

GELİŞMEKTE OLAN ÜLKE BORSALARINDA DOĞRUSAL¹ OLMAYAN BAĞIMLILIK: ÖNCÜ TESTLERDEN ÖRNEKLER

Mercan HATİPOĞLU², Nurullah UÇKUN³

Öz

Bu çalışmanın amacı gelişmekte olan ülke borsalarındaki yatırımcı davranışlarını doğrusal olmayan zaman serisi yöntemleri aracılığıyla araştırmaktır. Çalışmada datastream veri tabanından Haziran 03, 2004 ile Haziran 03, 2014 dönemi kapsamında günlük frekansta sağlanan ve Morgan Stanley Capital International - Emerging Market endeksine dahil olan on iki ülkenin borsa serileri ekonometrik yöntemler ile analiz edilmiştir. Küresel finans krizinin etkisinin daha iyi araştırılması için veriler üç ayrı dönemde analiz edilmiştir. Borsa getiri serilerindeki doğrusal olmayan bağımlılığın tespit edilmesi için BDS, Tsay ve Keenan testleri uygulanmıştır. Test sonuçları bütün piyasalarda doğrusallığın red edildiğini göstermiştir. Çalışmanın bulguları gelişmekte olan ülke borsalarında doğrusal olmayan bağımlılık bulunduğunu işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: gelişmekte olan ülkeler, küresel kriz, doğrusal olmayan zaman serisi

¹ Bu çalışma 2015 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'ne sunulan "Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Modelleri Ve Gelişmekte Olan Ülke Borsaları Üzerine Bir Uygulama." başlıklı doktora tezinden üretilmiştir

² Sorumlu Yazar, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, mercanhatipoglu@gmail.com

³ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, nuckun@ogu.edu.tr

NONLINEARITIES IN EMERGING STOCK MARKET: EVIDENCE FROM PRE-DIAGNOSTIC TESTS

Mercan HATİPOĞLU, Nurullah UÇKUN

Abstract

The purpose of this study is to investigate the behavior of investors in emerging markets by employing nonlinear time series methods. In this study, the daily data obtained from Datastream database from June 03, 2004 to June 03, 2014 for twelve emerging markets which are selected from Morgan Stanley Capital International - Emerging Market Index is used for econometric estimations. The data was divided into three different sub-periods to detect the impact of mortgage crisis on equity markets. BDS, Tsay and Keenan tests are conducted to determine the non-linear dependence of stock returns. The results documented that linearity in returns is rejected for all markets. The findings of study imply that emerging market stock returns exhibits nonlinear dependence.

Keywords: Emerging markets, global crisis, nonlinear time series

Giriş

Finansal piyasalarda borsa getirisi literatürü her ne kadar doğrusal modeller tarafından baskın bir şekilde işgal edilse de, 1980' lerin sonundan itibaren doğrusal olmayan modellerin farklı zaman serilerindeki ortalamayı daha iyi modellediği çeşitli çalışmalarla ispatlanmıştır. Bunun nedenlerinden en önemlisi, finansal zaman serilerine doğrusal olarak kabul edildiği varsayımıyla yapılan birim kök testlerinin aslında doğrusal olmayan dinamiklere sahip bir seride yanlış sonuçlar verdiğinin kanıtlanması olmuştur (Scheinkman ve LeBaron, 1989; Hsieh, 1991). Dolayısıyla herhangi bir finansal seri modellenmeden önce serinin doğrusal olmayan özelliklerinin tespit edilmesi gerekir. Bunun için literatürde çeşitli doğrusal olmayan testler geliştirilmiştir. Ancak doğrusal olmama farklı nedenlerden kaynaklanabileceği için, herhangi bir testin başka bir teste, belirgin şekilde üstünlüğü yoktur (Guhathakurta, 2011). Hsieh (1989) zaman serisindeki doğrusallıktan sapmayı üç ana kategoride değerlendirmiştir. Buna göre toplamsal doğrusallıktan sapma serinin ortalamasından, çarpımsal doğrusallıktan sapma serinin varyansından kaynaklanmaktadır. Zaten ekonomik yada finansal sistemler hem yapısal değişimlerle hem de davranış kalıplarındaki farklılaşmayla sık sık karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu yüzden zaman serisinin farklı dönemleri için farklı modeller önerilebilir. Doğrusal olmayan zaman serisi modelleri, finansal zaman serisindeki rejim değişikliklerini dikkate alarak modellemektedirler.

Kısacası eşiksel modeller olarak ta tanımlanabilecek doğrusal olmayan modeller bir serinin hem ortalamasında hem de varyansında farklı parametrelere izin vermektedir. Eğer bir serinin parametrelerinin ne zaman değiştiği biliniyorsa deterministik süreç , değilse stokastik süreç izliyor demektir. Bir zaman serisinin doğrusallıktan sapma nedenleri ve özdeş dağılıma uymaması aşağıdaki faktörler kaynaklanabilir (Saadi vd., 2006):

- Durağan olmama ve yapısal değişiklikler
- Koşullu değişen varyans
- Dönemsel ve asimetric hareketler
- Ani sıçramalar
- Açığa satışlar

Bu çalışmada gelişmekte olan ülke sınıfına giren 12 ülkenin borsaları doğrusal olmayan testler aracılığıyla analiz edilmiştir. Sonuç olarak bütün ülke borsalarının getiri serilerinin doğrusal olmayan özellikler gösterdiği bulunmuştur. Çalışmanın bulguları söz konusu ülkelerin borsa getirileri modellenirken doğrusal olmayan zaman serisi yöntemlerine başvurulması gerektiğini ortaya koymuştur.

Literatür

Doğrusal olmayan zaman serisi literatüründe borsa getirileri değişik yöntemlerle modellenmekte ve çeşitli teoriler söz konusu yöntemler kapsamında test edilebilmektedirler. Birgili vd., (2015) Borsa İstanbul'un doğrusal olmayan yapıya sahip olduğunu 1988 – 2011 dönemi kapsamında ARMA, GARCH ve BDS modelleri ile ispat etmişlerdir. Shively (2003) Fransa, Almanya, İngiltere, Japonya, Amerika ve Kanada borsaları için etkin piyasalar hipotezini ortalamada doğrusal olmayan modellerle test etmiştir. Çalışmada borsalar için 3 tane rejim öngörülmüş ve alt-üst rejimlerden ortadaki rejime dönüldüğü bulgusuna ulaşılmıştır. Finansal zaman serilerindeki doğrusal olmama durumunun nedenleri olarak gösterilen finansal krizler De Lima (1998) tarafından 02/01/1980 - 31/12/1990 döneminde günlük bazdaki verilerle S&P 500 endeksi için analiz edilmiştir. Sonuç olarak Ekim 1987 krizinin endeks getirilerinin dağılımını ve dinamiklerini değiştirdiği BDS testi ile gösterilmiştir. Ayrıca finansal serilerdeki sabit olmayan varyans ARCH etkisinin de ortalamada doğrusallıktan sapmaya neden olabileceği belirtilmiştir. Hiremath ve Kamaiah (2010) Hindistan borsasının alt endeksleri için Haziran 1997-Ocak 2009 dönemi içerecek şekilde BDS, Hinich, McLeod ve Tsay testlerini pencere modeli kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak incelenen bütün indekslerin doğrusal olmayan özelliklere sahip olduğu vurgulanmıştır. Buna ek olarak söz konusu doğrusallıktan sapmaların petrol fiyatlarındaki şoklardan, mortgage krizinden ve politik belirsizliklerden kaynaklanabileceği işaret edilmiştir. Brooks (1996) Bretton – Woods anlaşmasından itibaren on adet döviz kurunu Tsay, McLeod, BDS, White neural Network, Ramsey testleri ile analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda Kanada doları, Avusturya şilisi, Danimarka kronu, Fransız francı, Alman markı, Hongkong doları, İtalyan lirası, Japon yeni, İsveç francı ve Amerikan doları için söz konusu dövizlerin pound paritelerinde doğrusal olmayan özelliklere rastlanmıştır. Lim ve Brooks (2009) Çin borsasındaki dört temel endekse, bu bağlamda BDS, McLeod-Li, ARCH-LM ve Bispectrum testi uygulamışlardır. Çalışmadaki veriler günlük kapanış fiyatları olup 03/01/1992 - 30/12/2005 dönemini kapsamaktadır. Araştırmacılar bütün testlerde Çin borsasının dört temel endeksinin doğrusal otokorelasyonlarından arındırılırsa bile, doğrusal olmayan bağımlılıklara sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Panagiotidis (2005) Kanada ve Amerika işsizlik oranı serilerinin doğrusal olmayan dinamiklere sahip olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada aylık frekandaki seriler BDS, McLeod-Li, ARCH-LM ve TSAY testleri ile analiz edilmiştir. Öncelikle her iki işsizlik serisi de

AR modelleri ile doğrusal özelliklerinden arındırılmış daha sonra ise hata terimlerine yukarıda bahsedilen testler uygulanmıştır. Sonuç olarak Kanada için doğrusal olmayan dinamiklere rastlanırken, Amerika bakımından herhangi bir doğrusal olmayan yapıya ulaşılamamıştır. Östermark vd, (2004) Finlandiya borsası bankacılık endeksini BDS, STAR, Neurol Network ve GARC modelleri ile analiz etmişlerdir. Çalışmada sonuç olarak bankacılık endeksinin doğrusal olmayan bir süreç izlediği vurgulanmış ve bu süreci en iyi modelleyen yöntemin GARCH olduğu rapor edilmiştir. Caraiani, P. (2012) Macaristan, Polonya ve Çek Cumhuriyeti borsalarındaki doğrusal olmayan dinamikleri BDS, Keenan, Tsay, White, Terasvirta, Run ve Lyapunv testleri ile analiz etmiştir. 1994 - 2010 dönemi kapsamında günlük frekansta ve dolar bazındaki endekslerde doğrusal olmayan bağımlılık tespit edilmiştir. Bunun sonucunda çalışmada incelenen ülkelerin sermaye piyasalarının etkin olmadığı vurgulanmıştır.

Metod ve Veri

Gelişmekte olan ülke seçiminde “Morgan Stanley Capital International - Emerging Market⁴” esas alınmıştır. Söz konusu endekste 23 ülkenin sermaye piyasaları Amerika, Ortadoğu & Avrupa ve Asya olmak üzere 3 bölgeye ayrılarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırılma ülkelerin ekonomik sürdürülebilirlik, sermaye piyasalarındaki likidite ve şeffaflık özellikleri değerlendirilerek gerçekleşmektedir. Çalışmada her bölgeden 4 ülke borsası analize tabi tutulmuştur. 2008 küresel finans⁵ krizinin etkisinin daha ayrıntılı analiz edilebilmesi için ise veriler kriz öncesi dönem (03.06.2004-27.02.2007), kriz dönemi (28.02.2007-26.06.2009) ve kriz sonrası dönem (29.06.2009-03.06.2014) olarak ayrılmıştır. Seçilen ülke borsalarının fiyat serileri logaritmik fark alınarak getiri serisine dönüştürülmüş ve getiri serilerinin birim kök analizleri⁶ gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ise serilerin doğrusallıktan sapma durumları aşağıdaki testler aracılığıyla tespit edilmiştir.

BDS Testi

Finansal serilerin ortalama doğrusal olmayan yapılarını belirlemek için kullanılan BDS testi (Broock vd.,1987) tarafından geliştirilmiştir. Test dört aşamada gerçekleştirilir:

⁴ Ayrıntılı bilgi için şirketin <http://www.msci.com/> adresine başvurabilirsiniz.

⁵ Kriz tarihleri FED .Stlouis’in sitesinden belirlenmiştir. <https://www.stlouisfed.org/Financial-Crisis>

⁶ Birim kök sonuçları bütün borsaların durağan olduğunu dönemler itibarıyla göstermiştir. Ancak kısıtlı yer sebebiyle sonuçlar rapor edilmemiştir.

1. aşama: Eğer seride otokorelasyon varsa fark alınarak yada ARMA modelleri ile bilgi kriterlerine göre seçilen modelin hata terimlerinin elde edilmesi

2.aşama: m sayıda geçmişten oluşan filtrelenmiş verinin elde edilmesi

$$1\text{-m} : X_t^1 = X_t$$

$$2\text{-m} : X_t^2 = (X_t, X_{t+1})$$

$$m \text{ geçmiş} : X_t^m = (X_t, \dots, X_{t-(m-1)})$$

m geçmiş, m sayıda uzay boyutunu gösteren noktadır.

3. aşama: korelasyon integralinin hesaplanması.

4.aşama: tablo değerlerinin ve istatistiklerin hesaplanması (Sewell vd., 1993).

Yukarıda bahsedildiği gibi BDS testi korelasyon integraline dayanır. Bu integral seride tekrar eden düzensiz hareketlerin sıklıklarını ölçmek için kullanılır. Örneğin X_t 'yi bir zaman serisi olarak düşünersek, $t = 1, 2, \dots, T$ serinin 2. Aşamada bahsedildiği gibi geçmiş m tane boyutunu oluşturur. M boyuta sahip bir korelasyon integrali aşağıdaki gibi hesaplanır (Zivot ve Wang , 2001: 651) :

$$C_{m,\epsilon} = \frac{2}{T_m(T_m-1)} \sum \sum_{m < s < t < T} I(x_t^m, x_s^m; \epsilon) \quad (1)$$

Burada $T_m = T - m + 1$ ve $I(x_t^m, x_s^m; \epsilon)$ öncü bir fonksiyon olarak 1' eşittir

eğer $|x_{t-i} - x_{t-s}| < \epsilon$ ve her $i = 0, 1, \dots, m - 1$ için aksi halde fonksiyon 0' a eşittir.

Bu bağlamda korelasyon integralinin herhangi m geçmişteki iki noktanın ϵ terimine olan uzaklığının olasılığını hesapladığımızı söyleyebiliriz. Olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilmektedir :

$$\Pr (|x_t - x_s| < \epsilon, |x_{t-1} - x_{s-1}| < \epsilon, \dots, |x_{t-m+1} - x_{s-m+1}| < \epsilon)$$

Eğer x_t normal ve özdeş dağılıyorsa, yukarıdaki fonksiyon aşağıdaki limit fonksiyonuna eşit olmaktadır.

$$C_{1,\epsilon}^m = \Pr (|x_t - x_s| < \epsilon)^m$$

Bu denklemden sonra BDS istatistiği şöyle ifade edilebilir:

$$V_{m,\epsilon} = \sqrt{T} \frac{C_{m,\epsilon} - C_{1,\epsilon}^m}{s_{m,\epsilon}} \quad (2)$$

$(C_{m,\epsilon} - C_{1,\epsilon}^m)$ 'nin standart sapması $s_{m,\epsilon}$ Brock vd., (1997) tarafından ispatlanan normal dağılım altında aşağıdaki gibi istatistiksel özelliklere sahiptir:

$$V_{m,\epsilon} \xrightarrow{d} N(0,1) \quad (3)$$

Bu bağlamda boş hipotez olan normal ve özdeş dağılım hipotezi, % 5 anlamlılık düzeyinde $|V_{m,\epsilon}| > 1.96$ olduğu zaman red edilmektedir.

Tsay Testi

Ortalamada doğrusallığı test eden bir diğer test Tsay (1986) tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu testin aşamaları sırasıyla aşağıdaki gibidir (Afonso ve Teixeira, 1999) :

1. aşama: Y_t bir zaman serisi olarak düşünülürse, önce kendi gecikmeli değerleri ile regresyon yapılarak ϵ hata terimleri elde edilir.
2. aşama: Y_t 'nin her bir gözlemi için çapraz elemanlarından oluşan bir Z_t vektörü elde edilir. Örneğin her bir $i, j = 1, \dots, p$ ve $i \geq j$ olmak üzere Y_{t-i}, Y_{t-j} ve $p=2$ varsayılırsa $Z_t = [Y_{t-1}^2, Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-2}^2]^T$ şeklinde yazılabilir.
3. aşama: Z_t vektörü açıklayıcı değişkenlerle regresyon yapılarak, η hata terimleri elde edilir.
4. aşama: ϵ bağımlı, η bağımsız değişken olmak üzere regresyon yapılır.

$$\epsilon_t = \delta_0 + \delta_1 \eta_{t-1} + \delta_p \eta_{t-p} + \xi_t \quad (4)$$

5. aşama: Tsay istatistiği hesaplanır.

$$F = \frac{(\varepsilon^T \eta)^T (\eta^T \eta)^{T-1} (\eta^T \varepsilon) / m}{(\xi^T \xi) / (n-p-m-1)}, \quad (5)$$

$$m = p(p+1) / 2 \text{ olmak üzere } H_0 = \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_p = 0.$$

Keenan Test

Keenan (1985) testinde doğrusallıktan sapmaları tespit eden bir analizdir. Aşağıdaki otoregresif denklemden elde edilen \hat{y} serisi denklem 3.3.2' deki gibi gerçekleştirilir.

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\hat{y}_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-1} + \mu_t \quad (7)$$

$$\hat{\varepsilon}_t = \theta \hat{\mu}_t + v_t \quad (8)$$

Burada α_0 regresyonun sabit terimi, p gecikme sayısı, $\hat{\mu}_t$ rassal hata terimidir. Denklem (3.3.2) deki regresyon \hat{y}_t^2 serisindeki doğrusal bağımlılığı kaldırmaktadır. Keenan (1985) testinde $H_0: \theta = 0$ olarak kurulmaktadır. Kısıtlanmamış hata terimleri ise $SSR_1 = \sum_{t=p+1}^T v_t^2$ şeklinde hesaplanmaktadır. Kısıtlanmış hata terimleri, SSR_0 denklem 3.3.1 ' in hata terimlerinin toplamıdır. Test istatistiği olarak $F = \frac{(SSR_0 - SSR_1) / g}{SSR_1 / (T - p - g)}$ gibi düşünülmektedir ve dağılım olarak $g = s + p + 1$ şeklinde gerçekleşmektedir (Bianchi vd., 2008).

Uygulama

Bu bölümde her bir ülke borsası için dönemler itibariyle doğrusallık testlerinin sonuçlarının p değerleri sunulmuştur. Burada yer alan testlerin ortak özelliği boş hipotezlerinin serilerin doğrusal modeller ile analiz edilebileceğidir. Bu bağlamda BDS testinin boş hipotezi serinin bağımsız ve özdeş dağılması olduğu için diğer testlerden ayrı olarak tablo şeklinde sunulmuştur. Tablo incelendiğinde %10 güven düzeyinde hemen hemen bütün borsalarda en az bir test doğrusallıktan sapma olduğunu göstermiştir. Bunun nedeni her bir testin farklı gecikme ve değişken kullanmasıdır.

Tablo 1: Kriz Dönemleri İtibariyle Doğrusallık Testleri

| | Kriz öncesi | | Kriz sırası | | Kriz sonrası | |
|------------------------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|--------|
| | Tsay | Keenan | Tsay | Keenan | Tsay | Keenan |
| Latin Amerika | | | | | | |
| Brezilya | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| Şili | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 |
| Kolombiya | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.16 |
| Meksika | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.00 |
| Avrupa-Ortadoğu | | | | | | |
| Yunanistan | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.12 | 0.02 | 0.10 |
| Güney Afrika | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.06 |
| Rusya | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| Türkiye | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.01 |
| Asya | | | | | | |
| Çin | 0.07 | 0.18 | 0.00 | 0.63 | 0.00 | 0.00 |
| Hindistan | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.05 |
| Malezya | 0.05 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.11 |
| Tayland | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.03 |

Kriz döneminde ülke borsalarının getiri serilerinin doğrusal olmayan dinamikler taşıdığı tablo incelendiğinde göz çarpmaktadır. Her ne kadar bazı testler doğrusallık hipotezini kabul etse de, çoğunluk boş hipotezi red etmektedir. Bütün dönemler beraber değerlendirildiğine kriz sonrası dönemde doğrusal modelleri red eden testlerin hem sayısı artmış hem de p değerleri yükselmiştir. Bunun anlamı serilerin doğrusal olmayan modeller yardımı ile analiz edilmesinin borsalar hakkında daha ayrıntılı bilgi sunacağıdır.

Tablo 2: BDS Testi Kriz Öncesi Dönem

| m / σ | Brezilya | | | | Şili | | | | Kolombiya | | | |
|-------|----------|------|------|------|------------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.54 | 0.54 | 0.56 | 0.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.55 | 0.66 | 0.63 | 0.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.24 | 0.13 | 0.15 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.09 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| m / σ | Meksika | | | | Yunanistan | | | | G.Afrika | | | |
| | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.92 | 0.52 | 0.10 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| m / σ | Rusya | | | | Türkiye | | | | Çin | | | |
| | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|----------|------------|----------|----------------|----------|------------|----------|----------------|----------|------------|----------|
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Hindistan | | | | Malezya | | | | Tayland | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.01 | 0.01 | 0.60 | 0.29 | 0.05 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.86 | 0.14 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |

Tablo 3: BDS Testi Kriz Sırası Dönem

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|----------|------------|----------|-------------------|----------|------------|----------|------------------|----------|------------|----------|
| | Brezilya | | | | Şili | | | | Kolombiya | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Meksika | | | | Yunansitan | | | | G.Afrika | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Rusya | | | | Türkiye | | | | Çin | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Hindistan | | | | Malezya | | | | Tayland | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.62 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

BDS testinin sonuçlarının sunulduğu tablo 3,4 ve 5 incelendiğinde genel olarak gelişmiş ülke borsalarının getiri serilerinin bağımsız ve özdeş olmadığı göze çarpmaktadır. Bunun arkasında yatan istatistiksel neden, zayıf işlem hacminden dolayı borsa getiri serilerinde otokorelasyon gözükmemesine rağmen seride doğrusal olmayan bağımlılığın

bulunmasıdır.Ayrıca küresel krizin serilerin ortalamalardaki doğrusal olmayan korelasyona etki etmediği gözükmektedir.

Tablo 4: BDS testi kriz sonrası dönem

| | Brezilya | | | | Şili | | | | Kolombiya | | | |
|------|-----------|------|------|------|------------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.97 | 0.81 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.22 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Meksika | | | | Yunansitan | | | | G.Afrika | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Rusya | | | | Türkiye | | | | Çin | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Hindistan | | | | Malezya | | | | Tayland | | | |
| m /σ | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Sonuç

Rassal yürüyüş modeli menkul kıymet fiyatlarının işlemde işleme bağımsız ve özdeş olarak değiştiğini varsayar. Ancak hisse senetleri piyasasının sığ işlem hacmine sahip olması yada piyasaya gelen bilgi akışının zamana bağlı olarak hız kesmesi getiri serilerinin ortalamada doğrusal olmayan bağımlılık göstermelerine neden olmaktadır. Bu çalışmada Latin Amerika, Avrupa-Ortadoğu ve Asya bölgelerinden seçilmiş 12 gelişmekte olan ülke borsalarının getiri serilerinin doğrusal olmayan özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada yöntem olarak BDS, Tsay ve Keenan testleri kullanılmış olup sonuç olarak incelenen bütün ülkelerin borsalarının doğrusallıktan saptığı bulunmuştur. Ayrıca 2008 küresel krizden sonraki dönemde kriz öncesi döneme kıyasla söz konusu sapmanın daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu

durum borsa getiri serilerinin doğrusal olmayan metodlar ile modellenerek analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Etkin piyasalar hipotezi çerçevesinde değerlendirildiğinde ise borsa getirilerinin doğrusal olmayan bağımlılıklarının tespit edilmesiyle söz konusu ülkelerde piyasa üstü getiri elde etmenin mümkün olacağı görülmektedir.

Kaynakça

Afonso, Antonio ve Teixeira, João (1998). “Non-Linear Tests of Weakly Efficient Markets: Evidence from Portugal”. ISEG Economics Department, No: 6/98, s.1-24.

Birgili, E., Üçay, K., & Esen, Ö. (2015). “Bıst 100 (Xu100) Endeksinde Doğrusal-Dışı Yapılar”. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 10(2).

Broock, W. ; Scheinkman, J. A; Dechert, W. D. ve LeBaron, B (1996). “A Test for independence Based on the Correlation Dimension”. *Econometric Reviews*, C:15, No:3, s.197-235.

Brooks, C. (1996). Testing For Non-Linearity in Daily Sterling Exchange Rates. *Applied Financial Economics*, 6(4), 307-317.

Caraiani, Petre. (2012). “Nonlinear Dynamics in CEE Stock Markets Indices”. *Economics Letters*, C:114, No:3, s.329-331.

De Lima, Pedro (1998). “Nonlinearities and Nonstationarities in Stock Returns”. *Journal of Business & Economic Statistics*, C:16, No:2, s.227-236.

Guhathakurta, Kousik (2011).” Nonlinearity in Indian Stock & Commodity Markets: a Pre-Diagnostic Investigation”.*Doctoral dissertation, Department of Physics, Jadavpur University, Kolkata.*

Hiremath, Gourishankar ve Bandi Kamaiah (2010). “Non-Linear Dependence in Stock Returns: Evidences from India”. *Journal of Quantitative Economics*, C:8, No:1, s.69-85.

Hsieh, David (1991). ”Chaos and Nonlinear Dynamics: Application to Financial Markets”. *The Journal Of Finance*, C:46, No:5, s.1839-1877.

Keenan, Daniel MacRae (1985). ”A Tukey Nonadditivity-Type Test for Time Series Nonlinearity”. *Biometrika*, C:72, No:1, s.39-44.

Lim, Kian-Ping, ve Robert Brooks (2009). “Are Chinese Stock Markets Efficient? Further Evidence from a Battery of Nonlinearity Tests”. *Applied Financial Economics*, C:19, No:2, s.147-155.

Östermark, Ralf; Jaana, Aaltonen; Henrik, Saxén ve Kenneth, Söderlund (2004). “Nonlinear Modelling of the Finnish Banking and Finance Branch index”, *The European Journal of Finance*, C:10, No: 4, s.277-289.

Panagiotidis, Theodore (2005).” Market Capitalization and Efficiency. Does it Matter? Evidence from the Athens Stock Exchange”. *Applied Financial Economics*, C:15, No:10, s.707-713.

Saadi, Samir; Devinder, Gandhi ve Shantanu, Dutta (2006). “Testing for Nonlinearity & Modeling Volatility in Emerging Capital Markets: The Case of Tunisia”. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, C:9, No:07, s.1021-1050.

Scheinkman, Jose A ve Blake, LeBaron (1989). ”Nonlinear Dynamics and Stock Returns”. *Journal of Business*, C:62, No:3, s.311-337.

Sewell, Susan ve Stansell, Stanley (1993). “Nonlinearities in Emerging Foreign Capital Markets”. *Journal of Business Finance & Accounting*, C:20, No:2, s.237-248.

Shively, Philip A. (2003). “The Nonlinear Dynamics of Stock Prices”. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, C:43, No:3, s.505-517.

Tsay, Ruey S. (1986). “Nonlinearity Tests for Time Series”. *Biometrika*, C:73, No:2, s.461-466.

Zivot, Eric ve Jiahui, Wang. (2001). *Modelling Financial Time Series with S-PLUS*. Springer.