

DOĞRUSAL OLMAYAN BİRİM KÖK TESTİ İLE BIST 100 ENDEKSİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Deniz İLALAN
Çankaya Üniversitesi, İİBF, (denizilalan@cankaya.edu.tr)

ÖZET

Bu çalışmada Borsa İstanbul 100 endeksinin etkinliği sınanmaktadır. En sık kullanılan doğrusal ve yapısal kırılmalı birim kök testleri elimizdeki zaman serisinin durağan olmadığını yani başka bir deyişle birim kökün varlığını desteklerken Kapatenarios, Snell ve Shin'in geliştirmiş olduğu doğrusal olmayan birim kök testi ise bunun aksini iddia etmektedir. Bu bağlamda belirli dönemlerde doğrusal olmayan bir yapının varlığı söz konusudur. Bu bulgu araştırmacı açısından veride gereksiz yere fark alınmasının önüne geçeceği gibi yatırımcı açısından da endeksin hareketini analiz etmede faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Borsa Endeksi, Birim Kök, Doğrusal Olmayan Trend.

AN EMPIRICAL STUDY OF BIST 100 INDEX WITH NON LINEAR UNIT ROOT TESTING

ABSTRACT

This study examines the efficiency of Borsa Istanbul 100 stock exchange index. For the time series in question, although the most widely used linear and structural break tests detects non-stationarity, in other words, presence of unit root, the non-linear unit root test developed by Kapatenarios, Snell and Shin claims the opposite. In that regard, for certain periods there exists a non-linear trend formation. This finding not only precludes supirious differencing for the researcher but also is beneficial for investors while analysing the movement of the stock index.

Keywords: Stock Index, Unit Root, Nonlinear Trend.

1. Giriş

Finansal piyasaların etkinliği konusu birçok yönüyle literatürde oldukça geniş bir yer tutmuştur. Fama (1965) tarafından öne sürülen bu argümana göre finansal piyasaların hareketleri önceden bilinemez olup rassaldır. Sharpe vd., (1999) etkin bir piyasada şans faktörü dışında aşırı miktarda karlar elde edilemeyeceğinden bahsetmiştir. Jones & Netter (2008) piyasalara olan bilgi akışının rassal olduğunu ve bu bağlamda piyasaların da rassal yürüyüş sergilediğini savunmaktadır. Peters (1994) ile Mandelbrot & Hudson'un (2004) çalışmalarında ise piyasaların genelde uzun dönemde etkin olduğu belirtilse de özellikle kısa dönemlerde bunun aksi savunulmakta ve piyasaların fraktal bir yapıda hareket ettiği söylenmektedir.

Bir piyasanın belirli bir dönemde etkin olup olmadığını incelemek için birim kök testlerine başvurulmaktadır. Birim kök testleri aslında bir nevi sisteme gelen şokların nötr hale gelmesi ve dolayısıyla eldeki zaman serisinin belirli bir ortalamaya geri dönen süreç olması ile eşdeğerdir (Kim & Park, 2013). Hisse senedi fiyatlarının belirli bir uzun dönem ortalamaya döndüğüne dair pek çok bulgu ve çalışma mevcuttur (bakınız örneğin Bali vd., 2008, Spierdijk vd., 2012, Wang vd., 2015).

Literatürde en sık karşılaşılan birim kök testi Dickey & Fuller (1979,1981) tarafından bulunan doğrusal birim kök testidir (ADF). Uygulaması son derece kolay olmakla birlikte ADF testi yapısal kırılmaları ve doğrusal olmayan trendleri yakalayamamaktadır. Bunun sonucunda verinin durağan olmadığı öne sürülmekte ve seri fark alma yöntemi ile durağanlaştırılmaktadır. Ancak Brooks (2014)'un belirttiği üzere bu işlem değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkiler hakkındaki bilginin kaybolmasına yol açmaktadır.

Perron (1989) bazı zaman serilerinin birim kökle karakterize edilemeyeceğini, zaman boyunca meydana gelen önemli yapısal değişimlerin dikkate alınması durumunda bu serilerin durağan olarak bulunabileceğini öne sürmüş ve yapısal değişimin tarihinin bilindiği varsayımı altında, bu kırılmanın modele dahil edildiği bir birim kök testi geliştirmiştir. Bu teste kırılma noktasının bilindiği varsayımı nedeniyle birçok eleştiri getirilmiştir. Zivot & Andrews (1992), Perron testindeki kırılmanın dışsal olarak bilindiği varsayımını eleştirerek, kırılma noktasının içsel olarak tahmin edildiği Zivot-Andrews (ZA) birim kök testini geliştirmişlerdir.

Kapatenios vd., (2003) ise serinin belli bir noktada bir başka faza evrilmesini üstel terimli bir yumuşak geçiş fonksiyonu ile modellemek suretiyle doğrusal olmayan bir birim kök testi geliştirmişlerdir (KSS). ADF, Perron ve ZA testlerinin birim kökün varlığını reddedemediği durumlarda zaman zaman bu test durağanlık sonucu vermektedir. Bu da gereksiz fark almanın ve dolayısıyla bilgi kaybının önüne geçmekte ve yatırımcılara da ışık tutmaktadır.

Yakın geçmişte hisse senedi piyasalarında yumuşak geçişin varlığına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (bakınız McMillan (2004), Steeley (2005), Chen vd. (2016)). Ayrıca Gozbası vd. (2014) Borsa İstanbul endeksinde doğrusal olmayan yapılar saptamışlardır.

Bu çalışma BIST 100 endeksinin 10 yıllık hareketi üzerine odaklanmaktadır. Her ne kadar bu veri özelinde ADF, Perron ve ZA testleri birim kökün varlığını reddedemeseler de KSS testi bunun aksine işaret etmektedir. Bu bağlamda ilgili zaman diliminde BIST 100 endeksinin durağan yani etkin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çalışma şu bölümlerden oluşmaktadır. 2. kısımda ADF, Perron, ZA ve KSS testleri özetlenmiştir. 3. Bölüm BIST 100 endeksinin durağanlığı bahsettiğimiz birim kök testleri ile sınıanmıştır. 4. ve son bölüm ise makalenin sonuç kısmıdır.

2. Doğrusal, Yapısal Kırılmalı ve Yumuşak Geçişli Birim Kök Testleri

ADF testi en basit şekliyle y_t biçimindeki bir zaman serisinde

$$y_t = \beta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

eşitliğinin her iki tarafından y_{t-1} çıkarılmak suretiyle (2) eşitliği elde edilmektedir.

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Tablo 1 de ADF testinin asimtotik kritik değerleri listelenmiştir. Bu konuda detaylı bilgi ve hesaplamalar Patterson (2010)'da bulunabilir.

Tablo 1: ADF Birim Kök Testinin Kritik Değerleri

Anlamlılık yüzdesi	Yalın	Sabitli	Sabit ve Trendli
1	-2.58	-3.43	-3.96
5	-1.95	-2.86	-3.41
10	-1.61	-2.57	-3.12

Eğer veride bir yapısal kırılma söz konusu ise literatürde sıklıkla Perron (1989) ve Zivot-Andrews (1992) testlerine başvurulduğu görülecektir. Bu testlerin kritik değerleri Tablo 2 ve 3 te verilmektedir.

Tablo 2: Perron Birim Kök Testinin Kritik Değerleri

Anlamlılık yüzdesi	Sabitli	Trendli	Sabit ve Trendli
1	-5.92	-4.48	-6.32
5	-5.23	-4.83	-5.59
10	-4.92	-5.45	-5.29

Tablo 3: ZA Birim Kök Testinin Kritik Değerleri

Anlamlılık yüzdesi	Sabitli	Trendli	Sabit ve Trendli
1	-5.34	-4.80	-5.57
5	-4.93	-4.42	-5.08
10	-4.58	-4.11	-4.82

Kapatenios vd. tarafından geliştirilmiş doğrusal olmayan birim kök testi eldeki zaman serisinde yumuşak bir geçiş ile rejim değişikliği olup olmadığını sınımlamaktadır. Bu bağlamda yumuşak geçişi temsil edebilmek adına

$$y_t = \beta y_{t-1} + \gamma y_{t-1} \Theta(\theta; y_{t-d}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Theta(\theta; y_{t-d}) = 1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2) \quad (4)$$

denklemleri kullanılmaktadır. (4) eşitliğindeki yumuşak geçiş fonksiyonunun sıfır civarındaki Taylor serisinin ilk terimi alınmak suretiyle (5) eşitliğindeki doğrusal regresyon denklemi elde edilmektedir.

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + \text{hata terimi} \quad (5)$$

Bu durumda $\delta = 0$ ve karşıt olarak $\delta < 0$ 'a dair elde edilen t istatistiğinin dağılımı (6) da ifade edildiği gibi olmaktadır.

$$t \stackrel{d}{\Rightarrow} \frac{\left\{ \frac{1}{4} B(1)^4 - \frac{3}{2} \int_0^1 B(r)^2 dr \right\}}{\sqrt{\int_0^1 B(r)^6 dr}} \quad (6)$$

Burada sabitli ve sabitli ve trendli seçenekler için $B(r)$, (7) ve (8) deki eşitliklerle değiştirilmelidir:

$$B(r)_\mu = B(r) - \int_0^1 B(s) ds \quad (7)$$

$$B(r)_\beta = B(r) - (6r - 4) \int_0^1 B(s) ds - (12r - 6) \int_0^1 s B(s) ds \quad (8)$$

KSS testinin kritik değerleri tablo 4 te belirtilmiştir.

Tablo 4: KSS Birim Kök Testinin Kritik Değerleri

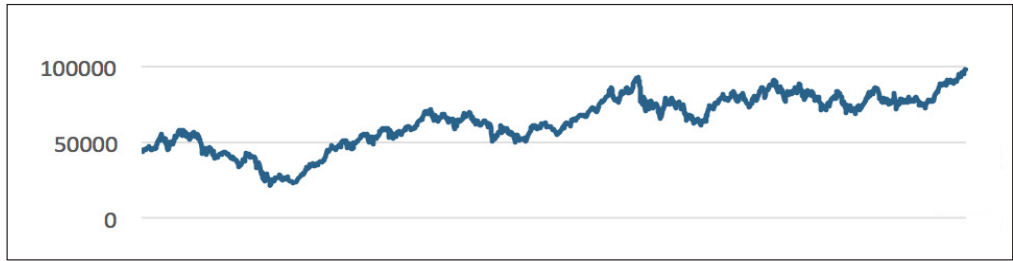
Anlamlılık yüzdesi	Yalın	Sabitli	Sabit ve Trendli
1	-2.81	-3.47	-3.91
5	-2.23	-2.91	-3.38
10	-1.94	-2.63	-3.13

3. BIST 100 Endeksinin 2007-2017 Tarihleri Arasındaki Özeti

2008 dünya finansal krizi ile BIST 100 endeksi keskin bir düşüş ile 55.000'li seviyelerden 25.000'li seviyelere kadar gerilemiştir. Ancak Fed'in parasal genişlemeci politikalarının etkisi ile tüm gelişmekteki borsalara olan fon akışından Türkiye'de nasibini almış ve BIST 100 yaklaşık bandında hareketini sürdüren endeks, 2012 de ivme kazanmış, özellikle kredi kuruluşlarının not artırımına gideceği beklentisi ile Türkiye'ye olan ilgisi sonusunda Mayıs 2013 te 93.000'li seviyeler test edilmiştir.

Ben Bernanke'nin meşhur 22 Mayıs 2013 konuşması ile parasal genişlemenin sonuna gelinmesi ve bunu izleyen bir dizi olumsuz olay sonucunda endeks kademeli olarak yaklaşık 1 yıl sonunda 62.000'li seviyelerde dip yapmıştır. 2014 başından 2017 Mayıs ayına kadar Türkiye'de ve dünyada pek çok olumlu ve olumsuz gelişmeler olmuş ve endeks bunlardan doğal olarak etkilenmiştir. Ancak dikkatle incelenecek olursa endeksin söz konusu tarihler arasında 70.000-90.000 gibi görece dar bir bantta hareketini sürdürdüğü görülebilecektir. Mayıs 2007-Mayıs 2017 tarihleri arasındaki on yıllık periyotta iki farklı evre göze çarpmaktadır. Bunlardan ilki 2010-2012 yılları arasındaki 50.000-70.000 bandı, ikincisi ise kabaca 2014 ortasından 2017 Mart'ına kadar olan süredeki 75.000-90.000 bandıdır. Bu durum doğrusal bir trendden ziyade bizi yumuşak geçiş ile modellenebilecek doğrusal olmayan bir trendin varlığını araştırmaya imtiştir. Bahsetmiş olduğumuz zaman dilimi şekil 1 de gösterilmektedir.

Şekil 1: Mayıs 2007-Mayıs 2017 Tarihleri Arasındaki BIST 100 Endeksi



Ancak burada bahsettiğimiz kırılmanın yapısal mı yoksa yumuşak geçiş mi olduğu ayrıca sınanmalıdır. Bu bağlamda Zivot-Andrews & Perron yapısal kırılma testlerinin uygulanması suretiyle bu konu daha detaylı anlaşılabilir.

Bu bağlamda doğrusal testler ve yapısal kırılma testleri seride birim kökün varlığına işaret ediyorsa yumuşak geçişin araştırılması için makul bir şüphenin varlığından söz edilebilir zira çalışmadaki verilerde belirgin bir sıçrama göze çarpmaktadır.

4. Birim Kök Testi Sonuçları

Tablo 5 ve 6'da sırasıyla Mayıs 2008 - Mayıs 2017 (9 yıl) ve Mayıs 2007-Mayıs 2017 (10 yıl) tarihleri arasındaki BIST 100 günlük kapanış verileri için uygulanmış ADF, Perron, ZA ve KSS testlerinin sonuçları sıralanmaktadır.

Tablo 5: Mayıs 2008 - Mayıs 2017 Tarihlerine Ait Birim Kök Testi Sonuçları

Test / t istatistiği	Yalın	Sabitli	Sabit ve Trendli
ADF	0.8686	-0.9956	-2.6732
KSS	0.3070	-1.3258	-3.2810*
	Sabit	Trend	Sabit ve Trend
Perron	-3.6892	-3.7634	-3.9546
ZA	-3.9528	-3.7221	-3.7461

***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 6: Mayıs 2007-Mayıs 2017 Tarihlerine Ait Birim Kök Testi Sonuçları

Test / t istatistiği	Yalın	Sabitli	Sabit ve Trendli
ADF	0.7851	-0.9529	-2.7196
KSS	0.2499	-1.1922	-3.2585*
	Sabit	Trend	Sabit ve Trend
Perron	-3.3395	-3.0788	-4.4312
ZA	-3.1966	-3.4195	-4.3028

***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Her iki veride de ADF, Perron ve ZA testleri boş hipotez olan birim kökün varlığının reddedemeyen KSS testi %10'luk güven aralığında serinin durağan olduğuna işaret etmektedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada BIST 100 endeksinin 9 ve 10 yıllık hareketi incelenmiştir. ADF testi birim kökün varlığı olan boş hipotezi son derece yüksek bir olasılıkla reddemediğinden yapısal bir kırılma olup olmadığının araştırılması gereği doğmuştur. Buna ilişkin Perron ve ZA testleri uygulanmış ancak yapısal kırılmanın varlığına rastlanmamıştır. Bu bulgular çalışmamızı bir aşama daha ileri götürmek suretiyle bizi yumuşak geçişin varlığını araştırmaya yöneltmiştir. Söz konusu geçişi test edebilmek adına KSS birim kök testi uygulanmış ve yumuşak bir geçişin varlığı saptanmıştır.

Varılan sonuç doğrusal ve yapısal kırılmalı birim kök testlerinin yanı sıra doğrusal olmayan birim kök testleri ile borsa verilerinin incelenmesi daha sağlıklı olduğu yönündedir. Bu araştırmacı açısından veride gereksiz yere fark alınmasının önüne geçeceği gibi yatırımcı açısından da endeksin hareketini analiz etmede fayda sağlayacaktır.

Kaynakça

- Bali, T.G. Demirtas, K.O., & Levy, H. (2008). Nonlinear mean reversion in stock prices. *Journal of Banking and Finance*, 32, 767-782.
- Brooks, C. (2014). *Introductory econometrics for finance 3rd edition*. Cambridge University Press.
- Chen, S., Hsu, C., & Xie, Z.(2016). Are there periodically collapsing bubbles in the stock markets? New international evidence. *Economic Modelling* 52(B), January 442-451.
- Dickey, D.A., & Fuller, W.A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74 (366), 427-431.
- Dickey, D.A., & Fuller, W.A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49 (4), 1057-1072.
- Fama, E. (1965). The behavior of stock market prices. *The Journal of Business*, 38 (1), 34-105.
- Gozbasi, O., Kucukkaplan, I., & Nazlioglu, S. (2014). Re-examining the Turkish stock market efficiency: Evidence from nonlinear unit root tests. *Economic Modelling*, 38, 381-384.

- Jones, S.L., & Netter, J. M.(2008). *Efficient capital markets*. The Concise Encyclopedia of Economics.
- Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework. *Journal of Econometrics*, 112, 359–379.
- Kim, J., & Park, J. Y. (2013). *Mean reversion and unit root properties of diffusion models*. Working paper, Indiana University.
- McMillan, D.G. (2004). Non-linear predictability of short-run deviations in UK stock market returns, *Economic Letters*, 84, 149–154.
- Mandelbrot, B., & Hudson, R., (2004). *The misbehavior of markets*. Basic Books.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis, *econometrica*, 57 (6), 1361-1401.
- Patterson, K. (2010). *A primer for unit root testing*. Palgrave Macmillan.
- Peters, E. (1994). *Fractal market analysis*. John Wiley & Sons Inc.
- Sharpe, W. F., Alexander, G. J., & Bailey, J. V. (1999). *Investments*. Prentice Hall, U.S.A.
- Spierdijk, L., Bikker, J.A., & Hoekd, P., (2012). Mean reversion in international stock markets: An empirical analysis of the 20th century. *Journal of International Money and Finance*, 31 (2), 228-249.
- Steeley, P.L.C. (2005). Modeling equity market integration using smooth transition analysis: A study of Eastern European stock markets. *Journal of International Money and Finance*, 24 (5), 818-831.
- Wang, J., Zhang, D., & Zhang, J. (2015). Mean reversion in stock prices of seven Asian stock markets: Unit root test and stationary test with Fourier functions. *International Review of Economics & Finance*, 37 (C), 157-164.
- Zivot, E., & Andrews, D. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10 (3), 251-270.

