

DÜŞÜK FREKANSTA İNCELENEN FİNANSAL VARLIKLARIN OYNAKLIK KIRILMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: BİST-100 ENDEKSİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

AN APPLICATION OF VARIANCE BREAKS ON IMKB-100 INDEX WITH AUTOREGRESSİVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY MODELS

Doç. Dr. Mehmet ÇINAR

Uludağ Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Ekonometri Bölümü
mcinar@uludag.edu.tr
ORCID: 0000-0001-8441-243X

Öğr. Gör. Atilla HEPKORUCU

Kastamonu Üniversitesi
Taşköprü Meslek Yüksekokulu
Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü
ahepkorucu@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6060-3135

Öz

Çalışmada BİST-100 (ulusal) endeksinin 1986 yılının birinci ayı ile 2017 yılının üçüncü ayı arasındaki aylık getiri oynaklığı modellenerek önraporlanmaya çalışılmıştır. BİST-100 endeksinin getiri oynaklığının aylık veriler için sabit bir değere sahip olduğu belirlenmiştir. Görsel olarak modelin ortalamaya dönen bir yapıda olduğu saptanmıştır. Bu koşullar altında modeldeki kırılmaların tahminlenmesi Inclan ve Tiao'nun (1994) ICSS (Yinelenen Birikimli Kareler Metodu) algoritması ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Kırılmaların oluştuğu tarihler arasında seçim yapılarak modeli en iyi açıklayan yapı seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında varyansta kırılmanın dikkate alındığı model sonuçlarının, varyansta kırılmayı dikkate almayan model sonuçlarına nazaran gerek tahmin sonuçları gerekse öngörü performansı açısından daha iyi sonuçlara sahip olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yinelenen Birikimli Kareler Metodu, Varyans, Varyans Kırılması

Abstract

In the study, BİST-100 (national) index between the first month of 1986 and the third month of 2017 the monthly return volatility was modelled and forecasted prospectively. It has been determined that the monthly return volatility of the BİST-100 index has a fixed value for the data. Visually, it was determined that the model is a structure that returns to the average. Under these conditions, modeling of volatility breaks were tried to be estimated by the ICSS (Iterated Cumulative Sums of Squares Method) algorithm of Inclan and Tiao (1994). The structure that best describes the model was selected from among the dates when the breaks occurred. When the results obtained are compared, it is seen that the model results considering the variance structural breaks have better results than the model results which do not take into account the variance breaks, both in terms of prediction results and prediction performance.

Key Words: Iterated Cumulative Sums of Squares Method, Variance, Variance Break

1. GİRİŐ

Yatırımcılar herhangi bir varlığa yatırım yaparken en yüksek faydayı sağlamayı hedeflemektedirler. Burada fayda kavramı yatırımcı açısından iki farklı şekilde belirlenebilir. Birincisi benzer getiri unsuruna sahip varlıklar arasından en düşük riske sahip olan varlığı seçebilir. İkincisi benzer risk unsuru altında değerlendirilen varlıklar arasından en yüksek getiriye sahip olan varlık seçilebilir. Bu haliyle getiri ve risk unsurunun belirlenmesi yatırımcı açısından sağladığı faydayı maksimize etmek açısından oldukça önemlidir. Finansal varlıklar için riskin doğru belirlenmesi, verinin incelendiği frekans yapısı ile de alakalıdır. Aynı varlığın düşük frekanslarda varyans modellemesinde genelde oynaklık zaman kavramı ile değişmemektedir. Ancak yüksek frekanslarda ise aynı varlığın volatilitenin zamanla beraber koşullu değiştiği gözlemlenmektedir. Bu halde yapıda kırılma olması tüm bu modeller için yatırım kararını güçleştirmektedir. Yatırımcı, varlığın varyansı hakkında tam ve eksiksiz bir bilgiye ulaşırsa, yatırım kararları optimal bir hal alacak ve piyasa etkinliği bu sayede artacaktır.

Yüksek frekanslı finansal varlıkların zaman serileri için uzun ve kısa süreli olayları hafızasında barındırması olarak düşünülebilir. Farklı olarak düşük frekanslı finansal varlıkların ise sadece uzun süreli olayları hafızasında barındırdığı düşünölmektedir. Endeks ile ifade edilen finansal varlıklar ise tüm bu varlıkların bilgisini kısmen içinde barındırdığı için tüm bu olayların birleşimi halindedir. Endeks bu haliyle içinde barındırdığı varlıkların takip edilmesi açısından mükemmel bir indikatör olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden piyasanın bir kısım davranışlarının açıklanmasında kullanılabilir. Bu davranışların değişme anının belirlenmesi oynaklığın yapısındaki kırılmaların tanımlanabilmesi ile mümkün hale gelmektedir.

Varyansın sabit olması homoskedastik serilerde gözlemlenir ve oynaklık değerinin zamandan bağımsız olması şeklinde tanımlanır. Düşük frekanslı seriler için tercih edilmektedir. Yüksek frekanslı serilerde ise getiri kümelenmesi sıkça gözlemlenir ve varyansın belli aralıklarda kümelenmesini açıklamaktadır (Fong ve Wai Mun, 1998). Bu getiri kümelenmesi ilk defa Mandelbrot (1963) tarafından tespit edilmiştir. Getiri kümelenmesi getiri serisindeki; büyük değişimlerin büyük değişimleri ve küçük değişimlerin küçük değişimleri takip etme durumudur. Koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak varyans değişim tipi belirlenememekle beraber, zaman içinde oluşan varyans kümelenmesini başarılı bir şekilde modelleyebilmektedir (Hsieh, 1989).

Düşük frekanslı serilerde getirilerin büyük veya küçük halinde etkileşimlerinin olmadığı kabul edilir ve yapılarında bu durum genellikle gözlemlenemez. Ancak her iki varyans tanımlamasında da yapının zaman içinde değişebildiği gözlemlenmiştir. Bu değişim varyans serisinin zaman içinde sisteme gelen şoklardan dolayı kırılması şeklinde açıklanabilmektedir (Diebold ve Francis, 1986). Bu kırılmalar dikkate alınmadığında değer olması gerekenden farklı elde edilerek tutarsızlığa yol açacaktır. Özellikle koşullu oynaklık modelleri kullanılırken kırılmaların dikkate alınmaması ile varyansın daha yüksek değerlerde belirlendiği görölmüştür (Hepkorucu, 2012).

Sabit veya değişen varyans altında; oynaklığın doğru bir şekilde modellenmesi için kırılmaların dikkate alınması gerekmektedir. Sonuç olarak; volatilitenin finansal piyasada risk unsurunun belirlenmesini sağlamakta ve yatırımcıların fayda algısını belirleyen en önemli unsurdur. Ancak varyans kırılmalarını göz ardı etmek; koşullu modellerde riski olduğundan daha fazla, koşulsuz modellerde ise riski olduğundan daha az veya daha fazla göstermektedir.

Çalışmada amaçlanan; 1986 yılının birinci ayı ile 2017 yılının üçüncü ayı arasındaki tarihleri arasındaki aylık getiri oynaklığını varyans kırılması olgusu altında incelenmesi ve istatistiksel olarak daha anlamlı bir volatilitenin modellenmesi gerçekleştirmektedir. Çalışmanın giriş bölümünde volatilitenin kavramının önemi ve volatilitenin kırılma anlarının modele eklenmesinin önemi üzerinde durulmuştur. İlerleyen kısımlarda Inclan ve Tiao (1994) tarafından ICSS algoritması üzerinde durulmaktadır. Ampirik bulgu sonuçlarının yorumlanmasından sonra son kısımda sonuç bölümüne yer verilmiştir.

2. VARYANS KIRILMASI VE ICSS ALGORİTMASI İLE TESPİTİ

Yinelenen Birikimli Kareler Metodu (Iterated Cumulative Sums of Squares Method, ICSS) algoritması, finansal varlık getiri serilerinde piyasaya giren ani şoklar nedeniyle varyansta oluşan trend değişikliğinin belirlenmesi için geliştirilmiştir. Yaklaşım; Brown, Durbin ve Adams (1975) tarafından kullanılan kümülatif hata kareleri yaklaşımını temel almaktadır. Yaklaşımında incelenen kırılma etkisi getiri serisinin kümülatif hata karelerinin, serinin zamana bağlı kesitlerinde ölçülmesi ile aranmaktadır.

ICSS algoritmasının test istatistiği $\max \sqrt{\frac{T}{2}} |D_k|$ şeklindedir.

$$D_k = \frac{C_k}{C_T} - \frac{k}{T} \text{ için, } k = \{1, 2, \dots, T\} \in t \text{ ve } D_T = D_0 = 0 \quad (1)$$

Denklemden k , başlangıç anından zaman serisinin sonu olan T 'ye kadarki süreyi temsil etmektedir. $C_k = \sum_{t=1}^k \alpha_t^2$ ortalaması sıfır ve varyansı sabit, otoregresif yapı gözlemlenmeyen rassal değişken serisinin hata karelerinin kümülatif toplamıdır. D_k 'nin k 'ya karşı grafiğinde zaman değeri T 'ye yaklaştığında ($k \rightarrow T$ için) D_k değerinin ortalamaya döndüğü gözlemlenmektedir.

Söz konusu yöntem sistemdeki tek kırılmanın varlığının belirlenmesinde ve sistemde kırılmanın tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntem genel olarak seçilen zaman aralığında en az bir değişimin varlığını kanıtlamaya çalışmaktadır. Bu haliyle sistemdeki pek çok kırılmanın tespit edilmesinde bu yöntem kullanışsız olacak ve serideki kırılmalar belirlenemeyecektir. Diğer bir ifadeyle birbiri ardına gelen ve özellikle aralarında kısa bir zaman aralığı bulunan kırılmaların tespiti zorlaşacaktır. Çünkü herhangi bir kırılmanın sistemde kabul edilmesi durumunda, kırılmadan kısa süre sonra tespit edilecek diğer kırılmaları da yok saymasına neden olmaktadır. Tersine herhangi bir kırılmanın reddedilmesi ise kırılmadan kısa süre sonra oluşacak diğer kırılmaların varlığını açığa çıkarmaya yarayacaktır. Bu nedenle hata terimlerinin karelerinin kümülatif toplamlarının iteratif olarak incelenmesi yapıyı ortaya koymak açısından önem arz etmektedir. İşlemin belirli zaman kesitlerinde test istatistiğinin aşılması halinde, işlemin yeni zaman aralığı boyunca tekrarlanması sistemdeki kırılmaların tespitine imkan tanımaktadır. Bu durumda test süreci şu şekilde olacaktır:

$$M(t_1, T) = \max_{t_1 \leq k \leq T} \sqrt{\left(\frac{T - t_1 + 1}{2}\right)} |D_k(a[t_1 : T])| \quad t_1 = 1 \text{ için} \quad (2)$$

Denklemin (2)'de yer alan a , normal dağılıma sahip sıfır ortalamalı ve zamanla değişen varyans yapısını temsil etmektedir. Bu sayede kırılma bulunma durumu, kırılma bulunmama durumuna karşın ölçülmüş olmaktadır. Inclan ve Tiao (1994) tarafından geliştirilen test istatistiği kritik değerlerden yüksek bulunuyorsa, seride belirlenen noktada varyans kırılması olduğu kararına varılır. İşlemin devamında bulunan kırılma noktası ile serinin kalan kısmı arasında süreç tekrarlanır.

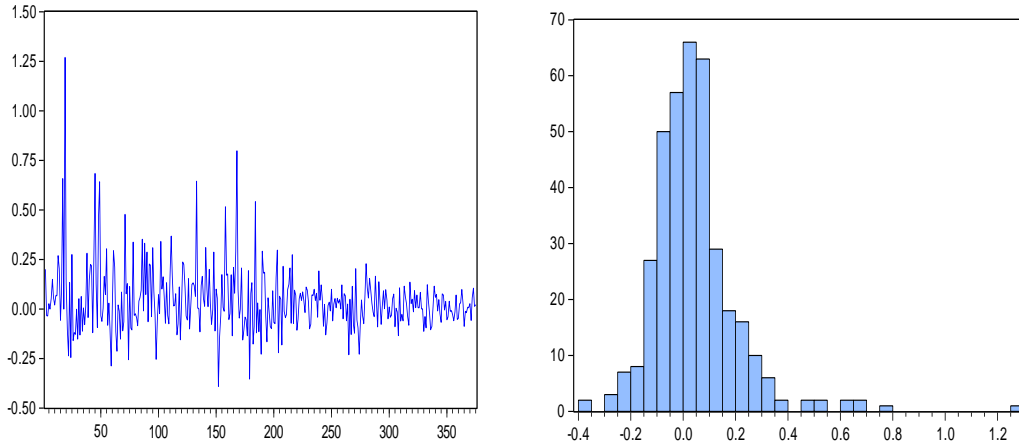
3. VERİ VE AMPİRİK BULGULAR

Çalışmada veri seti olarak 1986:01-2017:03 dönemi için BİST100 endeksi getiri serisi kullanılmıştır. Veriler Borsa İstanbul (BIST) internet sitesinden temin edilmiştir. Çalışmada aylık getirilerin kullanılması, önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırma yapma imkanı doğurmaktadır (Hepkorucu, 2012). Çalışmada BIST100 endeksi kullanıldığından makroekonomik değişimlerin, endeksin volatilitesi üzerine etkisi görülecektir.

BİST-100 getiri $\left(\frac{\text{ENDEKS100}_t - \text{ENDEKS100}_{t-1}}{\text{ENDEKS100}_{t-1}} \right)$ serisinde dikkati

eken nokta ortalamaya donen bir yapı göstermesidir. Bu durum Şekil 1'den açıkça görülmektedir. Diğer bir ifadeyle getiri serisi sıfır ortalama etrafında dağılmakta ve herhangi bir trend yapısı göstermemektedir. Getirilerin büyük oranda birbirini takip ettiği gözlemlenmektedir. Bu getiri serisinin zaman yolu grafiği ve histogramı Şekil 1'de sunulmaktadır.

Şekil 1. Endeksin Getirisi ve Histogramı



Serinin histogramı sağa çarpık bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Yani ortalamanın üstünde getiri elde etme olasılığının, ortalamanın altında getiri elde etme olasılığından daha fazla olduğunu anlatmaktadır. Basıklığın fazla olması ise aşırı bir kuyruk riski olduğunu göstermektedir. Histograma bakıldığında uzun bir kuyruk yapısı gözlemlenmektedir.

Tablo 1. Logaritmik Getiri Endeksi zellikleri

Ortalama	Ortanca	Maksimum Değer	Minimum Değer	Standart Sapma	arpıklık Katsayısı	Basıklık Katsayısı	Jarque-Bera Normallik Testi
0.042135	0.023859	1.269058	-0.390341	0.163200	2.120163	13.76405	2085.753 (0.0000)*

Not: (*) işareti %1 seviyesindeki istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir.

Tablo 1'de getiri serisine ilişkin bazı betimsel istatistikler gösterilmektedir. Normal dağılımın testi için kullanılan Jarque-Bera değerince incelendiğinde, dağılımın normal dağılmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Elde edilen getiri serisinin durağanlığının incelenmesi amacıyla, birim kök testinin uygulanması gerekmektedir. Zayıf durağan bir seri sabit bir ortalamaya, sabit bir varyansa ve zamandan bağımsız kovaryansa sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu haliyle durağan yapıya sahip bir zaman serisinde, meydana gelen Őokların zaman içinde etkilerinin azalarak kaybolduğu sonucuna ulaşılacaktır. Bu haliyle değişkenin davranışı doğru bir Şekilde tahminlenebilir. Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testi, düzey serisi $I(0)$, serinin birinci fark değerlerine $I(1)$ ve ikinci fark değerlerine $I(2)$ uygulanmıştır.

Tablo 2. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Getiri Serisinin	t-istatistiği
Düzeyi: $I_{(0)}$	-17.28902*
Birinci Farkı: $I_{(1)}$	-12.23863*
Birinci Farkı: $I_{(2)}$	-13.43136*

Not: (*) işareti %1 seviyesindeki istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir. Testin %10, % 5 ve %1 anlamlılık seviyeleri için, kritik değerleri sırasıyla -1.61, -1.94 ve -2.57 olarak belirlenmiştir. Kritik değerler, MacKinnon (1996)'ya bağlı olarak seçilmiştir. Testin gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine bağlı olarak 6 olarak belirlenmiştir.

Şekil 1'de de görülebileceği gibi getiri serisinin sıfır ortalama etrafında saçılması sebebiyle kesmesiz ve trendsiz model yapısı kullanılmış ve birim kök testi sonucunda serinin durağan olduğu bulunmuştur.

Durağan bulunan getiri serisi için ARMA modelleme süreci şu şekilde yapılmaktadır. ARMA(p,q) modeli, serinin kendi p gecikmeli değerleri ve q gecikmeli rassal şoklar ile modellenmektedir. Buna göre optimal p ve q'yu belirlemek için tahmin edilen alternatif modeller içerisinde parametrelerin anlamlılıkları ve bilgi kriterleri gibi diğer ayırt edici kontrol testler kullanılmaktadır. Yukarıdaki bilgiler ışığında getiri serisi için en uygun model ARMA(5,4) olarak seçilmiştir. Model şu şekilde gösterilebilir:

$$r_t = c + \alpha_1 r_{t-1} + \alpha_2 r_{t-2} + \alpha_3 r_{t-3} + \alpha_4 r_{t-4} + \alpha_5 r_{t-5} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \theta_3 \varepsilon_{t-3} + \theta_4 \varepsilon_{t-4} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Model tahmin sonuçları ve bazı istatistiksel değerler Tablo 3'te verilmiştir. Modelin optimal gecikme sayıları bilgi kriterlerine bağlı olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Doğrusal Getiri Modellemesi ve ARCH-LM Testi Sonuçları

	Parametreler	t istatistiği	Model Değerlendirme Kriterleri	
c	0.040434* (0.010543)	3.834949	R-kare değeri	0.113696
α_1	-1.490397* (0.386328)	-3.857854	Düzeltilmiş R-kare değeri	0.091477
α_2	-0.708701 (0.763530)	-0.928190	Log likelihood değeri	166.3235
α_3	0.384911 (0.685572)	0.561444	Akaike bilgi kriteri	-0.847282
α_4	0.622111** (0.278892)	2.230652	Schwarz bilgi kriteri	-0.741298
α_5	0.062492 (0.057778)	1.081594	Hannan-Quinn bilgi kriteri	-0.805180
θ_1	1.613010* (0.385867)	4.180220	Durbin-Watson değeri	1.999719
θ_2	0.948669 (0.836041)	1.134716	ARCH-LM Testi Sonuçları	
θ_3	-0.234890 (0.830430)	-0.282854	F istatistiği	0.072006
θ_4	-0.540666 (0.372858)	-1.450059	Gözlem sayısı*R-kare	0.072385

Not: * ve** işaretleri sırasıyla %1 ile %5 seviyesindeki istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir. Katsayı değerinin altında parantez içinde standart hatası verilmiştir.

Getiri serisinin ARCH etkisinin olup olmaması ARCH-LM testi ile belirlenmektedir. Yapının ispatı halinde koşullu değişen varyans modelleri altında volatilitenin öngörülebileceği kabul edilir (Özden ve Akman 2007). Aksi halde oynaklık koşulsuz olarak belirlenebilecektir.

ARCH-LM testinde, test edilecek hipotezler aşağıdaki gibidir:

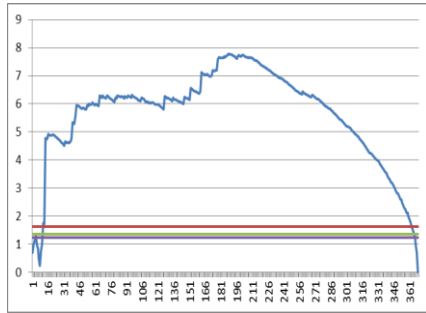
H_0 : ARCH etkisi yoktur. $(\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0)$, $(\chi^2 > T \times R^2)$ için

H_1 : ARCH etkisi vardır. $(\alpha_i > 0)$, $(\chi^2 < T \times R^2)$ için

Test istatistiği serbestlik derecesi dikkate alınarak Ki-kare dağılımı göstermektedir. Gözlem sayısı (T) ve R-kare (R^2) değeri çarpılarak elde edilen değer, denklemin serbestlik derecesindeki Ki-kare (χ^2) tablo değeriyle karşılaştırılır. Eğer Ki-kare değeri; kritik değerlerden küçük ise H_0 hipotezi ret edilemez. Yani, ARCH etkisinin olmaması varyansın koşulsuz ve homoskedastik olarak açıklanabileceğini göstermektedir.

Getiri serisi için uygulanan ARCH-LM testi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Test sonuçlarına göre seride ARCH etkisinin olmadığı kabul edilmiştir. Seçilen zaman aralığında BİST-100 Ulusal endeks getiri serisi oynaklığı homoskedastik ve zaman boyunca değişmemektedir sonucuna ulaşılır. Şekil 2 ve Tablo 4’te serinin varyans kırılması sonuçları gösterilmektedir.

Şekil 2. Varyans Kırılması Grafiği



Tablo 4. Varyans Kırılması Test İstatistiği

Test istatistiği	Kritik Değer	Güven aralığı
7.776539	1,628	%99
	1,358	%95
	1,224	%90

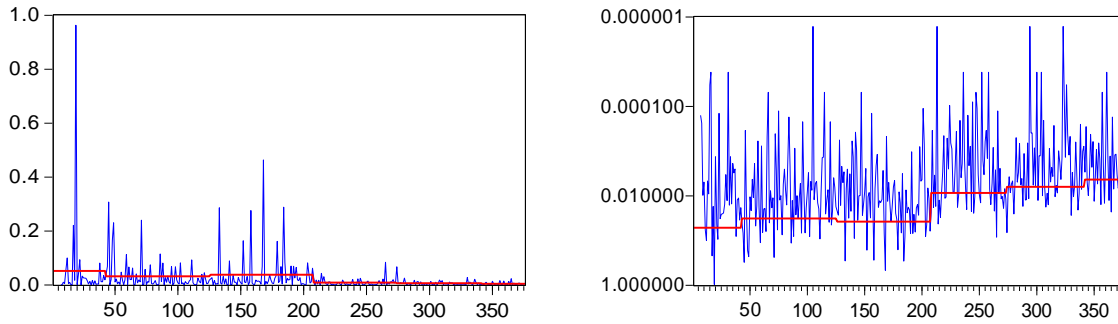
Varyans kırılmasının tespiti için oluşturulan D_k serisinin zamana karşı değişimi Şekil 2’de verilmiştir. Görüldüğü üzere belirli bir noktadan sonra D_k ortalama değer kabul edilen sifıra yakınsamaktadır. Test istatistiği Tablo 4’te verilmiş olup, Inclan ve Tiao (1994) tarafından belirtilen kritik değerlerin aşıldığı tespit edilmiştir. Bu durum varyans kırılması olgusunun kabulünü gerektirmektedir.

Söz konusu getiri serisinde varyans kırılmasının olduğu kabul edildikten sonra, gerçekleşmiş tüm varyans kırılmalarının tespiti için ICSS metodu uygulanmıştır. Pooter ve Dijk (2004) tespit edilen kırılmaların sayısının tam olarak bilinmemesi ve kırılmalar arasındaki optimum gözlem sayısının belirlenememesi bakımından yüksek frekanslı serilerde gözlemlenen kırılmalar arasında en az 63 ve en çok 126 iş günü olması gerektiğini savunmuşlardır. Bu öneri kurulacak varyans modelinin parametre sayısını azalttığı ve modeli uygulanabilir hale getirdiği için önemli bir kolaylık sağlamıştır. Çalışmada aylık seriler kullanıldığı için elde edilen tüm kırılmalar dahi en açıklayıcı modeli elde etmek için optimum miktarda kırılmanın seçilmesine dikkat edilmiştir. Belirlenen kırılmalar sırayla numaralandırılmış ve toplamda 13 kırılma tespit edilmiştir. Bununla beraber ICSS algoritmasının anlaşılabilirliğinin artması için sonuç tablolaştırılmıştır. Gözlemlenen kırılma sayıları ve kırılmanın yaşandığı tarihler Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Çoklu Varyans Kırılmalarının Oluştuğu Tarihler

Kırılma Sayıları	Gözlem Numarası	Kırılma Tarihi	Kırılmanın Kabulü/Reddi
1	43	31.07.1989	Kabul edilmiştir.
2	162	30.06.1999	Kabul edilmiştir.
3	188	31.08.2001	Reddedilmiştir.
4	208	30.04.2003	Kabul edilmiştir.
5	265	31.01.2008	Reddedilmiştir.
6	274	31.10.2008	Kabul edilmiştir.
7	287	26.11.2009	Reddedilmiştir.
8	298	28.10.2010	Reddedilmiştir.
9	304	29.04.2011	Reddedilmiştir.
10	321	28.09.2012	Reddedilmiştir.
11	330	28.06.2013	Reddedilmiştir.
12	342	30.06.2014	Kabul edilmiştir.
13	359	30.10.2015	Reddedilmiştir.

şekil 3. Volatilitedeki Kırılma Aralıklarının Gösterimi **şekil 4:** Kırılma Aralıklarının Ters Logaritma Değerlerinin Hata Kareleri Üzerinde Gösterilmesi



Seçilen zaman aralığında ICSS algoritması kullanılarak 13 adet kırılma tespit edilmiştir. Ancak model açıklayıcılığının artması için bazı kırılmalar elenmiştir. Böylece seçilen tarihler arasında 5 adet kırılma olduğu kabul edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar altında endeks getirilerinin doğrusal modelinin hata terimlerinin modellenmesi için kıyaslanmıştır. Kıyaslamada kullanılacak birinci model hata terimlerinin karelerinin sadece sabit bir parametre ile açıklamaya dayanmakta ve modelde kırılmanın yer almadığu kabul edilmiştir. Kurulan model için hata kareleri (ϵ_t^2) sabit bir katsayıya (c) eşit olduğu kabul edilmiş ve kırılma olmadığu için modele kukla eklenmemiştir. Sonuçlar Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6. Kırılmaların Gözardı Edildiğu Doğrusal Model

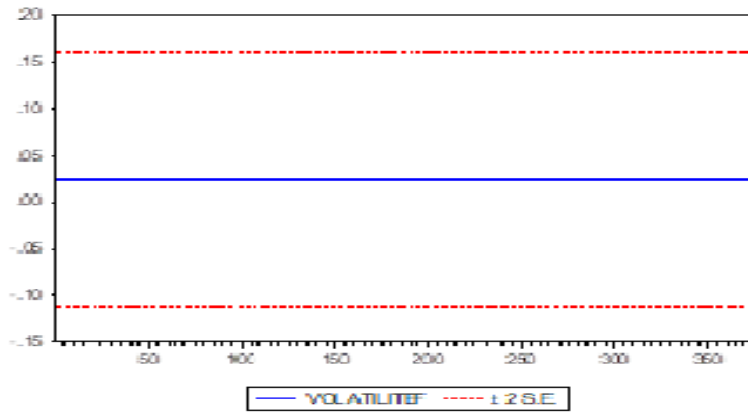
	Parametre	t istatistiği	Model Değerlendirme Kriterleri	
c	0.023769* (0.003576)	6.647104	R-kare değer	0.000000
			Düzeltilmiş R-kare değer	0.000000
			Log likelihood değer	465.1470
			Akaike bilgi kriteri	-2.515702
			Schwarz bilgi kriteri	-2.505104
			Hannan-Quinn bilgi kriteri	-2.511492
			Durbin-Watson değer	1.971321

Not: * işareti %1 seviyesindeki istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir. Katsayı değerinin altında parantez içinde standart hatası verilmiştir.

Tablo 7. Kırılmaların Gözardı Edildiği Doğrusal Modelin Öngörüsü

Hata karelerinin Ortalama kökü	0.068597
Mutlak hata ortalaması	0.028162
Mutlak hata yüzde ortalaması	17554.85
Theil eşitsizlik katsayısı	0.711827
Yanlılık oranı	0.000000
Varyans oranı	N/A
Kovaryans oranı	N/A

Şekil 5. Hata Karelerinin Kırılma Olmadığı Varsayımı Altında Öngörülmesi



Hata karelerinin açıklanmasına kırılma için kuklaların eklenilerek değerlendirildiği model sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Kırılma olmadığı varsayımı altında kurulan modelde hata kareleri (ϵ_t^2) sabit bir katsayıyla (c) beraber kırılmanın olduğu noktalara kukla eklenerek kırılma etkisi açıklanmaya çalışılmıştır.

Tablo 8. Kırılmaların Varsayıldığı Kukla Eklenmiş Doğrusal Model

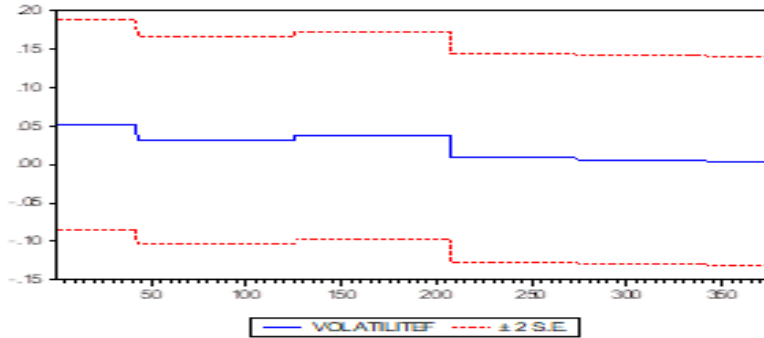
Değişkenler	Katsayı	t istatistiği	Model Değerlendirme Kriterleri	
Birinci kukla	0.051829* (0.011195)	4.629820	R-kare değeri	0.056832
İkinci kukla	0.032040* (0.007373)	4.345849	Düzeltilmiş R-kare değeri	0.043840
Üçüncü kukla	0.037763* (0.007417)	5.091085	Log likelihood değeri	475.9422
Dördüncü kukla	0.008671 (0.008268)	1.048805	Akaike bilgi kriteri	-2.547112
Beşinci kukla	0.006304 (0.008145)	0.773955	Schwarz bilgi kriteri	-2.483522
Altıncı kukla	0.004356 (0.011519)	0.378188	Hannan-Quinn bilgi kriteri	-2.521851
			Durbin-Watson değeri	2.090189

Not: * işareti %1 seviyesindeki istatistiksel anlamlılığı temsil etmektedir. Katsayı değerinin altında parantez içinde standart hatası verilmiştir.

Tablo 9. Kırılmaların Varsayıldığı Kukla Eklenmiş Doğrusal Model

Hata karelerinin Ortalama kökü	0.066620
Mutlak hata ortalaması	0.026619
Mutlak hata yüzde ortalaması	12600.14
Theil eşitsizlik katsayısı	0.656673
Yanlılık oranı	0.000000
Varyans oranı	0.614995
Kovaryans oranı	0.385005

Şekil 6. Hata Karelerinin Kırılma Gerçekleştiği Varsayımı Altında Öngörülmesi



Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında varyansta kırılmanın dikkate alındığı model sonuçlarının, varyansta kırılmayı dikkate almayan model sonuçlarına nazaran gerek tahmin sonuçları gerekse öngörü performansı açısından daha iyi sonuçlara sahip olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

Çalışmada seçilen zaman aralığında BIST-100 ulusal endeksinin aylık getiri serisinin oynaklığındaki kırılmalar ICSS algoritması yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen kırılmaların, sistemin hata karelerinin açıklanması sağlanmıştır. Modele kırılma kukla değişkenlerinin eklenerek varyans kalıcılığındaki değişim yorumlanmıştır. Bu sayede volatilitenin doğru bir şekilde öngörülmesine olanak sağlayacaktır. Elde edilen sonuçlar bakımından kırılma altında varyansın hesaplanması ve seçilen dönemin önem taşıdığı belirlenmiştir.

BIST-100 ulusal endeksinin aylık getiriler şeklinde incelendiğinde, piyasaya giren şok etkisinin hızlı bir şekilde sistemden uzaklaştığı gözlemlenmiştir. Seçilen tarihler itibariyle aylık getiri serileri durağan bulunmuştur. Ancak hata karelerinin tanımlanması dönemler itibariyle farklılık göstermektedir. Yatırımcıların piyasa bilgisine ulaşmak için seçtikleri zaman aralığı oynaklık açısından önem taşımaktadır. Buna göre yatırımcı tüm bilgi yerine, zaman aralığını daraltıp yakın dönemler için karar vermelidir.

Volatilitedeki değişimin tanımlanması ve istatistiksel açıdan daha uygun bir oynaklık modellenmesine imkan veren varyans kırılması olgusu ICSS algoritması ile değerlendirilmiştir. Metodun eksik yanı, seçilen zaman aralığına bağlı olarak hangi sıklıktaki kırılmaların kullanılacağı tahminlenmesidir. Bununla beraber düşük frekanslı seriler için belirli bir zaman kesiti altında kalan kırılmaların elenmesi modelleme açısından yararlı olsa da, elde edilen sonuçların bu durumla çeliştiği görülmüştür. Kırılma tahminleyicisinin yapısı üzerinde oynamak yerine kırılma etkisinin getiri yapısına eklenmesi üzerine düşünülmelidir. İlerleyen çalışmalarda varyans kırılmalarının getiri serisi üzerindeki etkileri araştırılarak daha yararlı bir metodun geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- ABRAHAM, B. and William W.S.W. (1984). "Inferences About The Parameters Of A Time Series Model With Changing Variance", *Metrika*, 31: 183-194.
- AGGARWAL, R., INCLAN C. and LEAL, R. (1999). "Volatility in Emerging Stock Markets", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 34(1): 33-55.
- DEMİRELİ, E. ve TORUN, E. (2010). "Alternatif Piyasa Oynaklıklarında Meydana Gelen Kırılmaların ICSS algoritmasıyla Belirlenmesi ve Süreğenliğe Etkileri: Türkiye ve Londra Örneğİ", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 10(46): 129-145.
- DIEBOLD, F. (1986). "Modeling The Persistence Of Conditional Variances: A Comment", *Econometric Reviews*, 5: 51-56.
- DIEBOLD, F. (1988). "Empirical Modeling of Exchange Rate Dynamics" *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 303, Springer-Verlag, New York.
- ENGLE, R. (1993). "Statistical Models for Financial Volatility", *Financial Analyst Journal*, 49: 72-78.
- ENGLE, R. and BOLLERSLEV, T. (1986). "Modelling the Persistence of Conditional Variances," *Econometrics Review*, 5(1): 1-50.
- FERNANDEZ, V. (2005). "Structural Breakpoints in Volatility in International Markets", *The Institute for International Integration Studies Discussion Paper Series*, 76: 1-36.
- HEPKORUCU, A. (2012). "Koşullu Değİşen Varyans Modelleri ile IMKB-100 Endeksinde Varyans Kırılması Uygulaması", *1. International Symposium on Accounting and Finance*, 32-48.
- HINKLEY, D. V. (1971). "Inference in Two-Phase Regression", *Taylor&Francis Group, American Statistical Association*, 66(336): 736-743.
- HINKLEY, D. V. (1971). "Inference about Change Point From Cumulative Sum Test", *Oxford Journal, Biometrika Trust*, 58(3): 509-523.
- HSIEH, D. (1989). "Modeling Heteroscedasticity in Daily Foreign-Exchange Rates", *American Statistical Association Journal of Business & Economic Statistics*, 7(3): 307-317.
- HSU, D. A. (1977). "Test for Variance Shift at an Unknown Time Point", *Wiley, Journal of Royal Statistical Society*, 26(3): 279-284.
- HSU, D. A. (1979), "Detecting Shifts of Parameter in Gamma Sequences with Application to Stock Prices and Air Traffic Flow Analysis", *Taylor Francis Group, American Statistical Association*, 77(377): 29-39.
- HSU, D. A. (1982). "A Bayesian Robust Detection of Shifts in Risk Structure of Stock Market Returns", *Taylor Francis Group, Journal of The American Statistical Association, Applied Statistics*, 74(365): 31-40.
- HSU, D. A., MILLER, R. B. and WICHERN, D. W. (1974). "On a Stable Paretian Behavior of Stock Market Prices" *Taylor&Francis Group, Journal of the American Statistical Association*, 69(345): 108-113.
- HSU, D. A., MILLER, R. B. and WICHERN, D. W. (1976). "Changes of Variance in First Order Autoregressive Time Series Model-With an Application", *Wiley, Journal of Royal Statistical Society, Series C, Applied Statistics*, 25(3): 248-256.
- INCLAN, C. (1993). "Detection of Multiple Changes of Variance Using Posterior Odds", *Taylor&Francis Group, Journal of Business & Economic Statistics*, 11(3): 289-300.
- INCLAN, Carla and TIAO, G. (1994). "Use of Cumulative Sums of Squares for Retrospective Detection of Changes of Variance", *Journal of the American Statistical Association*, 89(427): 913-923.

- LAMOUREUX, C. and LASTRAPES, W. (1990). "Persistence in Variance, Structural Change, and the GARCH Model", *Journal of Business & Economic Statistics*, 8(2): 225-234.
- MALİK, F. (2003). "Sudden Changes in Variance and Volatility Persistence In Foreign Exchange Markets", *Journal. of Multinational. Financial. Management*, 13: 217-230.
- MALİK, F. and HASSAN, S.A. (2004). "Modeling Volatility in Sector Index Returns with GARCH Models Using an Iterated Algorithm", *Journal of Economics and Finance*, 28(2): 211-225.
- MANDELBROT, B. (1963). "The Variation of Certain Speculative Prices", *The Journal of Business*, 36(4): 394-419.
- MENZEFRICKE, U. (1981). "A Bayesian Analysis of a Change in the Precision of a Sequence of Independent Normal Random Variables at an Unknown Time Point", *Wiley, Journal of Royal Statistical Society, Seris C, Applied Statistics*, 30(2): 41-146.
- NELSON, D. (1991). "Conditional Heteroskedasticity on Asset Retuns: A New Approach", *Econometrica*, 59(2): 347-370.
- POOTER, M. and DİJK, D. V. (2004). "Testing for Changes in Volatility in Heteroskedastic Time Series- A Further Examination", *Econometric Institute Report EI*, 38: 1-39.
- RAPACH, D., STRAUSS, J. and WOHAR, M. (2007). "Forecasting Stock Return Volatility in the Presence of Structural Breaks", *Forecasting in the Presence of Structural Breaks and Model Uncertainty*, 1-38
- RAPACH, D. and STRAUSS, J. (2008). "Structural Breaks and GARCH Models of Exchange Rate Volatility", *Journal of Applied Econometrics*, 23: 65-90.
- SMITH, A., F., M. (1975). "A Bayesian Approach to Inference about a Change-Point in a Sequence of Random Variables", *Oxford University Press, Biometrika Trust*, 62(2): 407-416.
- TSAY, R. S. (1988). "Outliers, Level Shifts and Variance Changes in Time Series", *Journal of Forecasting*, 7: 1-20.
- WANG, P. and MOORE, T. (2009). "Sudden Changes In Volatility: The Case Of Five Central European Stock Markets", *International Financial. Markets, Institutions and Money*, 19: 33-46.
- WORSLEY, K. J. (1986). "Confidence Regions and Tests for a Change-Point in a Sequence of Exponential Family Random Variables", *Oxford University Press, Biometrika Trust*, 73(1): 91-104.