

Finansal Piyasalarda Uzun Dönemli Bağımlılık ve Etkin Piyasalar Hipotezi¹

Mercan HATİPOĞLU*
İbrahim BOZKURT**

Atıf Künyesi: Hatipoğlu, M. ve Bozkurt, İ. (2018). Finansal Piyasalarda Uzun Dönemli Bağımlılık ve Etkin Piyasalar Hipotezi, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20/3, 47-56.

Öz: Bu makalenin amacı etkin piyasalar hipotezini Amerika, İngiltere, Türkiye ve Rusya finansal piyasaları için uzun dönemli bağımlılık kapsamında test etmektir. Çalışmada yöntem olarak Dönüştürülmüş Genişlik ve Trendten Arındırılmış Dalgalanma Analizi kullanılmıştır. Veriler günlük frekansta olup Mayıs 2013 ile Mayıs 2015 arası dönemi kapsamaktadır. Sonuç olarak gelişmekte olan ülke borsalarının gelişmiş ülke borsalarına göre daha etkin olduğu bulunmuştur. Bununla beraber uzun hafıza özelliği getirilerden daha fazla oynaklığın göstergesi olan getiri karelerinde görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Etkin piyasalar, Hurst Katsayısı, Uzun dönemli hafıza
Jel Kodu: G14, G15

Long-Term Dependence in Financial Markets and Efficient Market Hypothesis

Abstract: The aim of this paper is to test the efficient market hypothesis for America, England, Turkey and Russia financial markets by means of the long-term dependence approach. In study, Rescaled Range Analysis and Detrended Fluctuation Analysis are employed. The data used in daily frequency covers the period May 2013 to May 2015. As a result emerging markets are found more efficient than developed markets. Furthermore, the long memory property is more appeared in squares of returns used as proxies for volatility than returns.

Keywords: Efficient markets, Hurst Coefficient, Long term memory
Jel Code: G14, G15

¹ Bu çalışma, 6-7 Aralık 2017 tarihinde Kıbrıs'ta düzenlenen "3rd International Conference on Applied Economics and Finance" isimli sempozyumda özet metin bildiri olarak sunulmuştur.

* Dr. Öğretim Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Çankırı, mercanhatipoglu@gmail.com.tr

** Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, Çankırı, ibozkurt@karatekin.edu.tr

Mercan Hatipoğlu-İbrahim Bozkurt

GİRİŞ

Finansal piyasaların etkinliği ekonomik kaynakların dağılımı üzerinde olumlu rol oynarken aynı zamanda borsalardaki manipülasyonun da önüne geçmektedir. Etkin bir piyasada yatırımcılar piyasa üstü getiri elde etmek için değil, piyasa kadar getiri sağlayabilmek için işlem yaparlar. Etkin finansal pazarlara sahip devletler ise piyasalara müdahale etmez ve regülasyon politikalarından uzak dururlar (Mookerjee, ve Yu,1999).

Hem reel ekonomi hem de sermaye piyasaları açısından önem arz eden etkinlik kavramı Fama (1970) tarafından etkin piyasalar hipotezi adıyla ilk defa finans yazınına girmiştir. Etkin piyasalar hipotezi hisse senedi fiyatlarının mevcut bütün bilgiyi yansıttığı için rassal yürüyüş sergilediğini dolayısıyla da art arda yaşanan fiyat değişmelerinin (getiriler) bağımsız ve özdeş dağılıma sahip olması gerektiğini varsaymaktadır. Bu durum geçmiş fiyat hareketlerini kullanarak gelecekteki fiyatların öngörülemediğini ifade etmektedir. Bilginin fiyatlara yansımaları durumuna göre zayıf, yarı güçlü ve güçlü formda etkinlik olarak piyasalar üçe ayrılmaktadır. Zayıf formda bile etkinliğin sağlandığı piyasalarda, sistemli bir şekilde alım-satım yaparak piyasa üstü getiri elde etmek söz konusu olamaz.

Geleneksel finans yazınında yatırımcıların piyasaya ulaşan yeni bilgiye *doğrusal* şekilde tepki verdikleri belirtilmektedir. Bu varsayım yatırımcıların yeni bilgiyi eşanlı olarak değerlendirdiğini ve kümülatif olarak bekletmediğini ima etmektedir. Bir bütün olarak bakıldığında hisse senedi getirilerinin normal, özdeş ve bağımsız dağılması beklenmektedir. Ancak yeni paradigma yatırımcıların piyasaya ulaşan yeni bilgilere *doğrusal olmayan* tepkiler verdiğini ileri sürmektedir (Hiemstra ve Jones, 1994).

Doğrusal olmayan sistemlerin ana özelliği, önce oluşan koşullara duyarlılık göstermesi yani sınırsız hafızaya sahip olmasıdır. Eğer bir borsa serisinde uzun hafızadan kaynaklanan bir *süreklilik* mevcut ise günlük fiyat değişmeleri ile gelecekteki günlük fiyat değişmeleri arasında korelasyon var demektir. Aynı durum serinin haftalık frekanstaki hali içinde geçerlidir. Yani haftalık fiyat değişmeleri ile yine gelecekteki haftalık fiyat değişmeleri arasında korelasyon vardır. Bu olgu aylık ve yıllık frekanslar içinde şüphesiz geçerli olmaktadır (Skjeltorp, 2000).

Finansal getiri serilerinin uzun hafızaya sahip olması portföy seçimi bağlamında yatırım ufkunu etkilediği için önem arz etmektedir. Örneğin uzun hafızaya sahip bir borsada aynı zamanda ortalamaya dönüş eğilimi de söz konusu ise getiri hareketleri artma trendine geçtikten bir süre sonra tam ters yönde devam edecektir. Bununla beraber yatırımcılar sadece

Finansal Piyasalarda Uzun Dönemli Bağımlılık ve Etkin Piyasalar Hipotezi
getirinin işaretine bakarak karar vermezler. Getiri serilerinin karesi yada mutlak değeri de, elde edilmesi düşünülen getirinin miktarı ve oynaklığı hakkında bilgi vermesi bakımından yatırımcıların karar mekanizmasında etkili olmaktadır (Grau-Carles, 2000).

Bu makalenin amacı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin hem getiri hem de oynaklıklarındaki uzun hafıza özelliğini Hurst üssel katsayısı ve Trendten arındırılmış dalgalanma analizi (DFA) yöntemi aracılığıyla analiz etmektir. Çalışmanın yaygın literatüre katkısı ülkelerin gelişmişlik seviyesine göre borsa davranışlarına ait bilgiler sunmasıdır. Bununla beraber bu çalışma bizim bilgimize göre, Türkiye sermaye piyasasının uzun hafıza özelliğini Hurst ve DFA yönetimi ile karşılaştırmalı olarak inceleyen ilk çalışmadır. Çalışmanın bundan sonraki bölümleri literatür taraması, metodoloji, ampirik uygulama ve sonuç kısmı olarak sıralanmıştır.

1. LİTERATÜR

Borsa verilerini baz alıp geçmiş verileri kullanarak sürekli bir şekilde anormal getiri elde etmenin mümkün olmadığını ileri süren etkin piyasalar hipotezini geçersiz kılan nedenlerden biri getiri ve getirilerin karelerinde uzun hafıza özelliğinin bulunmasıdır (Ferreira ve Dionísio, 2016). Bu nedenle uzun hafıza özelliğine sahip borsalarda ekonometrik modellerin öngörü performansı diğer borsalara göre daha başarılı olmaktadır (Henry, 2002). Getiri serilerindeki otokorelasyonun kaynağının yeni haberlere finansal piyasaların gecikmeli olarak tepki vermesi sebep gösterilirse, serilerde uzun hafıza özelliğinin bulunması sürpriz sayılmamalıdır (Lo, 1991). Uzun hafıza özelliğini gösteren Hurst katsayısının borsalar için geleceğe dair beklentileri şimdiden gösteren bir korku endeksi olarak yorumlanabileceği Ukranya borsası bağlamında Caporale vd., (2016) tarafından gösterilmiştir. Li vd., (2016) ise uzun hafıza özelliği bulunan borsalarda işlem maliyetlerini arttırmanın arbitraja dayalı anormal getiri sağlamayı engellemediğini savunmuşlardır. Cajueiro vd., (2005) Brezilya borsasında işlem gören firmaların sermaye karlılığı, piyasa kapitalizasyonu ve borç özsermaye oranlarının Hurst katsayıları ile anlamlı ilişki içinde olduğunu tespit ederek, uzun hafıza özelliğinin söz konusu değişkenlerden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Wright (2001) çalışmasında gelişmekte olan ülkelerde uzun hafıza özelliğinin gelişmiş ülkelere göre daha fazla olmasının sebebini gelişmekte olan ülkelerdeki risk faktörlerinin sürekliliği olarak ifade etmiştir.

Dünya borsalarında uzun hafıza yapısı gerek yerli gerekse yabancı araştırmacılar tarafından birçok farklı yöntem ile analiz edilmiştir. Örneğin Opong vd., (1999) İngiltere borsasında etkinliği FTSE-ALL, FTSE-100, FTSE-250, FTSE-350 endekslerinde Hurst, BDS ve

Mercan Hatipoğlu-İbrahim Bozkurt

GARCH modelini kullanarak test etmişlerdir. Sonuç olarak İngiltere borsasındaki dört endekste, rassal yürüyüş modelinin öngördüğü çevrimler ve eğilimlerden daha fazla çevrimlerle karşılaşıldığı rapor edilmiştir. Yazarlar serilerin normal, bağımsız ve özdeş dağılımdan geldiği hipotezini İngiltere borsası için ret etmişlerdir. Lux (1996) Almanya borsasındaki dört endeksi günlük frekansta Hurst katsayısı yöntemi ile analiz etmiş ve sonuç olarak borsadaki uzun hafızanın daha çok oynaklık bazında gerçekleştiğini bulmuştur. Di Sario vd., (2008) Borsa İstanbul 'un getiri, mutlak getiri ve oynaklığın göstergesi olan getirilerinin karelerini 1998-2004 günlük frekansta analiz ederek Borsa İstanbul'un uzun hafızaya sahip olduğunu ispatlamışlardır. Cavalcante ve Assaf (2004) Brezilya borsasının oynaklığını R/S analizi ve FİGARCH modeli ile analiz etmişler ve sonuç olarak gelişmekte olan Brezilya borsasının diğer gelişmiş ülke borsaları ile benzer derecede uzun dönemli hafızaya sahip olduğunu bulmuşlardır. Rejichi ve Aloui (2012) Ortadoğu ve Kuzey Afrika borsalarının piyasa etkinliğine etki eden faktörlerin işlem maliyetleri ve piyasa kapitilizasyonu olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca çalışmada İsrail, Türkiye ve Mısır borsalarının regresyon analizi ile elde edilen Hurst üssel sayılarının benzerlik gösterdiği vurgulanmıştır. Cajueiro ve Tabak (2004) Çin borsasındaki A ve B tipi endekslerini, Singapur borsasını ve Hong Kong borsasını Hurst katsayısı yöntemini kullanarak analizi etmişlerdir. Sonuç olarak Hong Kong borsasının en etkin piyasa olduğunu ve kurumsal yatırımcıların işlem yaptığı Çin B endeksinin aynı ülkedeki S tipi endeksten daha az etkin olduğunu bulmuşlardır. Aygören (2008) 03/07/1987-28/09/2007 tarihleri arasındaki günlük getirileri kullanarak Borsa İstanbul için piyasa etkinliğini araştırmıştır. Dönüştürülmüş Genişlik yönteminin kullanıldığı çalışmada Hurst katsayısı 0,586 olarak hesaplanmış ve Borsa İstanbul'un etkin bir piyasa olmadığı sonucuna varılmıştır. Benzer bir sonucu Ural ve Demireli (2009) Hurst katsayısı modeli vasıtasıyla BİST Ulusal Tüm, BİST Ulusal 100 ve sektör endeksleri için elde etmişlerdir. Jiang ve Cai (2007) Japonya ve Çin borsalarının oynaklığını DFA yöntemi ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak oynaklığın yüksek olduğu dönemlerde piyasaların daha fazla etkin olduğunu bulmuşlardır. Bariviera vd., (2012) yedi Avrupa ülkesindeki sabit getirili menkul kıymet endekslerinin etkinliğini DFA analizini kullanarak araştırmışlardır. Çalışmada küresel krizin sabit getirili yerel bono endekslerindeki uzun hafızayı güçlendirirken, yabancı sabit getirili bono endekslerinde aynı özelliği zayıflattığı tespit edilmiştir. So (2000) Amerika finansal piyasalarında Geweke ve Porcher-Hudak parametrik testini kullanarak yaptığı araştırmada S&P 500 ve Dow Jones endekslerinde uzun hafıza özelliğine rastladığını belirtmiştir. Günay (2015) BİST fiyat ve işlem hacmi endekslerini

Finansal Piyasalarda Uzun Dönemli Bağımlılık ve Etkin Piyasalar Hipotezi

04.01.2000-19.03.2014 dönemi kapsamında dönüştürülmüş genişlik analizi, eğilimden arındırılmış dalgalanma analizi, kutu sayım, yarı-periyodogram ve variogram yöntemlerini kullanarak analiz etmiş ve sonuç olarak her iki endekste uzun hafızaya işaret eden fraktal bir yapıya rastlamamıştır.

2. METEDOLOJİ

Çalışmada borsaların uzun dönemli korelasyonlarını hesaplamak için Hurst Üssel Katsayısı ve Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma Analizi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Hurst üssel katsayısı yöntemi zaman serisinin gözlemlerinin kendi ortalamasından sapmalarını serinin standart sapması ile ölçeklendirerek belli aralıklar için hesaplanmasına dayanır (Horta vd., 2014).

Finansal getiri serilerinin ardışık gözlemlerini $\{r_1, r_2 \dots \dots, r_t\}$ olmak üzere, τ tahmin dönemi ve \bar{r}_t serinin ortalaması ise R/S istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır (Bariviera, 2011):

$$(R/S)_\tau = \frac{1}{s_\tau} [\max_{1 \leq t \leq \tau} \sum_{t=1}^{\tau} (r_t - \bar{r}_t) - \min_{1 \leq t \leq \tau} \sum_{t=1}^{\tau} (r_t - \bar{r}_t)] \quad (1)$$

Standart sapma s_τ ise şöyle hesaplanır:

$$s_\tau = \left[\frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} (r_t - \bar{r}_t)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Hurst katsayısı ise aşağıdaki gibi elde edilir:

$$(R/S)_\tau = (\tau/2)^H \quad (3)$$

Elde edilen hurst katsayısı , (H)=0.5 ise seride uzun dönemli bağımlılık yok anlamına gelmektedir. H<0.5 ise uzun dönemli bağımlılık vardır ancak sürekli değildir. H>0.5 ise seri hem uzun dönemli bağımlılığa ve sürekliliğe sahip olduğu anlamına gelir.

Ancak durağan olmama gibi durumlarda Hurst katsayısı sahte uzun dönemli otokorelasyonda dikkate alarak katsayının olduğundan fazla büyük çıkmasına neden olmaktadır. Bu sahte otokorelasyondan kurtulmak için Trendten arındırılmış dalgalanma analizi (DFA) yöntemi Peng (1994) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde bağımsız değişkenin kendi trendinden olan sapmalarının ortalaması ile katsayı elde edilir. Yöntem aşağıdaki gibi özetlenebilir (Grau-Carles, 2001):

$\{x_t\}$, $t=1, \dots, n$ olmak üzere bir zaman serisinin önce integrali alınır.

$$y(t') = \sum_{t=1}^{t'} x(t) \quad (4)$$

Mercan Hatipoğlu-İbrahim Bozkurt

Bu aşamadan sonra elde edilen yeni seri m gözlemlili aralıklara bölünür ve her bir aralık için hesaplanan en küçük kareler doğrusu bütün veriye uydurulur. Bu doğruda y ' nin koordinatı $y_m(t')$ ile gösterilir.

İntegrali alınmış ve trendten arındırılmış serideki sapmaların ortalamasının karekökü ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$F(m) = \sqrt{\frac{1}{t} \sum_{t'=1}^T [y(t') - y_m(t')]^2} \quad (5)$$

3. VERİ ve AMPİRİK UYGULAMA

Çalışmada ekonometrik analizi gerçekleştirmek için Amerika, İngiltere, Rusya ve Türkiye borsalarının günlük frekansta, 10.05.2013-12.05.2015 dönemi kapsamındaki verileri kullanılmıştır. Bütün veriler datastream veri tabanı aracılığıyla yerel para birimi cinsinden elde edilmiştir. Ampirik analizlere başlamadan önce tablo 1' de borsaların getiri ve oynaklıklarına ait tanımlayıcı istatistikler gösterilmiştir.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	S.Sapma	Çarpıklık	Basıklık	JB	Q(5)	LM(5)
(a) Getiri serileri (r)							
Amerika	0.000	0.007	-0.305	3.761	0.00	-0.036	0.00
İngiltere	0.000	0.007	-0.264	4.685	0.00	-0.022**	0.00
Türkiye	-0.000	0.016	-0.627	8.200	0.00	0.044	0.00
Rusya	0.000	0.013	-0.894	12.236	0.00	0.032	0.00
(b) Oynaklık serileri (r^2)							
Amerika	0.000	0.000	3.106	18.09	0.00	0.319*	0.22
İngiltere	0.000	0.000	4.001	23.11	0.00	0.011*	0.00
Türkiye	0.000	0.000	10.586	158.81	0.00	0.016***	0.96
Rusya	0.000	0.000	16.355	322.29	0.00	0.021***	0.98

Getiri istatistiklerine bakıldığında bütün borsaların normal dağılım sergilemediği görülmektedir. Ayrıca çarpıklık katsayıları borsaların ilgili dönemde yatırımcılara kazandırmaktan çok kaybettirdiklerini göstermektedir. Etkin piyasalar hipotezi ile çelişen otokorelasyon katsayısı ise sadece İngiltere borsası için anlamlı çıkmıştır. Oynaklık serileri incelendiğinde ise dikkat çeken nokta otokorelasyonun bütün borsalar için anlamlı bulunmasıdır. Bu durum oynaklık kümelenmesinden kaynaklanmaktadır.

Finansal Piyasalarda Uzun Dönemli Bağımlılık ve Etkin Piyasalar Hipotezi

Tablo 2: Birim Kök İstatistikleri

	ADF	%1	%5	%10	P değeri
Amerika	-22.8326	-2.5758	-1.9599	-1.6448	0.00
İngiltere	-22.3929	-2.5758	-1.9599	-1.6448	0.00
Türkiye	-24.126	-2.5758	-1.9599	-1.6448	0.00
Rusya	-22.6254	-2.5758	-1.9599	-1.6448	0.00

Dönüştürülmüş genişlik analizi ve eğilimden arındırılmış dalgalanma analizini gerçekleştirmek için gerekli olan borsa getiri serilerinin durağanlık koşulunu sağladığı tablo 2 de görülmektedir.

Tablo 3: Dönüştürülmüş Genişlik Analizi Sonuçları

	Hurst Katsayısı	Std. hata	t-istatistiği	P değeri
(a) Getiri serileri (r)				
Amerika	0.602	0.0264	22.7630	0.00
İngiltere	0.667	0.0204	32.5823	0.00
Türkiye	0.538	0.0227	23.7216	0.00
Rusya	0.499	0.0365	13.6516	0.00
(b) Oynaklık serileri (r ²)				
Amerika	0.733	0.02443	30.04077	0.00
İngiltere	0.781	0.0364	21.4234	0.00
Türkiye	0.662	0.0170	38.9411	0.00
Rusya	0.653	0.0164	39.6833	0.00

Dönüştürülmüş Genişlik (R/S) analizine göre borsalarda uzun hafıza özelliğinin olmaması diğer bir anlatımla piyasaların etkin olması H katsayısının 0.5 değeri alması ile mümkün olmaktadır. Bu referans değerinin altında ya da üstündeki değerler piyasaların etkin olmadığını göstermektedir.

Tablo 3 getiri serilerinde en fazla Rusya borsasının etkinliğe yakın olduğunu, diğer borsaların ise belirgin şekilde uzun dönemli hafızaya sahip olduğunu göstermektedir. Oynaklık serileri baz alındığında ise bütün borsaların uzun dönem bellekli olduğu belirgin şekilde görülmektedir.

Tablo 4 'te ise eğilimden arındırılmış dalgalanma analizine göre hesaplanan H katsayısına ilişkin bilgiler sunulmuştur. Tablo incelendiğinde ilk dikkat çeken nokta hesaplanan H katsayılarının önceki yöntemle göre önemli derecede düşük çıkmasıdır. Türkiye borsasının getirilerinin eğilimden arındırılmış dalgalanma analizi kapsamında rassal yürüyüş sergilediklerini söyleyebiliriz. Amerika ve İngiltere borsalarının H katsayısı dönüştürülmüş

Mercan Hatipoğlu-İbrahim Bozkurt

analiz yönteminde 0.5’den yüksek çıkarken, bu analizde 0.5’in altında bulunmuştur. Rusya borsasının H katsayısı ise her iki yönetime göre 0.5 civarında gerçekleşmiştir.

Tablo 4: Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma Analizi Sonuçları

	Hurst Katsayısı	Std. hata	t-istatistiği	P değeri
(a) Getiri serileri (r)				
Amerika	0.413	0.0179	23.0440	0.00
İngiltere	0.475	0.0172	7.6352	0.00
Türkiye	0.501	0.0125	39.8452	0.00
Rusya	0.513	0.0132	38.8116	0.00
(b) Oynaklık serileri (r ²)				
Amerika	0.700	0.0154	45.3127	0.00
İngiltere	0.706	0.0222	31.7849	0.00
Türkiye	0.666	0.0304	21.8478	0.00
Rusya	0.637	0.0397	16.0440	0.00

Oynaklık serileri baz alındığında, eğilimden arındırılmış dalgalanma analizi yöntemine göre de H katsayıları 0.5 ‘den epeyce yüksek bulunmuştur. Bu durum hem gelişmekte olan hem de gelişen borsalarda oynaklığın uzun hafızaya sahip olduğunu diğer bir anlatımla borsalara gelen şokların kalıcı olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Ektin piyasalarda, piyasa üstü getiri elde mümkün değil iken, etkin olmayan piyasalarda sürekli alım-satım işlemi yaparak ya da al-tut stratejisi ile piyasa üstü getiri elde etmek olanaklı hale gelmektedir. Bu çalışmada Dönüştürülmüş Genişlik ve Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma analizi yöntemine göre gelişen ve gelişmiş olan ülke borsalarının getiri ve oynaklıklarında uzun dönemli hafıza özelliği test edilmiştir. Sonuç olarak Türkiye ve Rusya borsalarının rassal yürüşe benzer bir dağılım sergilediği bulunmuştur. Bununla beraber bütün borsalarda uzun hafıza özelliğinin oynaklık serilerinde daha belirgin şekilde ortaya çıkması söz konusu ülkelerin türev piyasalarında işlem yaparak piyasa üstü getiri kazanmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Aygören, H. (2008) “İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının Fractal Analizi”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1).
- Bariviera, A. F. (2011). “The Influence of Liquidity on Informational Efficiency: The Case of the Thai Stock Market”. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(23), 4426-4432.

Finansal Piyasalarda Uzun Dönemli Bağımlılık ve Etkin Piyasalar Hipotezi

- Bariviera, A. F., Guercio, M. B., Martinez, L. B. (2012). "A Comparative Analysis of the Informational Efficiency of the Fixed Income Market in Seven European Countries". *Economics Letters*, 116(3), 426-428.
- Cajueiro, D. ve Tabak, B. M. (2004). "Evidence of Long Range Dependence in Asian Equity Markets: The Role of Liquidity and Market Restrictions". *Physica A: Statistical Mechanics And Its Applications*, 342(3), 656-664.
- Cajueiro, D. O., & Tabak, B. M. (2005). Possible causes of long-range dependence in the Brazilian stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 345(3), 635-645.
- Cavalcante, J. ve Assaf, A. (2004). "Long Range Dependence in the Returns and Volatility Of the Brazilian Stock Market". *European Review of Economics and Finance*, 3(5), 22.
- Caporale, G. M., Gil-Alana, L., Plastun, A., & Makarenko, I. (2016). Long memory in the Ukrainian stock market and financial crises. *Journal of Economics and Finance*, 40(2), 235-257.
- Disario, R., Saraoglu, H., McCarthy, J. Li, H. (2008). "Long Memory In The Volatility Of An Emerging Equity Market: The Case Of Turkey". *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 18(4), 305-312.
- Fama, E. F. (1970). "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work". *The Journal Of Finance*, 25(2), 383-417.
- Ferreira, P., & Dionísio, A. (2016). How long is the memory of the US stock market?. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 451, 502-506.
- Grau-Carles, P. (2000). "Empirical Evidence of Long-Range Correlations in Stock Returns". *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 287(3), 396-404.
- Grau-Carles, P. (2001). "Long-Range Power-Law Correlations in Stock Returns". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 299(3), 521-527.
- Günay, S. (2015). "Bist100 Endeksi Fiyat ve İşlem Hacminin Fraktallık Analizi". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16(1), 35-50.
- Hiemstra, C., & Jones, J. D. (1994). Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price-volume relation. *The Journal of Finance*, 49(5), 1639-1664.
- Henry, O. T. (2002). Long memory in stock returns: some international evidence. *Applied Financial Economics*, 12(10), 725-729.
- Horta, P., Lagoa, S., Martins, L. (2014). "The Impact of the 2008 and 2010 Financial Crises on the Hurst Exponents of International Stock Markets: Implications for Efficiency and Contagion". *International Review Of Financial Analysis*, 35, 140-153.
- Jiang, J., Ma, K., Cai, X. (2007). "Non-Linear Characteristics And Long-Range Correlations In Asian Stock Markets". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 378(2), 399-407.
- Li, D., Nishimura, Y., & Men, M. (2016). The long memory and the transaction cost in financial markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 442, 312-320.
- Lo, A. W. (1991). Long-Term Memory in Stock Market Prices. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1279-1313.
- Lux, T. (1996). "Long-Term Stochastic Dependence in Financial Prices: Evidence From The

Mercan Hatipoğlu-İbrahim Bozkurt

German Stock Market”. *Applied Economics Letters*, 3(11), 701-706.

- Mookerjee, R. Ve Yu, Q. (1999). “An Empirical Analysis of the Equity Markets in China”. *Review Of Financial Economics*, 8(1), 41-60.
- Opong, K. K., Mulholland, G., Fox, A. F., Farahmand, K. (1999). “The Behaviour of Some UK Equity Indices: An Application of Hurst and BDS Tests”. *Journal Of Empirical Finance*, 6(3), 267-282.
- Peng, C.K., Buldyrev, S.V., Havlin, S., Simons, M., Stanley, H.E., Goldberger, A.L., (1994). “Mosaic Organization Of DNA Nucleotides”. *Physical Review*, 49(2), 1685–1689.
- Rejichi, I. Z. ve Aloui, C. (2012). “Hurst Exponent Behavior and Assessment of the MENA Stock Markets Efficiency”. *Research in International Business and Finance*, 26(3), 353-370.
- Skjeltorp, J. A. (2000). “Scaling in the Norwegian Stock Market”. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 283(3), 486-528.
- So, M. K. (2000). “Long-Term Memory in Stock Market Volatility”. *Applied Financial Economics*, 10(5), 519-524.
- Ural, M. ve Demireli, E. (2009). “Hurst Üstel Katsayısı Aracılığıyla Fraktal Yapı Analizi ve İMKB’de Bir Uygulama”. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 243-257.
- Wright, J.H., (2001). Long memory in emerging market stock returns. *Emerging Markets Quarterly* 5, 50–55.