



İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI 100 ENDEKSİNİN DOĞRUSALLIK TESTİ

Murat Çinko *

Bu makale 04.09.2006 tarihinde alınmış hakem kontrolü sonrasında yayını uygun bulunmuştur.

Abstract

The aim of the study is nonlinearity test of ISE – 100 returns. The most usedly nonlinearity test of BDS test is applied. Data is obtained from the Central Bank of Turkey. Return data is calculated by the difference of natural logarithm of daily closing value. The data has 4352 observations, between the data of 02.01.1989 and 04.07.2006. BDS test is done on the four different error term. Before the ARMA process to make the BDS test days are used as a dummies and error term is obtained by regression. Second data set is ARMA process is done and error term is obtained and then BDS test is applied. Third data set is logarithm of the squared standardized residuals of GARCH (1,1) process. Fourth data set is logarithm of the squared standardized residuals of AR (1) - GARCH (1,1) process. First, second and fourth data sets reject the null hypothesis that means there exist a nonlinear relation. Third data set fail to reject the null hypothesis of iid, for some embedding dimension, that means GARCH (1,1) process removes most of the nonlinearity.

Keywords: BDS Test, Market Efficiency Theory, Nonlinearity Test.

Özet

Bu çalışmanın amacı İMKB-100 endeksi getirisinin doğrusal bir yapıya sahip olup olmadığını göstermektir. Çalışmada doğrusallık testlerinden en fazla kullanılan BDS testinden faydalanılacaktır. Kullanılan veri seti Merkez Bankasından elde edilmiştir. Getiri serisi endeksin günlük kapanış değerlerinin logaritmik farkı alınarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti 02.01.1989 – 04.07.2006 yılları arasında olup 4352 gözlemden oluşmaktadır. Çalışmada veri seti dört şekilde değerlendirilmiştir: ilk değerlendirme veri setine günler kukla değişken olarak kullanıldıktan sonra ARMA süreci uygulanmıştır hata terimlerine BDS testi uygulanmıştır. İkinci veri seti ise getiri serisine ARMA süreci uygulanarak hata terimleri elde edildikten sonra BDS testi uygulanmıştır. Üçüncü veri setinde GARCH(1,1) süreci ve dördüncü veri setinde ise AR(1) – GARCH(1,1) ile standartlaştırılmış hata karelerinin logaritmalarına BDS testi uygulanmıştır. Birinci, ikinci ve dördüncü veri setinde BDS testi sonuçlarına göre getirilerin doğrusal olmayan bir yapıya sahip olduğu bulunmuştur. Üçüncü veri seti incelendiğinde ise BDS testi bazı boyutlarda hata terimlerinin bağımsız benzer dağılıma sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: BDS testi, Etkin Piyasa Hipotezi, Doğrusallık Testi.

* **Adres:** Marmara Üniversitesi İngilizce İşletme Bölümü Kuyubaşı 81040, İstanbul
E-Mail: mcinko@marmara.edu.tr

1. GİRİŞ

Etkin Piyasa Hipotezinin (EPH) piyasadaki tüm bilgilerin fiyatı oluşturduğunu ve her hangi bir model tarafından tahmin edilemeyeceğini iddia etmektedir. Bunun anlamı fiyatların tahmin edilmesi mümkün değildir çünkü fiyatlar rasgele yürüyüş modeli sergilemektedir. Fama (1970) piyasaları: zayıf etkin, yarı güçlü etkin ve güçlü etkin piyasa olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Zayıf etkin piyasa geçmiş fiyat bilgisinin kullanılmasının fiyatları tahmin etmekte kullanılmayacağını, yarı etkin piyasa da geçmiş fiyat bilgisi ve kamuya açıklanan bilgilerin fiyatların tahmininde kullanılmayacağını, güçlü etkin piyasa ise geçmiş fiyat bilgileri, kamuya açıklanan bilgiler ve içerden öğrenenlerin bile fiyatları tahmin edemeyeceğini iddia etmektedir. Eğer piyasa güçlü etkin ise yarı güçlü etkinliği, piyasa yarı güçlü etkin ise zayıf etkinliği ispatlamış olacaktır. Etkin piyasa testlerinde genellikle doğrusal yapı test edilmektedir. Fakat insanların yaptıkları faaliyetlerden oluşan iktisadi değişkenlerin yapısını çözebilmek için insanların davranışlarının tahmin edilmesi gerekmektedir. Campbell, Lo, and MacKinlay (1997) insan davranışlarının doğrusal olmadığını söylemektedirler. Yatırımcıların risk ve getiriye verdikleri tepki doğrusal değildir. Bu sebepten dolayı doğrusal olmayan testler etkin piyasanın test edilmesinde kullanılmaktadır ve sonuç olarak fiyatların tahmininde doğrusal olmayan modellerin fiyatların tahmininde kullanılmasını mümkün kılar. Kaotik seriler doğrusal olmayan modellerin bir alt sınıfını oluşturmakla beraber kaotik bir yapının modellenmesi mümkün değildir.

Finansal piyasaların, döviz piyasalarının doğrusal yapıya sahip olmadığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Hsieh (1993) Chicago Ticaret Borsasında 1985 ile 1990 yılları arasında işlem gören İngiliz Sterlini, Alman Markı, Japon Yeni ve İsviçre Frakının gelecek kontratlarının fiyatlarının günlük kapanış fiyatlarının doğrusal olmadığını göstermiştir. Abhyankar vd. (1995) 1993 yılının ilk altı ayı FTSE endeksinin dakikalık 60.000 gözleminin değerlendirmişler ve doğrusal olmadığını göstermişlerdir. Hsieh (1989) döviz kurlarının 1974–1983 yılları arasında, İngiliz Sterlini, Kanada Doları, Alman Markı, Japon Yeni, İsviçre Frankının, Amerikan doları cinsinden doğrusal olmadığını göstermiştir. Scheinkman vd. (1989) 5200 günlük hisse getirisini kullanarak doğrusal olmadığını göstermişlerdir. Abhyankar vd (1997) 1991 Eylül-Kasım ayları arasındaki gerçek zamanlı FTSE, DAX, NIKKEI–225, S&P 500 FTSE ve S&P 500 gelecek endeksinden oluşan serilerin doğrusal olmadığını göstermiştir. Barnett vd (1997) beş farklı modelden ürettikleri küçük (380 gözlem) ve büyük (2000 gözlem) veri setine beş farklı test uygulamışlardır. BDS testi küçük veri setine uygulandığında 2 modeli doğru bilmiştir 3 modelde ise karar verememiştir. Büyük veri setinde ise bütün modelleri doğru karar vermiştir. Hinich'in testi küçük veri setinde 3 modeli doğru, 2 modeli ise yanlış sınıflamıştır, büyük veri setinde ise 3 modelde doğru, bir modelde kararsız ve bir modeli de yanlış sınıflama yapmıştır. Liapunov üssü testi ve Kaplan testi bütün modellerde doğru karar vermiştir. White testi ise küçük veri setinde 2 modelde başarılı ve büyük veri setinde ise 2 modelde doğru karar vermiştir. Frank and Stengos (1989) 1975–1986 arasındaki altın fiyatlarını ve 1974–1986 arasındaki gümüş fiyatlarını kullandıkları çalışmada korelasyon boyutu testinde düşük seviyede kaos olduğunu bulmuşlardır. Brooks (1997) Fransız frankı, Alman markı ve Amerikan dolarının 2 Ocak 1974 ile 1 Haziran 1994 tarihleri arasındaki gün ortası İngiliz sterlini karşılığının doğrusal yapıya sahip olup olmadığını test etmiştir. BDS testi sonuçları Amerikan dolarının doğrusal olmadığını diğer dövizlerin doğrusal olduğunu göstermiştir. Lima (1997) veri setinde moment yapısının bozuk olması durumlarında kullanılan testlerin (Bisektrum testi, BDS testi, McLeod-Li testi, Kenan testi, Yapay sinir ağları testi, RESET testi, Tsay testi ve White bilgi matriksi testi) gücünü

görmeye çalışmıştır. Kuyruklu veri setinde testlerin güvenilir sonuçlar vermediğini göstermiştir. BDS testi diğer testler arasında en doğru sonuçları veren test olmuştur. Fernandes (1998) değişik döviz kurlarının Amerikan doları karşılığı hafta ortası kapanış fiyatlarının getirilerini hesaplamıştır. Veri seti 1980 Nisan'ın ilk haftasından 1992 Mayıs'ının son haftası arasındaki (634 gözlem) getirilerden oluşmaktadır. Kanada doları, İngiliz sterlini ve Japon yeni dışındaki döviz kurları doğrusal çıkmıştır. Brooks ve Heravi (1999) beş farklı modele göre 500 gözlem oluşturmuş ve BDS testini uygulamıştır. BDS testinin sonuçlarında bazı modellerde zayıf sonuçlar verdiğini göstermiştir. Çalışmanın sonucunda doğrusallık testlerinden BDS dışındaki testlerin de kullanılması sonuçların güvenilir olmasını sağlayacağını düşünmektedirler. Brooks (1999) 50 ve 500 gözlemi olan veri seti yaratmış ve BDS testi ile Kapanış Getiri testini uygulamıştır. Bu işlemi 5000 kez farklı ilk değerler için tekrarlamış ve BDS testinin ne oranda reddedildiğini bulmuştur. Bu iki testi doğrusal ve doğrusal olmayan veri setlerine uygulayarak sonuçları karşılaştırmıştır. Her iki test de küçük veri setinde iyi bir performans gösterememiş fakat büyük veri setinde BDS testinin sonuçları daha başarılı olmuştur. Brooks ve Henry (2000) Engle - Ng ile BDS testlerini karşılaştırdıklarında veri setindeki asimetric yapının (TAR, GARCH gibi) BDS testi tarafından ayrıştırılmadığını göstermişlerdir. Bunun dışında BDS testinin örneklem büyüklüğüne göre gücünün değiştiğini göstermişlerdir. Çalışmanın sonucunda gözlem sayısının minimum 3000 gözlem içermesinin BDS testinin performansında daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Kosfeld ve Robe (2001) Almanya bulunan 8 bankanın hisse senedi getirilerinin doğrusallık testini yapmışlardır. 1987 Mart'ının üçüncü haftasından 1998 Şubat'ının ikinci haftası arasında bankaların hafta ortasındaki getirilerini hesaplamıştır. BDS testi sonuçlarına göre getirilerin doğrusal olmadığını göstermiştir. Urrutia vd. (2002) Ocak 1984- Aralık 1998 tarihleri arasındaki hayat ve sağlık sigortası şirketlerinin hisse senedi getirilerini incelemişlerdir. BDS testi sonucunda getirilerin doğrusal olmadığını göstermişlerdir. Caporale vd (2005) yaptıkları simülasyon çalışması sonucunda BDS testinin GARCH süreci sonucunda elde edilen hata terimlerinde doğru sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Simülasyon sürecinde 100, 250, 500, 1000 ve 2000 adet veri seti üretmişlerdir bu süreç 2000 kere tekrar etmişlerdir. BDS test istatistiğinin ortalama, varyans, çarpıklık ve basıklık katsayılarını hesaplamışlardır. Bu çalışma sırasında GARCH (1,1) süreci sonrası elde edilen hata terimlerinin standartlaştırılmış karelerinin logaritmasını ve diğer simülasyon çalışmalarda kullanılan hata terimlerinin standartlaştırılmış karelerini kullanmışlardır. Sonuçları incelediklerinde BDS testinin GARCH (1,1) süreci sonrası elde edilen hata terimlerinin standartlaştırılmış karelerin logaritmasının doğru sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Kondak (1997) yaptığı çalışmada 1988 ile 1993 yılları arasında İMKB'nin zayıf formda etkin olmadığını ve bu durumun doğrusal olmayan modeller ile açıklana bildiğini göstermiştir. Özer (2001) yaptığı çalışmada 1988 ile 2001 yılları arasındaki sektör fiyat endekslerini günlük, haftalık ve aylık olarak incelemiştir. BDS testini uygulaması sonucunda doğrusal olmayan bir yapının varlığı kabul edilmiştir.

2. BDS Testi

BDS testi en çok kullanılan doğrusallık testidir ve korelasyon integralini kullanarak yorum yapar. Farklı boyutlarda korelasyon integralinin hesaplanması ile elde edilen test istatistiğidir. Korelasyon integralinin her türlü doğrusallığa karşı duyarlı olması bu testi güçlü kılmaktadır. Korelasyon integralinin bulunması parametrik olmayan bir yöntem olmasına rağmen test istatistiği ortalaması sıfır varyansı bir olan normal dağılıma sahiptir. BDS testi

varsayımı olmaması uygulamasının kolaylığı ve teorik sebeplerden dolayı en fazla kullanılan test olmuştur. Testin boşluk hipotezi hata terimlerinin “bağımsız benzer dağılıma sahip” olduğudur. BDS testinin uygulanabilmesi için öncelikle veri setine ARMA süreci uygulanır ve tüm doğrusal yapılar veri setinden temizlenir. Bu süreçten sonra elde edilen hata terimleri boşluk hipotezi altında test edilir. Boşluk hipotezinin reddedilmesi hata terimlerinin bir bağlantısı olduğunu ve bu bağlantının doğrusal olmadığını gösterir. Bayes bilgi kriterini en küçük yapan ARMA (p,q) süreci ile elde edilen hata terimleri test için kullanılacaktır. Boşluk hipotezinde hata terimlerinin bağımsız benzer dağılıma sahip olduğu belirtilmesine rağmen alternatif hipotezin doğrusal olmayan bir süreç mi yoksa kaotik bir süreç mi olduğu belli değildir.

Grasberger ve Proccia (1983) korelasyon integralini şu şekilde tanımlamıştır:

$$C_{m,n}(\varepsilon) = \frac{1}{\binom{n}{2}} \sum_{1 < s < t < n} H(\varepsilon - \|u_s^m - u_t^m\|) \quad (1)$$

bu formüldeki m boyutu, ε küçük bir sayı, H fonksiyonu

$$H(z) = \begin{cases} 1 & \text{if } |u_s - u_t| < \varepsilon \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

boyutlar arasındaki fark seçilen ε değerinden küçük ise 1 diğer durumlarda 0 değerini alacak şekilde tanımlanmıştır.

Brock vd. (1996) BDS test istatistiğini şu şekilde vermişlerdir

$$W_{m,n}(\varepsilon) = \sqrt{n} \frac{T_{m,n}(\varepsilon)}{V_{m,n}(\varepsilon)} \sim N(0,1). \quad (3)$$

$$T_{m,n}(\varepsilon) = [C_{m,T}(\varepsilon) - C_{1,T}(\varepsilon)^m] \quad (4)$$

burada $V_{m,n}(\varepsilon)$ $T_{m,n}(\varepsilon)$ 'in varyansını göstermektedir ve

$$V_{m,n}(\varepsilon) = 4[K^m + 2 \sum_{j=1}^{m-1} K^{m-j} C^{2j} + (m-1)^2 C^{2m} - m^2 K C^{2m-2}] \quad (5)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Brock vd. (1993) 500 gözlemden fazla olan veri setlerinde m 6'dan küçük olması ve ε değerinin ise veri setinin standart sapmanın 0.5 ile 2 katı arasında seçilmesinin sonuçların doğruluğu açısından önemli olduğunu söylemektedirler.

3. Uygulama

Bu çalışmada kullanılan veri seti Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankasından alınmıştır. Veri seti (4352 gözlem) 02.01.1989 – 04.07.2006 tarihleri arasındaki günlük



İMKB–100 endeksinin kapanış değerleri alınarak hesaplanan getiriler üzerinden yapılmıştır. Getiri hesabı günlük endeks kapanış değerlerinin oranın doğal logaritması alınarak hesaplanmıştır. Veri setinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de, birim kök testlerinin sonuçları ise Tablo 2’de verilmiştir. Çarpıklık katsayısı normale yakınken basıklık katsayısı maalesef 3 değerinden büyüktür ve sivri bir yapıya sahiptir. Bu yapı finansal veri setlerinin genel bir özelliği olup Jarque - Bera test istatistiği de veri setinin normal dağılmadığını göstermektedir.

Tablo 1 Tanımlayıcı İstatistikler

Ortalama	0.000000
Ortanca	-0.000417
Std. Sapma	0.029977
Çarpıklık	-0.037219
Kurtosis	6.066762
Jarque-Bera	1706.450
Olasılık	0.000000

BDS testinin durağan serilere uygulanması nedeniyle serinin durağanlığı Dickey ve Fuller (1979) ,ADF testi, ve Phillips ve Peron (1988) ,PP testi, ile gösterilmiştir. ADF ve PP birim kök testleri yapıldığında getiri verisinde birim kök olmadığı Tablo 2’den görülmektedir.

Tablo 2 Birim Kök Test Sonuçları

ADF Test İstatistiği	-28.81	1% Kritik değer	-3.43
		5% Kritik değer	-2.86
PP Test İstatistiği	-59.36	1% Kritik değer	-3.43
		5% Kritik değer	-2.86

GARCH modeli birbirlerinden bağımsız olarak Bollerslev (1986) ve Taylor (1986) tarafından geliştirilmiştir. GARCH modelinde varyans kendi geçmişi kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmaktadır. En basit GARCH modeli formül (5) de verilmiş olan GARCH (1,1)’dir.

$$u_t \sim N(0, \sigma^2)$$

$$y_t = \mu + u_t \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad (5)$$

AR(1) - GARCH (1,1) modelinde ise (4) numaralı formül şu şekilde değişmektedir.

$$y_t = \mu + y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

3.1 BDS Test Sonuçları

BDS testinin uygulaması dört farklı veri seti üzerinden yapılmıştır. İlk veri setinde günler kukla değişken olarak alınmış ve veri setinden günlerin etkisi arındırılmış daha sonra ARMA modeli kullanılarak elde edilen hata terimlerine BDS testi uygulanmıştır. İkinci veri seti ise getiri serisine ARMA modeli uygulanmış ve hata terimlerine BDS testi uygulanmıştır. Üçüncü veri setinde GARCH (1,1) süreci, dördüncü veri setinde ise AR(1) - GARCH (1,1) sürecinin standartlaştırılmış hata karelerinin logaritmalarına BDS testi uygulanmıştır.

İlk veri setinde bayes bilgi kriterini kullanarak ARMA(1,1) sürecinden geçirilmesi ile elde edilen hata terimlerine BDS testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir. Kritik değer olarak 1.96 ($\alpha = 0.05$) değeri ile karşılaştırma yapılmıştır. Bu sonuçlar veri setinin bağımsız benzer dağılıma sahip olmadığını, diğer bir ifade ile doğrusal olmayan bir bağımlılık olduğunu göstermektedir.

Tablo 3 BDS Test İstatistiği Kukla Değişken Kullanıldığında

	Boyutlar						
ε	2	3	4	5	6	7	8
0.25	15.45	21.74	27.60	34.46	45	69.02	113.27
0.5	15.92	22.29	27.86	34.59	43.52	56.14	73.21
0.75	16.52	22.47	27.27	32.43	38.71	47.02	57.32
1	17.07	22.61	26.49	30.45	34.91	40.32	46.56
1.25	17.48	22.49	25.55	28.55	31.76	35.3	39.12
1.50	17.64	22.16	24.53	26.75	29.06	31.38	33.78
1.75	17.72	21.76	23.52	25.14	26.81	28.37	29.80

İkinci veri setinde bayes bilgi kriterini kullanarak ARMA(6,1) sürecinden geçirilmesi gerektiği tespit edilmiş ve elde edilen hata terimlerine BDS testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Bu sonuçlar da veri setinin bağımsız benzer dağılıma sahip olmadığını göstermektedir. Tablo 4’deki test istatistiklerinin Tablo 3’den daha büyük çıkması günlerin kukla değişken olarak kullanılmasının da bazı doğrusal bağlantıların temizlenmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 4 BDS Test İstatistiği Kukla değişken Kullanılmadığında.

	Boyutlar						
ε	2	3	4	5	6	7	8
0.25	15.72	22.08	28.12	36.12	47.69	67.27	108.63
0.5	15.99	22.35	27.95	34.39	43.31	55.67	71.99
0.75	16.60	22.70	27.44	32.74	39.26	47.87	58.55
1	17.16	22.81	26.71	30.76	35.43	41.04	47.54
1.25	17.56	22.72	25.83	28.93	32.32	36.04	40.05
1.50	17.81	22.41	24.80	27.09	29.52	31.93	34.34
1.75	17.91	22.02	23.83	25.49	27.23	28.82	30.28

Üçüncü veri setinde GARCH(1,1) süreci ile elde edilen hata terimleri kullanılmıştır. Hata terimleri standardize edilerek karelerinin logaritması alınmış BDS testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir. Bazı boyutlarda ve bazı ε değerlerinde BDS testi boşluk hipotezi reddedilmiş bazı boyutlarda ve ε bazı değerlerinde ise boşluk hipotezi reddedilmiştir. Tablo 5 sonuçları incelendiğinde: 6’dan küçük boyutlarda ve 1.25’den küçük ε değerleri için hata terimlerinin bağımsız olmadığıdır. Fakat 1.50 ve üzerindeki ε değerlerinde hata terimlerinin bağımsız olduğu görülmektedir.

Tablo 5. BDS Test İstatistiği GARCH(1,1) Standartlaştırılmış Hata Karelerinin Logaritması

	Boyutlar						
ε	2	3	4	5	6	7	8
0.25	4.66	3.79	3.41	2.42	3.16	2.24	-0.32
0.5	4.39	3.82	3.57	3.82	4.27	4.80	5.17
0.75	4.00	3.34	3.00	3.26	3.59	4.03	4.45
1	3.38	2.71	2.47	2.79	3.13	3.53	3.91
1.25	2.66	1.96	1.78	2.11	2.41	2.77	3.10
1.50	1.98	1.29	1.20	1.50	1.72	2.07	2.38
1.75	1.38	0.71	0.77	1.04	1.17	1.53	1.86

AR(1) – GARCH (1,1) sürecinden elde edilen hata terimleri standardize edilerek karelerinin logaritması alınmış BDS testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 6’de verilmiştir. Bütün boyutlarda ve bütün ε değerlerinde BDS testi boşluk hipotezini reddetmiş; hata terimlerinin bağımlı olduğunu göstermiştir.

Tablo 6 BDS Test İstatistiği AR(1) - GARCH(1,1) Standartlaştırılmış Hata Karelerinin Logaritması

	Boyutlar						
ε	2	3	4	5	6	7	8
0.25	5.41	5.05	5.48	4.94	5.00	8.01	7.33
0.5	4.89	4.48	4.53	4.48	4.58	4.78	5.34
0.75	4.33	4.07	4.00	4.08	4.13	4.27	4.37
1	4.14	3.97	3.78	3.75	3.75	3.75	3.74
1.25	3.83	3.67	3.47	3.42	3.33	3.25	3.22
1.50	3.45	3.35	3.13	3.00	2.87	2.77	2.66
1.75	3.09	3.04	2.75	2.52	2.34	2.24	2.12

4. Sonuç

Bu çalışmada İMKB–100 endeksinin getirisine BDS testi uygulanmıştır. Uygulama dört farklı veri setine uygulanmasının sebebi BDS testinin GARCH süreci ile tanımlanabilen veri setlerinde BDS testi sonuçlarında hatalı kararlar vermesidir. İlk iki veri setinde ARMA



süreci ile ayrıştırılan doğrusal bağlantılardan elde edilen hata terimlerine BDS uygulanmış ve doğrusal olmayan bir yapının varlığı kabul edilmiştir. GARCH sürecinden geçirilen veri setinde ise hata terimlerinin bazı boyutlarda bağımsız bazı boyutlar da ise bağımlı olduğunu göstermiştir. Fakat BDS test istatistiğinin ARMA süreci ve GARCH süreci sonrasındaki değerlerine bakıldığında doğrusal bir modellemeye göre doğrusal olmayan bir modellemenin daha iyi sonuç vereceği düşünülebilir. Etkin piyasa hipotezi düşünüldüğünde fiyatların tahmin edilemeyeceği hipotezi bu çalışma sonucunda bir bağımlılığın olduğunu göstermektedir. Fiyatların modellenmesinde doğrusal olmayan yöntemlerden GARCH (1,1) sürecinin kullanılabileceğini göstermiştir.

Kaynakça

- Abhyankar A., Copeland L.S, Wong W. (1995) “Nonlinear dynamics in real time equity market indexes: evidence from the United Kingdom”, Royal Economic Society, 105 (July), 864-880
- Abhyankar A., Copeland L.S, Wong W. (1997) “Uncovering nonlinear structure in real time stock market indexes: The S&P 500, the DAX, the Nikkei 225, and the FTSE-100”, Journal of business and Economic Statistic, January 1997, vol15 no:1, 1-14
- Barnett W.A., Gallant R., Hinich M.J., Jungeilges J.A., Kaplan D., Jensen M. (1997) “A single blind controlled competition among tests for nonlinearity and chaos”, Journal of Econometrics 82, 157-192
- Bollerslev T. (1986) “Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”, Journal of Econometrics, 31, 307-327.
- Brock W.A., Hsieh D. A., LeBaron B. (1993) “Nonlinear Dynamics, Chaos, and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence” MIT Press, London.
- Brock W.A., Dechert D, Lebaron B., and Scheinkman J. (1996) “A test for independence based on a correlation dimension”, Econometric Review 15, 197-235
- Brooks C., (1997) “Linear and non-linear (Non-) Forecastability of High-frequency Exchange Rates” Journal of Forecasting, 16, 125-145.
- Brooks C., Heravi S.M. (1999) “The Effect of (Mis-Specified) GARCH Filters on the Finite Sample Distribution of the BDS Test”, Computational Economics, 13, 147-162.
- Brooks C. (1999) “Portmanteau Model Diagnostics and Tests for Nonlinearity: A Comparative Monte Carlo Study of Two Alternative Methods”, Computational Economics, 13, 3, 249-263.
- Brooks C., Henry O.T., (2000) “Can Portmanteau Nonlinearity Test Serve as General Mis-Specification Test? Evidence From Symmetric and Asymmetric GARCH Models”, Economics Letters, 67, 245-251.
- Campbell Y.J., Lo A.W., MacKinlay A.C. (1997) The Econometric of Financial Markets, Princeton University Press
- Caporale G.M., Ntantamis C., Pantelidis T., Pittis N., (2005) “The BDS Test as a Test for the Adequacy of a GARCH (1,1) Specification: A Monte Carlo Study”, Journal of Financial Econometrics, 3, 2, 282-309
- Dickey D.A. and Fuller W.A. (1979) “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root,” Journal of the American Statistical Association, 74, 427-431
- Fama E. (1970) “Efficient capital markets: A review of theory and empirical works”, Journal of Finance 25, 34-105



- Fernandes M. (1998) "Non-Linearity and Exchange Rates", *Journal of Forecasting*, 17, 497-514.
- Frank M., Stengos T. (1989) "Measuring the stangeness of gold and silver rates of return", *Rewiev of Economic Studies*, 56, 553-567
- Grasberger P., Proccia I. (1983) "Measuring the strangeness of strange attractors", *Physica* 9D 189
- Hsieh D.A. (1989) "Testing for nonlinear dependence in daily foreign exchange rates", *Journal of Business* vol 62 no:3 339-369
- Hsieh D.A. (1993) "Implication of nonlinear dynamics for financial risk management", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol 28 no:1, 41-64
- Jarque C. and Bera A. (1980) "Efficient Tests for Normality, Homoskedasticity, and Serial Independence of Regression Residuals", *Economics Letters*, 6, 255-259.
- Kaplan D. (1994) "Exceptional events as evidence for determinism", *Physica D*, 73,38-48
- Kondak N. E. (1997) "The Efficiency Market Hypothesis Revisited: Some Evidence From The Istanbul Stock Exchange", *Sermaye Piyasası Yayınları*, Ankara.
- Kosfeld R., Robe S., (2001) "Testing the Nonlinearities in German Bank Stock Returns", *Empirical Economics*, 26, 581-597.
- Lima P. J.F (1997) "On the Robustness of Nonlinearity tests to Moment Condition Failure", *Journal of Ecnometrics*, 76, 251-280.
- Özer H. (2001) "The Distributional Properties and Weak Efficiency In Istanbul Stock Exchange: A Sectoral Analysis", *Basılmamış İktisat Tezi*, Bilkent Üniversitesi.
- Phillips P.C.B. and Perron P. (1988) "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, 75, 335-346
- Scheinkman J.A, LeBaron B. (1989) "Nonlinear dynamics and stock returns", *Journal of Business* vol 62, no:3, 311-337
- Taylor S.J., (1986) "Forecasting Volatility of Currency Exchange Rates", *International Journal of Forecasting*, 3, 159-170.
- Urrua J.L., Vu J., Gronewoller P., Hoque M. (2002) "Nonlinearity and Low Deterministic Chaotic Behavior in Insurance Portfolio Stock Returns", *The Journal of Risk and Insurance*, 69,4, 537-554.