli belirlendi. Benzer çalışma; Karabacak, Meçik ve Genç(2014), BİST 100 endeksi getirisi ve altın getiri serileri üzerine yaptıkları çalışmada, ağırlıklı ortalama fiyat(TL/KG) altın verilerini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, altın getiri serisi oynaklığının ölçümünde en iyi modelin GARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna varmışlardır.

Finansal zaman serilerinde özellikle, volatilitenin kümelenmesini en iyi yakalayabilen GARCH(p,q) modeli, finansal ekonomide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yüksek frekanslı finansal za-

man serilerinin bazı karakteristik özellikleri; kalın kuyruk, basıklık ve çarpık dağılım gibi faktörler yüzünden getiri serileri normal, bağımsız ve özdeş dağılmamaktadır. Bu özelliklerden biri volatilité kümelenmesi; bazı periyotlarda, yüksek miktarlı fiyat değişimlerini yüksek miktarlı değişimler, düşük miktarlı fiyat değişimlerini yine düşük miktarlı fiyat değişimlerinin takip ettiğini ifade etmektedir. Bu durum, ayrıca rassal yürüyüş modelin bir uzantısı olan etkin piyasalar hipotezinin zayıf form piyasa etkinliği ile çelişmektedir. Dolayısıyla, yukarıda ifade edilen, yüksek frekanslı finansal zaman serilerinde ortaya çıkan belirgin özellikler(Stylized facts) için uygun modeller kurulmalı ve bu etkiler giderildikten sonra sağlam sonuçlar vermesi beklenmelidir.

Gelecek çalışmalarda, oynaklığa dair araştırmacılar, altın endeksi ile diğer altın piyasa araçlarını(alтын mevduat, altın fonu, spot altın ve vadeli altın vb.) analiz edilebilir. Diğer yandan, yatırımcıların hem portföylerini çeşitlendirirken hem de varlıklarını korunma (hedge) yaparken altın piyasasında volatilité kümelenme faktörünü göz önünde bulundurmaları yatırımcılar açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, M. 2013. Day of the Week Anomaly for Istanbul Gold Exchange: Gold and Silver Data. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. Sayı: 57, s.s.149-152.
- Aktaş, C. 2007. Otomobil İhracatı ve İthalatı Fiyat Endeksi Verilerinin Farklı Varyanslılığının İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. Yıl:6 sayı:11 Bahar 2007/2 s.149-162.
- Arduç, Ü. 2006. Bankacılık Sektöründeki Dalgalanmaların Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile İncelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi.
- Ahmad, M. Hura ve Ping P. Yean. 2014. Modelling Malaysian Gold Using Symmetric and Asymmetric GARCH Models. Department of Mathematical Sciences, Faculty of Science Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Skudai, Johor, Malaysia, Applied Mathematical Sciences. Vol.8, no.17,817-822. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.312710/> Erişim Tarihi:09.10.2015.
- Baur, Dirk G. 2011. Asymmetric Volatility in the Gold Market. School of Finance and Economics University of Technology, Sydney: January 2011.
- Bollerslev, T. 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*. 31, 307-27.
- Black, F. 1976. Studies of stock market volatility changes, Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section. 177-181.
- Çabuk, H. Altan., Özmen, M. ve Kökçen, A.(2011, Aralık). Koşullu Varyans Modelleri: İmkb Serileri Üzerine Bir Uygulama. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*. Cilt:15.Sayı:2. ss.1-18.
- Du, Y. 2012. Modelling and Forecasting Volatility of Gold Price with Other Precious Metals Prices by Univariate GARCH Models. Uppsala Universitet, Department of Statistics Master's Thesis, June, 2012.
- Duran, S. ve Şahin, A. 2006. İMKB Hizmetler, Mali, Sınai ve Teknoloji Endeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*. 1, (2006): 57-70 57.
- Engle, R.F. ve Patton, A.J. 2001. What Good is a Volatility Model? *Quantitative Finance*. Volume 1, 237-245.
- Engle, R. F. 1982. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrics*. 50, 987-1007.
- Gökçe, A.(2001). İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 1, 35-58.

- Gencer, Gaye H. ve Musoglu, Z. 2014. Volatility Modeling and Forecasting of Istanbul Gold Exchange (IGE). *International Journal of Financial Research*. Vol. 5, No. 2; 2014, <http://dx.doi.org/10.5430/ijfr.v5n2p87/>. Erişim Tarihi: 06.10.2015.
- Hornig, W-J. ve Huang, M-C. 2014. Threshold Model of Gold and Oil Price Volatility in Southeast Asia Two Stock Markets: Empirical Study of Thailand and Malaysian Countries *International Review of Management and Business Research*. Vol. 3 Issue.3.
- Huang, X., YU, M. ve Ban, C. 2014. Nonlinear Dynamics of International Gold Prices: Conditional Heteroskedasticity or Chaos? *Journal of Systems Science and Information*. Vol. 2, No. 5, pp. 411-427.
- Karabacak, M., Meçik, O. Ve Genç, E. 2014. Koşullu Değişen Varyant Modelleri İle BİST 100 Endeksi Getirisi ve Altın Getiri Serisi Volatilitésinin Tahmini. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. C:6, S:1, s, 79-90.
- Kayalidere, K. 2013. Volatilité Tahmin Modelleri ve Performanslarının Ölçümü. *Hisse Senedi Piyasasında Bir Uygulama*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Nelson, D.B., 1991. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrics*, V.59, N.2, 347-370.
- Özden, Ünal H. 2008. İMKB Birleşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. Yıl:7 Sayı: 13 ss.339-350.
- Özgül, A. Ulvi ve Kök, D. 2014. Londra Metal Borsası Volatilité Analizi: 1995-2013. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies, PJESS*, Vol. 1, No. 1, 2014, pp. 23-43. <http://www.pau.edu.tr.10.5505/pjess.2014.98608/>. Erişim tarihi: 15.10.2015.
- Sattarifar, F., Faez, A. Vakilolroaya, Y. 2014. The Analysis of gold coin price fluctuations in Iran using ARCH&VAR models. *Management Science Letters* 4 (2014) 583-590. <http://www.GrowingScience.com/msl/>. Erişim tarihi 13.10.2015.
- Soytas, U. ve Ünal, Özlem S. 2010. Türkiye Döviz Piyasalarında Oynaklığın Öngörülmesi ve Risk Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi*. 17/1, 121-145.
- Sopipan, N., Sattayatham, P. ve Premanode, B. 2012. Forecasting Volatility of Gold Price Using Markov Regime Switching and Trading Strateg. *Scientific Research. Journal of Mathematical Finance*. 2, 121-131. <http://dx.doi.org/10.4236/jmf.2012.21014/>. Erişim Tarihi: 05.10.2015.
- Tokat, Hakkı A. 2013. Altın, Döviz ve Hisse Senedi Piyasalarında Oynaklık Etkileşimi Mekanizmasının Analizi. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*. No:48 (Mart) s.s.151-162.

- Tarı, R. 2012. *Ekonometri*, (Gözden Geçirilmiş 8. Baskı). Kocaeli: Umuttepe Yayınları. s.209.
- Tully, E. ve Lucey, Brian, M. 2007. A power GARCH examination of the gold market. *Research in International Business and Finance*. 21, 316–325.
- Yurdakul, F. ve Sefa, M. 2015. An Econometric Analysis of Gold Prices in Turkey. *Procedia Economics and Finance*. 23 (2015) 77-85. [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). /Erişim Tarihi: 11.10.2015.