

DURAĞANLIĞIN BELİRLENMESİNDE KPSS VE ADF TESTLERİ : İMKB ULUSAL-100 ENDEKSİ İLE BİR UYGULAMA

Yrd. Doç. Dr. Nilgün ÇİL YAVUZ*

Özet

Uygulamalı iktisatta, modelin başarısı için iktisadi zaman serilerinin durağanlık testi önemli bir konu olmuştur. Çünkü iktisat ve finans alanındaki zaman serisi analizlerinin çoğu durağanlık hipotezine dayanmaktadır. Bu çalışmada durağanlık temel hipotezi için en yaygın test olan KPSS testi sunulmuştur. İMKB ulusal-100 endeksinin rassal yürüyüş süreci takip edip etmediğini veya durağan olup olmadığını belirlemek için hem KPSS hem de ADF testi kullanılmıştır. Uygulanan testlere göre Ulusal-100 endeksi durağan değildir. Serinin ilk farkının durağan olduğu $I(1)$, diğer bir deyişle birim kökü olduğu anlaşılmıştır.

Abstract

Testing stationary of economic time series has become an important issue for achievement of the model in empirical economics. Because most of time series analysis in economics and finance are based on the stationarity hypothesis. In this paper we present the most common test for the null hypothesis of stationary that is KPSS test. Both the KPSS test and the ADF test are employed to determine whether ISE National-100 index follow a random walk process or it is stationary. According to applied tests, the National -100 index is nonstationary. It is understood that the first difference of the series is $I(1)$, i.e. the series has a unit root.

* İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü

1. Giriş

Uygulamalı ekonometrik çalışmalarda kullanılan klasik tahmin metodları, verilerin durağan, diğer bir ifade ile ortalama ve varyanslarının zamandan bağımsız olduğu varsayımına dayanmaktadır. Durağanlık özelliği, özellikle 1980 yılı sonrası çalışmalarda yoğun bir şekilde ele alınmakla birlikte, serilerin durağanlık özelliğine ve durağan olmayan serilerin kullanıldığı modellerin anlamsız olduğuna ilk kez Yule (1926) değinmiştir (Kutlar, 2002: 3).

Makro ekonomik verilerin çoğunun gerçek ve nominal değerleri zaman içinde arttığından, serilerin ortalama ve varyansları sabit kalmamaktadır. Zaman serisi analizindeki hızlı gelişme ile birlikte, verilerin durağan olmaması ve sonuçları üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Dickey - Fuller'in (1979,1981) parametrik birim kök testleri DF ve ADF ile Phillips - Perron'un (1988) nonparametrik birim kök testi PP durağanlığın tespitinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu testler aracılığı ile zaman serisinin durağan olup olmadığı, eğer düzey değeri ile durağan değilse, kaç kez fark alındığında durağanlaştığı tespit edilebilmektedir. Birim kök üzerine yapılan çalışmalar aynı zamanda, durağan olmayan değişkenlerin yer aldığı regresyon modellerinde, değişkenler eşbütünleşik (cointegrated) olmadıkları sürece kalıntıların durağan olmayacağını göstermiştir. Böylece klasik tahmin yöntemleri (örneğin en küçük kareler) hatalı sonuçlar verecek ve sahte regresyona (spurious regression) neden olacaktır. Sahte regresyon modelinden hesaplanan istatistikler gerçeği yansıtmadığından, geleneksel hipotez testleri de eğilimli olacaktır. Engel ve Granger (1987) değişkenler arasında eş bütünleşme analizinden önce, değişkenlerin durağanlık derecesinin saptanması gerektiğini ileri sürmüşler ve birim kökün tespitinde, uygulamalarda da yaygın kullanımı olan, ADF testini kullanmışlardır.

Zaman serilerinin stokastik özelliklerini, birim kök testleri yanısıra durağanlık testleriyle de test etmek mümkündür. Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin(1992)'in durağanlığın tespiti amacıyla geliştirdikleri test, literatüre KPSS olarak geçmiştir.

Bu çalışmadaki amaç, ekonometrik analiz yöntemlerinin kullanıldığı iktisat alanında yapılan çalışmalar için durağanlığın tespitinde kullanılmak üzere, KPSS testini tanıtmak ve bir uygulama aracılığıyla KPSS ile ADF birim kök test sonuçlarını karşılaştırmaktır. Uygulama için İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal-100 endeksi kullanılmıştır.

2. Durağanlık Kavramı

Zaman serisinin ortalaması ve varyansı zamandan bağımsız ise, seri durağan bir zaman serisidir. Zaman serisi (stokastik süreç) y_t , $t=1,2,\dots$ ve $t=0,-1,-2,\dots$ için tanımlanmıştır. Aşağıdaki şartlar gerçekleşirse, y_t zayıf durağan (covariance stationary) olarak nitelendirilir.

$$E(y_t) = 0 \quad (2.1)$$

$$E[(y_t - \mu)] = \text{var}(y_t) = \sigma^2 \quad (2.2)$$

$$E[(y_t - \mu)(y_{t-\tau} - \mu)] = \text{cov}(y_t, y_{t-\tau}) = \gamma(\tau), \quad \tau = 1,2,\dots \quad (2.3)$$

Eşitlik (2.1) ve (2.2) stokastik sürecin ortalama ve varyansının sabit olduğunu göstermektedir. Eşitlik (2.3) göre ise serinin herhengi iki değeri arasındaki kovaryans belli bir zaman noktasına (t) değil, sadece iki değer (τ) arasındaki zaman aralığına bağlıdır (Holden&Perman,1994: 49). Buna göre üç unsur -ortalama, varyans, kovaryans- stokastik sürecin zamanın fonksiyonu olup olmadığını gösterir. Regresyon modelinin tahminindeki amaç anlamlı öngöründe bulunmak ise, bu ancak stokastik sürecin zaman boyunca sabit (durağan) olması ile mümkündür.

3. KPSS Durağanlık Testi.

ADF testi temel hipotezinde, serinin durağan olduğu alternatif hipotezine karşı, birim kökü olduğu ileri sürülmektedir. Ancak son yıllarda Dejong (ve diğ., 1992)'un da içinde olduğu bazı yazarlar tarafından, temel ve alternatif hipotez arasındaki ayırma Dickey-Fuller birim kök testlerinin gücünün zayıf olduğunu gösteren deliller sunulmuştur. Bu çalışmalarda zaman serisi verilerinin durağanlığının tespiti için, birim kök alternatif hipotezine karşı durağanlık temel hipotezi biçimindeki testlerin daha uygun olduğu ileri sürülmektedir (Sukar&Hassan, 2001: 114).

Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (1992,159-179) serinin durağan olmadığı alternatif hipotezine karşın, durağan olduğu temel hipotezinin testi için Lagrange Multiplier (LM) istatistiğini önermişlerdir. Kwiatkowski (ve diğ.)'e göre birim kök ve durağanlık testleri birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Literatüre KPSS olarak geçen durağanlık testi, aşağıdaki gibi lineer bir regresyon modelinden hareket eder.

$$y_t = r_t + \beta t + \varepsilon_t \quad t= 1, \dots, T \quad (3.1)$$

Modeldeki otonom parametre r_t rassal yürüyüş süreci özelliğindedir.

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad (3.2)$$

(3.1) no'lu denklemdeki $\{y_t\}_{t=1}^T$ gözlemlenmiş seri, βt deterministik trend, $\{\varepsilon_t\}_{t=1}^T$ durağan hata terimini göstermektedir. y_t trend durağan ($I(0)$) ise, modelin testi için rassal yürüyüş denklemi önem arz etmektedir. Denklemdeki u_t değişkeni, sıfır ortalama [$E(u_t) = 0$] ve sabit varyans [$E(u_t^2) = \sigma_u^2$] ile normal dağılıma [$u_t \sim ND(0, \sigma_u^2)$] sahiptir. ε_t ve u_t arasında korrelasyon yoktur. Temel hipoteze göre stokastik süreç (y_t), sabit etrafında ($\beta = 0$) durağan veya trend durağandır ($\beta \neq 0$).

y_t 'nin düzey durağan durum için sabit (r_t), trend durağan durum için ise trend (t) ve sabit (r_t) üzerine regresyonundan en küçük kareler kalıntıları e_t ile gösterilirse, kalıntıların kısmi toplamları

$$S_t = \sum_{i=1}^t e_i \quad (3.3)$$

hesaplanır. ε_t 'nin uzun dönem varyansı ise aşağıdaki gibidir.

$$\sigma^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E(S_T^2) \quad (3.4)$$

Lagrange Multiplier testi:

$$LM = \sum_{t=1}^T \frac{S_t^2}{\sigma^2} \quad (3.5)$$

olup, KPSS test istatistiğinde kullanılan $s^2(l)$, ε_t uzun dönem varyansının Newey-West (1987: 704) tahmincisidir. $s^2(l)$, σ^2 'nin kalıntılar için düzenlenmiş şekli olup, aynı zamanda σ^2 'nin tutarlı tahminidir. KPSS testinde

$s^2(l)$ 'nin pozitif olmasını garantileyen, Barlett Kernel tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

$$s^2(l) = T^{-1} \sum_{t=1}^T e_t^2 + 2T^{-1} \sum_{s=1}^l w(s,l) \sum_{t=s+1}^T e_t e_{t-s} \quad (3.6)$$

Yukarıdaki denklemden $w(s,l)$ zorunlu olmayan ağırlık fonksiyonu olup, $[1-s/(l+1)]$ 'a eşittir. l ise gecikme parametresidir (lag truncation parameter) ve $T \rightarrow \infty$ iken, $l \rightarrow \infty$ olacaktır. l 'nin değeri $x = 4,12$ için $\text{int}[x(T/100)^{1/4}]$ ile hesaplanabilmektedir (Schwert,1989:147). Testin değeri gecikme parametresinin değerine bağlıdır. Kwiatkowski (ve diğ.), l 'nin en fazla 8 kullanılmasını önermişlerdir. Farklı çalışmalarda her iki şekilde kullanımına rastlamak mümkündür. Castro, Fanals ve Caralt (2002:253-254), KPSS'nin uygulamasında $\text{int}[x(T/100)^{1/4}]$ denkleminde hesapladıkları gecikme parametrelerini kullanırlarken, Bahmani-Oskooee (1998: 342) uygulamasında l 'yi 0,1,... 8 olarak almıştır.

Gecikme parametresinin doğru tespit edilmesi, otokorelasyon açısından da önemlidir. Kalıntılar bağımsız ve aynı dağılıma sahip iseler, l 'nin sıfır alınması uygun olacaktır (Rothman,1997:773). (3.6) no'lu denklemden de görüldüğü üzere, $l=0$ ise denklemin sağ tarafının ikinci terimi sıfır olacak ve ortadan kalkacaktır.

Böylece KPSS test istatistiği:

$$\hat{\eta} = T^{-2} \sum_{t=1}^T \frac{S_t^2}{s^2(l)} \quad (3.6)$$

şeklinde gösterilir. $\hat{\eta}$ normal dağılım göstermez. Kwiatkowski (ve diğ.) tarafından yapılan Monte Carlo simülasyonları ile $\hat{\eta}$ 'nin kritik değerleri hesaplanmıştır. KPSS testinde H_0 ve H_1 hipotezleri aşağıdaki kurulmaktadır.

$$H_0: \sigma_u^2 = 0$$

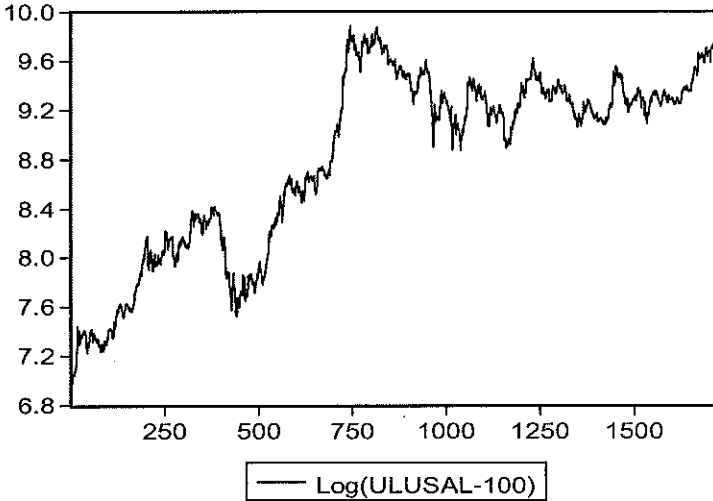
$$H_1: \sigma_u^2 > 0$$

Durağanlığın tespiti için $\sigma_u^2 = 0$ temel hipotezinde; σ_u^2 'nin pozitif olduğu diğer bir ifade ile y_t 'nin birim köke sahip olduğu alternatif hipotezine karşılık, otonom parametrenin sabit bir unsur olduğu ileri sürülmektedir.

LM testi kullanılarak hesaplanan $\hat{\eta}$ değeri kritik değerden büyük ise, y_t serisinin durağan olduğu iddia edilen temel hipotez reddedilir. Başka bir ifade ile y_t için uygulanan ADF testi sonucunda birim köke sahip olduğu temel hipotezi reddedilemez ve KPSS testi ile durağan olduğu temel hipotezi reddedilirse, y_t zaman serisinin durağan olmadığına karar verilir. Aksi takdirde $\hat{\eta}$ değeri, kritik değerden küçük ise temel hipotez kabul edilir ve stokastik sürecin durağan olduğu sonucuna varılır.

4. Uygulama ve sonuçlar

Bu çalışmada gözlem sayısı fazla olan bir serinin kullanımına özen gösterilmiştir. Bu yönüyle finansal zaman serileri iyi bir örnek teşkil etmektedirler. Finansal zaman serilerinin çoğunun günlük oluşu ve çok sıklıkla değişmeleri (döviz kuru, hisse senedi fiyatları), bu serilerin genel karakterlerindedir. Bu nedenle çalışmamızda KPSS durağanlık testinin uygulaması için İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal -100 endeksi günlük kapanış değeri kullanılmıştır. Veri dönemi 02.01. 1997 ile 31.12.2003 tarihleri arasındadır ve 1728 günlük gözlemden oluşmaktadır.



Şekil1. İMKB Ulusal-100 Endeksi

KPSS ve ADF testinde, İMKB Ulusal-100 endeksinin logaritmik değerleri kullanılmıştır. İlgili dönem için endeksin genel seyrini gösteren yukarıdaki şekil, görsel olarak serinin durağan olmadığını göstermektedir. KPSS testi için öncelikle gecikme parametresi (I) hesaplanmıştır. 8 ve 24 olarak tespit edilen gecikme parametrelerinden, ilki aynı zamanda Kwiatkowski (ve diğ.)'nin gecikme parametresi için önerdiği en fazla olabilecek değere eşittir.

Tablo 1. İMKB Ulusal-100 Endeksi İçin Durağanlık Test Sonuçları.

Panel A: Düzey		
	LM-ist.	% 5 Kritik Değer
KPSS (c)	14.06449 (8)	0.463
KPSS (c)	5.154682 (24)	0.463
KPSS (c,t)	2.881966 (8)	0.146
KPSS (c,t)	1.063588 (24)	0.146
Panel B: Birinci Fark		
	LM-ist.	% 5 Kritik Değer
KPSS (c)	0.075197 (8)	0.463
KPSS (c)	0.171899 (24)	0.463
KPSS (c,t)	0.202849 (8)	0.146
KPSS (c,t)	0.064145 (24)	0.146

* Not: Kritik Değerler Kwiatkowski (ve diğerleri)'den sağlanmıştır (Table 1, p 166)
Parantez içindeki değerler gecikme (I) parametreleridir.
(c) ve (c,t) tabinin regresyonlarının sırasıyla sabit, sabit ve lineer trend içerdiğini gösterir.

Tablo 1 Panel A'daki sonuçlardan KPSS test sonuçlarının hepsi için %5 anlamlılık düzeyine göre $I(0)$ sıfır hipotezi kabul edilemez. İMKB Ulusal-100 endeksi durağan değildir. Sonucu birim kök test sonuçlarıyla karşılaştırmak için, seriye parametrik bir test olan ADF testi uygulanmıştır. Tablo 2 Panel A' da görüldüğü üzere test sonuçları kritik değerden küçüktür. Dolayısıyla birim kök vardır ve İMKB Ulusal-100 endeksinin durağan olmadığı sonucu bir kez daha tespit edilmiştir.

Tablo 2. İMKB Ulusal-100 Endeksi İçin Birim Kök Test Sonuçları

Panel A: Düzey		
	t-ist.	% 5 Kritik Değer
ADF (c)	-2.184303 (0)	-2.863009
ADF (c,t)	-2.286165 (0)	-3.412413
Panel B: Birinci Fark		
	t-ist.	% 5 Kritik Değer
ADF (c)	41.03842 (0)	-2.863010
ADF (c,t)	41.05193 (0)	-3.412415

* Not: Parantez içindeki değerler gecikme uzunluklarıdır. Maksimum gecikme uzunluğu 24 alınmıştır. Gecikme uzunluğunun seçiminde Schwarz kriteri kullanılmıştır. (c) ve (c,t) tahmin regresyonlarının sırasıyla sabit, sabit ve lineer trend içerdiğini gösterir.

Düzey değerleri durağan olmayan serilerin farkları durağan olabilir. Serinin birinci farkı alınarak aynı işleme devam edilmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2'nin alt kısımları sırasıyla, Ulusal-100 endeksinin birinci farkına uygulanan KPSS ve ADF test sonuçlarını vermektedir. KPSS test sonuçlarına göre %5 anlamlılık seviyesine göre $I(0)$ temel hipotezi reddedilemez, İMKB Ulusal-100 endeksinin ilk farkı durağan seri özelliğine sahiptir. ADF testi sonuçlarına göre de aynı anlamlılık düzeyinde birim kök olduğu temel hipotezi kabul edilemez. Bu sonuçta göstermektedir ki; İMKB Ulusal-100 endeksi ilk farkı ile durağan bir seridir.

5. Sonuç

Bu çalışmada durağanlık sıfır hipotezi için, en yaygın testlerden olan KPSS testi tanıtılmış ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal-100 endeksi için uygulama yapılmıştır. KPSS testi sonucuna göre Ulusal-100 endeksi durağan değildir, ancak ilk farkı alındığında durağan hale gelmektedir. Sonuç, zaman serileri analizinde en çok kullanılan ADF birim kök testi ile karşılaştırmak amacıyla, aynı seriye ADF birim kök testi uygulanmıştır. ADF birim kök testinin de sonucu endeksin birinci dereceden farkının durağan olduğu yönündedir. Böylece durağanlığın ve birim kök tespitinde en çok kullanılan testler sırasıyla KPSS ve ADF aynı sonucu vermiştir.

KAYNAKLAR

- Bahmani-Oskooee M.(1998), "Do exchange rates follow a random walk process in Middle Eastern countries?", *Economics Letters* 58, p.339-344.
- Castro, T.B, Fanals P.E, & Caralt S.J. (2002), "The effects of working with seasonally adjusted data when testing for unit root", *Economics Letters* 75, p.249-256.
- Holden, D.& Perman, R.(1994), "Unit roots and cointegration for the economist", Cointegration for the Applied Economist, Edited by B.Bhaskara Rao, New York.
- Kutlar, A.(2002), Eş-bütünleme Türkiye'de Para Talebi ve Döviz Kuru Uygulaması, Yargı Yayınevi, Ankara.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P.& Shin, Y., (1992), "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? ", *Journal of Econometrics* 54, p. 159-178.
- Newey, W.K. & West, K.D. (1987), "A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix", *Econometrica* 55, p.703-708.
- Rothman, P., (1997), "More uncertainty about the unit root in U.S. real GNP", *Journal of Macroeconomics*, Vol.19, No.4, p.771-780.
- Schlitzer, G.(1996), "Testing the null of stationarity against the alternative of a unit root: an application to the Italian post-war economy", *Applied Economics* 28, p.327-331.
- Schwert,G.W.(1989), "Tests for unit roots: A Monte Carlo investigation", *Journal of Business and Economic Statistics* 7, p.147-159.
- Sukar, A.& Hassan, S.(2001), "US exports and time- varying volatility of real exchange rate", *Global Finance Journal* 21, p.109-119.