



## Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinin Gecikme Uzunluğuna Olan Duyarlılığı

Öznur ÖZGÜR

İstanbul Üniversitesi / Doktora Öğrencisi

oznurozgur8787@gmail.com

Orcid No: 0000-0003-3058-6017

Aycan HEPSAĞ

İstanbul Üniversitesi / Doç.Dr.

hepsag@istanbul.edu.tr

Orcid No: 0000-0001-6223-6914

### Özet

Çalışmanın amacı Dickey-Fuller (1979), Kruse (2011), KSS (2003) ve Sollis (2009) tarafından önerilen birim kök testlerinin boyut ve güç özellikleri üzerindeki etkisini analiz etmektir. Birim kök testlerinin gecikme uzunlukları kullanılarak uygulanan çalışmada simülasyon analizinden yararlanılmaktadır. 1 ila 12'ye kadar gecikme uzunluğu verilerek 100 ile 250 gözlem için 0.9 ve 0.5 otokorelasyon katsayıları ile simülasyon çalışması yapılmaktadır. Her uygulanan analiz neticesinde testlerin gücünde azalış gözlemlenmektedir. Elde edilen ampirik bulgulara göre küçük (1.) ve büyük (12.) gecikme uzunluklarının Dickey-Fuller (1979) doğrusal birim kök testinde ve Kruse (2011), KSS (2003) ve Sollis (2009) doğrusal olmayan birim kök testlerinde ciddi güç kaybı ve ciddi boyut bozulmaları sonucuna varılmaktadır.

*Anahtar Kelimeler: Boyut Bozulmaları, Doğrusal Birim Kök Testleri, Doğrusal Olmayan Birim Kök Testleri, Testin Gücü*

**Sorumlu Yazar / Corresponding Author:** 1-Öznur ÖZGÜR, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü.

2-Aycan HEPSAĞ, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü.

**Atıf / Citation:** ÖZGÜR Ö., HEPSAĞ A. (2022). Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinin Gecikme Uzunluğuna Olan Duyarlılığı. İstatistik Araştırma Dergisi, 12 (1), 1-15.

## Linear and Nonlinear Unit Root Tests Sensitivity to Lag Length

### Abstract

The purpose of the study is to analyze the effect of the unit root tests recommended by Dickey-Fuller (1979), Kruse (2011), KSS (2003) and Sollis (2009) on size and power characteristics. Simulation analysis is utilized in the study, which was applied using the delay lengths of unit root tests. Simulation study is conducted with 0.9 and 0.5 autocorrelation coefficients for 100 and 250 observations, with a delay length of 1 to 12. As a result of each applied analysis, decrease in the power of the tests was observed. According to the empiric findings, for Dickey-Fuller (1979) linear unit root test and for Kruse (2011), KSS (2003) and Sollis (2009) nonlinear unit root tests, there are serious power loss and size degradation at small(1st) and large (12st) delay lengths.

Keywords: *Dimension Distortions, Linear Time Series Unit Root Tests, Nonlinear Time Series Unit Root Tests, Power Loss*

### 1. Giriş

Doğrusal modellerde zaman içerisinde yapısal kırılmalar meydana gelebileceği gibi doğrusal olmayan modellerde de benzer etkilerle dönüm noktaları oluşabilmektedir. Bu dönüm noktalarında farklı rejimler ortaya çıkmaktadır. Bu durum farklı rejim modellerinin kullanılmasını ortaya çıkarmaktadır ve aynı zamanda modellerin kullanılabilmesi için rejim sayısının tespiti önemli bir rol oynamaktadır.

Doğrusal olmayan zaman serilerinde 1980'lerde büyük bir yönelim meydana gelerek ve birçok ilerleme göstererek çalışmalarda kendini göstermiştir. Yapılan bu çalışmalarda testin gücü test edilmeyip, uygulama sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmektedir. Ancak bu uygulamada hem doğrusal birim kök testi hem de doğrusal olmayan birim kök testi gücü simülasyon yardımı ile analiz edilmeye çalışılmaktadır.

Doğrusal olmayan zaman serileri varyansta doğrusal olmayan ve ortalamada doğrusal olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada ortalamada doğrusal olmayan zaman serilerinden yararlanılmaktadır. Uygulamanın amacı simülasyon çalışması uygulanarak doğrusal birim kök testleri ve doğrusal olmayan birim kök testlerinin gücü incelenerek, elde edilen sonuçlara göre gecikme uzunluğundaki her bir artışın birim kök testlerinin gücünde azalışlar ve boyutta da ciddi bozulmalara neden olduğunu araştırmaktır.

### 2. Metodoloji

Doğrusal birim kök testlerinden Dickey ve Fuller (1979) birim kökü test etmek için  $Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$  AR(1) modelinde  $\rho = 1$  hipotezini,  $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$  modelinde ise  $\delta = 0$  hipotezini tahmin etmektedir (Dickey ve Fuller, 1979). Ancak  $Y_{t-1}$  'in elde edilmiş katsayısının sıfır olup olmadığını kavramak için bilindik  $t$  dağılımı uygulanmamaktadır. Çünkü ;  $\delta = 0$  yani ( $\rho = 1$ ) önsavı ile  $Y_{t-1}$  'in tahmin edilmiş katsayısının  $t$  değeri büyük örneklerde bile  $t$  dağılımı ile bağdaşmamaktadır. Bu yüzden Dickey-Fuller  $t$  değerinin  $\tau$  ( $tau$ ) istatistiğine uygun olduğunu ifade etmektedir, bu durum "Dickey-Fuller sınaması" olarak adlandırılmaktadır. Fakat  $\delta = 0$  reddedilirse yani seri durağan ise *student - t* sınaması kullanılmaktadır. Nedeni ise Dickey- Fuller testinin tek yanlı olarak ifade edilmesidir yani  $\delta < 0$  ya da  $\rho < 1$  şeklinde olmaktadır. Dickey- Fuller üç farklı şekilde tahmin edilmektedir.

$Y_t$  rassal yürüyüş ise;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$Y_t$  sabit terimli bir rassal yürüyüş ise;

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$Y_t$  trendli bir rassal yürüyüş ise;

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Burada  $t$  zaman ya da trend değişkeni olarak ifade edilmektedir. Üç farklı tahmin için hipotezler aşağıda verilmektedir (Gujarati ve Porter, 2012).

Sıfır hipotezi ;  $H_0: \delta = 0$  (*seri birim köklüdür, seri durağan değildir*)

Alternatif hipotez ;  $H_1: \delta < 0$  (*seri birim köklü değildir, seri durağandır*)

Doğrusal olmayan birim kök testlerinden Yumuşak Geçişli Otoregresif Model (STAR) Birim Kök Testi Kapetanios, Shin ve Snell (KSS) tarafından 2003 yılında literatüre kazandırılmıştır. Genişletilmiş Dickey-Fuller testinin doğrusal olmayan süreçlerde durağanlığı test etmede çok fazla güçlü olmadığı ve bu durumu ortadan kaldırmak için KSS (2003) yeni bir test geliştirmiştir. Bu test, doğrusal olmayan Üssel Yumuşak Geçişli Otoregresif (ESTAR) sürecinin birim köklü yani durağan olmayan sıfır hipotezini, alternatif hipotez ise durağanlığı ifade etmektedir. Yumuşak Geçişli Otoregresif (STAR) model aşağıda gösterilmektedir.

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

burada  $\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$  ve  $\beta$  ile  $\gamma$  bilinmeyen parametreleri belirtmektedir. STAR modelinden sonra burada benimsenen geçiş üssel formdadır yani;

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

Burada  $\theta \geq 0$  ve  $d \geq 1$  gecikme parametresini ifade etmektedir. 1. ve 2. eşitlikler kullanarak Tek geçişli Üssel STAR (ESTAR) modeli oluşturulmaktadır.

$$y_t = \beta y_{t-1} + \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2)] + \varepsilon_t$$
$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2)] + \varepsilon_t \quad (3)$$

Burada  $\phi = \beta - 1$  olmaktadır.  $\theta$ , geçiş parametresi ve iki rejim arasındaki geçişin hızını belirleyen parametre olarak anlamlandırılmaktadır (Hepsağ ve Akçalı, 2015, s.78).

ESTAR model (3)'te  $\phi = 0$  ve  $d = 1$  ise,

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-1}^2)] + \varepsilon_t \quad (4)$$

eşitliğini oluşturmaktadır. Burada  $\theta$  parametresi, alternatif hipotezin pozitif değer alan belirli bir parametreye odaklanılmasını ifade etmektedir. Test için gerekli hipotezler aşağıda gösterilmektedir.

$$H_0: \theta = 0$$

$$H_1: \theta > 0$$

Burada sıfır hipotezinin doğrudan test edilebilmesi için  $\gamma$ 'nın sıfır hipotez altında tanımlanması gerekmektedir. Bu durumdan dolayı ESTAR modeline birinci dereceden Taylor açılımı uygulanarak aşağıda ifade edilen yardımcı regresyon oluşturulmaktadır (Kapetanios, Shin ve Snell, 2003).

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

$\delta = 0$  sıfır hipotezi alternatif hipoteze yani  $\delta < 0$ 'a karşı test edilmektedir.  $t$ -istatistik değerinin KSS tarafından elde edilen kritik değerden küçük olması birim köklü sıfır hipotezinin reddedilemeyeceğini ifade etmektedir. Eğer  $t$ -istatistik değeri kritik değerden büyük ise birim köklü sıfır hipotezi reddedilmektedir. Yani alternatif hipotez ESTAR durağanlık elde edilmektedir.

Sollis (2009) çalışmasında geliştirilen, doğrusal olmayan ESTAR modelinin simetrik veya asimetric özellik gösterdiği ve zaman serisinin doğrusal olmayan ESTAR durağan süreci olduğu ifade edildiyse ESTAR sürecinin simetrik veya asimetric olduğu sonucuna varılmaktadır ki bu durum Sollis (2009) testinin avantajını ifade etmektedir. Geliştirilmiş ESTAR modeli için hem üssel bir fonksiyon hem de lojistik fonksiyon bir arada ifade edilmektedir. Model aşağıda gösterilmektedir.

$$\Delta y_t = G_t(\theta_1, y_{t-1}) \{S_t(\theta_2, y_{t-1}) \gamma_1 + (1 - S_t(\theta_2, y_{t-1})) \gamma_2\} y_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$G_t(\theta_1, y_{t-1}) = (1 - \exp(-\theta_1 (y_{t-1}^2))) \quad \gamma_1 \geq 0$$
$$S_t(\theta_2, y_{t-1}) = [1 + \exp(-\theta_2 y_{t-1})]^{-1} \quad \gamma_2 \geq 0 \quad (6)$$

Burada  $\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$  olarak ele alınmaktadır. Modelde  $\gamma_1$  geçiş parametresini ve iki rejim arasındaki geçiş hızını belirleyen parametre olarak anlandırılmaktadır. Sıfır hipotezi  $\theta_1 = 0$  iken, alternatif hipotez ise  $\theta_1 > 0$  şeklinde oluşturularak birim kök sınaması yapılmaktadır. Ancak  $\theta = 0$  hipotezini doğrudan sınavabilmek için  $\gamma_1, \gamma_2$  ve  $\theta_2$  parametrelerinin tanımlı olması gerekmektedir. Sollis (2009), bu sorunu ortadan kaldırabilmek için KSS birim kök testinde olduğu gibi birinci dereceden Taylor açılımı uygulayarak aşağıda ifade edilen yardımcı regresyonu oluşturmaktadır.

$$\Delta y_t = \phi_1 y_{t-1}^3 + \phi_2 y_{t-1}^4 + \varepsilon_t \quad (7)$$

Yukarıda ifade edilen yardımcı regresyon modeli en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilmektedir.

Birim köklü durağan olmayan sıfır hipotezi  $\phi_1 = \phi_2 = 0$  biçiminde ifade edilirken, doğrusal olmayan simetrik ve asimetrik ESTAR durağanlığı ifade eden alternatif hipotez ise;

$$\phi_1 \neq \phi_2 \neq 0$$

şeklinde gösterilmektedir.

Kruse (2011) çalışmasında doğrusal olmayan kısıtlama testi olan Wald testini düzenlemiştir. Bu düzenlemedeki amaç üssel geçiş fonksiyonunda sıfıra eşit olmayan bir  $c$  parametresi elde edebilmek ve doğrusal olmayan zaman serisi modelini ifade etmektedir.

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} (1 - \exp\{-\theta(y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (8)$$

$\theta = 0$  ve  $G(y_{t-1}; \theta, c) = 1 - \exp(-\theta(y_{t-1} - c)^2)$  ise (8)'deki eşitliğe birinci Taylor açılımı uygulanarak, (9)'daki regresyon modeli elde edilmektedir.

$$\Delta y_t = \beta_1 y_{t-1}^3 + \beta_2 y_{t-1}^2 + \beta_3 y_{t-1} + u_t \quad (9)$$

Kruse (2011) burada  $\beta_3 = 0$  ifadesini kullanarak KSS testine göre daha güçlü bir test meydana getirmektedir.

$$\Delta y_t = \beta_1 y_{t-1}^3 + \beta_2 y_{t-1}^2 + u_t$$

Burada,  $\beta_1 = \gamma\theta$  ve  $\beta_2 = -2c\gamma\theta$ 'yi ifade etmektedir. Yardımcı regresyona ait hipotezler;

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \beta_1 < 0, \beta_2 \neq 0$$

biçiminde gösterilmektedir.  $c$ 'nin gerçek değerler almasından dolayı  $H_1$  alternatif hipotezinde  $\beta_2$  çift taraflı olmaktadır. Bu testin sorunu bir parametrenin  $H_1$  alternatif hipotezinin hem tek taraflı hem de çift taraflı olarak ifade edilmesidir. Kruse (2011) çalışmasında Abadir ve Distaso (2007) yöntemlerini kullanarak standart bir wald testi uygun olmadığından dolayı tek taraflı parametrenin çift taraflı olana göre ortogonalleştirilmektedir.

Kruse (2011) çalışmasında birim köklü sıfır hipotezini ile durağan ESTAR süreci alternatif hipotezini karşılaştırmak için  $\tau$  istatistiğini ileri sürmektedir. Aynı zamanda  $\tau$  istatistiği için kritik değerler oluşturmaktadır.

$$\tau = t_{\beta_1=0}^2 + 1(\beta_1 < 0)t_{\beta_1=0}^2 \quad (10)$$

### 3. Veri ve Ampirik Bulgular

Bu çalışmada öncelikle; Dickey Fuller(1979) doğrusal birim kök testinin ve KSS (2003), Sollis (2009), Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testlerinin ampirik boyutunu farklı gözlemler için yani T=100, T=250 olarak %5 anlamlılık düzeyinde inceliyoruz. Gecikme uzunluğu (k) 1'den 12'ye kadar ele alınarak 10.000 tekrara dayalı simülasyon ile boyut deneyini winRATs programı aracılığı ile analiz ediyoruz. İncelenen tüm birim kök testleri için otokorelasyon katsayısı  $\rho$ , 0.5 ve 0.9 olarak ele alınmıştır. Veri oluşturma süreci aşağıdaki şekilde ele alınmıştır.

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{ile} \quad \varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + u_t \quad (11)$$

burada  $u_t$  hata terimi normal dağılmaktadır. Bir AR(1) süreci olan  $\rho = 0.5$  ve  $\rho = 0.9$ ,  $\varepsilon_t$  hata terimini ifade etmekte olup,  $\varepsilon_t$  hata teriminin otokorelasyonlu olmasına izin verildiği için bu şekilde kullanılmıştır.

Dickey Fuller doğrusal birim kök testi Tablo 1, KSS doğrusal olmayan birim kök testi Tablo 3, Sollis doğrusal olmayan birim kök testi Tablo 5 ve Kruse doğrusal olmayan birim kök testi Tablo 10'daki değerlere göre gecikme uzunluğu arttıkça boyut bozulmalarının oluştuğu gözlemlenmiştir.

KSS (2003), Sollis (2009) ve Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testlerinin güçlülük özelliğini belirlemek için sırasıyla aşağıda ifade edilen veri oluşturma süreçleri ele alınmıştır.

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-1}^2)] + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$\Delta y_t = [1 - \exp(-\theta_1 (y_{t-1}^2))] \{ [1 + \exp(-\theta_2 y_{t-1})]^{-1} \gamma_1 + (1 - ([1 + \exp(-\theta_2 y_{t-1})]^{-1})) \gamma_2 \} y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} (1 - \exp\{-\theta (y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (14)$$

KSS doğrusal olmayan birim kök testinin güçlülük özelliğini sınavabilmek için  $\rho = 0.5$  ve  $0.9$ ,  $\gamma = -1.5$ ;  $\theta = 1.0, 0.1, 0.01$  için ifade edilen parametre aralığı belirlenmiştir.

Kruse doğrusal olmayan birim kök testinin güçlülük özelliğini sınavabilmek için  $c$  lokasyon parametresi alt ve üst sınır olarak sırasıyla  $-5$  ve  $5$  olarak atanmıştır.  $\theta$  parametresi ise; benzer şekilde alt ve üst sınır olarak  $0.001$  ve  $0.01$  değerleri ile ele alınmıştır.

Sollis doğrusal olmayan birim kök testinin güçlülük sınavası için ise;  $\theta_1$  parametresi  $0.01$  ve  $1.0$  değerleri,  $\theta_2$  parametresi  $1.0$  değeri,  $\gamma_1$  parametresi  $-0.1, -0.3$  ve  $-0.7$  değerleri,  $\gamma_2$  parametresi  $-0.3, -0.7$  ve  $-1$  değerleri atanarak belirlenmiştir.

Dickey Fuller doğrusal birim kök testi Tablo 2, KSS doğrusal olmayan birim kök testi Tablo 4, Sollis doğrusal olmayan birim kök testi Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9 ve Kruse doğrusal olmayan birim kök testi Tablo 11'de gecikme uzunluğu arttıkça testlerin gücünde önemli bir şekilde güç kaybı oluştuğu gözlemlenmiştir.

Tablo 1. Dickey-Fuller Birim Kök Testi (Sabit Terimli-Trendli)

<b>k</b>	<b><math>\rho = 0.5</math> için</b>		<b><math>\rho = 0.9</math> için</b>	
	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>
<b>1</b>	0.04840	0.05560	0.04840	0.05560
<b>2</b>	0.04640	0.05190	0.04640	0.05190
<b>3</b>	0.04880	0.05280	0.04880	0.05280
<b>4</b>	0.04920	0.05070	0.04920	0.05070
<b>5</b>	0.04800	0.04950	0.04800	0.04950
<b>6</b>	0.04600	0.04850	0.04600	0.04850
<b>7</b>	0.04350	0.04960	0.04350	0.04960
<b>8</b>	0.04140	0.04720	0.04140	0.04720
<b>9</b>	0.04130	0.04850	0.04130	0.04850
<b>10</b>	0.03990	0.04680	0.03990	0.04680
<b>11</b>	0.04380	0.04590	0.04380	0.04590
<b>12</b>	0.04270	0.04610	0.04270	0.04610

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 1'de (gözlem sayısı) T=100 ve T=250 için hem (otokorelasyon katsayısı)  $\rho = 0.5$  hem de  $\rho = 0.9$ 'da 1'den 12'ye kadar olan k (gecikme uzunluğu) artan her bir gecikmede testin boyutunda bozulmalara neden olduğu görülmektedir. Hem  $\rho = 0.5$  hem de  $\rho = 0.9$ 'daki değerlerin aynı değeri vermesi, otokorelasyon katsayısının sabit terimli-trendli Dickey-Fuller birim kök testine etkisinin olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Tablo 2. Dickey-Fuller Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği (Sabit Terimli-Trendli)

$k$	$\rho = 0.5$ için		$\rho = 0.9$ için	
	$T = 100$	$T = 250$	$T = 100$	$T = 250$
1	0.04690	0.05030	0.04760	0.05110
2	0.04420	0.04670	0.04310	0.04880
3	0.04460	0.04660	0.04390	0.04920
4	0.04150	0.04280	0.04040	0.04810
5	0.04070	0.04220	0.03880	0.04760
6	0.03650	0.04060	0.03430	0.04200
7	0.03480	0.03970	0.03260	0.04350
8	0.03220	0.04040	0.02820	0.04210
9	0.03050	0.04100	0.02760	0.04310
10	0.02720	0.03960	0.02580	0.04450
11	0.02430	0.03900	0.02250	0.04200
12	0.02280	0.03830	0.02240	0.04240

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 2’de (gözlem sayısı)  $T=100$  ve  $T=250$  için  $k$  (gecikme uzunluğu) artan her bir gecikmenin testin gücünü azalttığı tablodaki değerlerde açıkça görülmektedir. Otokorelasyon katsayısı hem  $\rho = 0.5$  hem de  $\rho = 0.9$ ’da hesaplanan her bir değer için aynı sonucu vermesi, otokorelasyon katsayısının sabit terimli ve trendli Dickey-Fuller birim kök testinin güçlülük özelliğine etkisinin olmadığını ifade etmektedir.

Tablo 3. Trendden Arındırılmış KSS Birim Kök Testi

$k$	$\rho = 0.5$ için		$\rho = 0.9$ için	
	$T = 100$	$T = 250$	$T = 100$	$T = 250$
1	0.05000	0.05320	0.05000	0.05320
2	0.04620	0.05000	0.04620	0.05000
3	0.04850	0.04950	0.04850	0.04950
4	0.04940	0.04950	0.04940	0.04950
5	0.04630	0.05010	0.04630	0.05010
6	0.04300	0.04910	0.04300	0.04910
7	0.04300	0.04720	0.04300	0.04720
8	0.04070	0.04610	0.04070	0.04610
9	0.04250	0.04390	0.04250	0.04390
10	0.03850	0.04360	0.03850	0.04360
11	0.04040	0.04380	0.04040	0.04380
12	0.03620	0.04100	0.03620	0.04100

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 3’te,  $T=100$  ve  $250$  için gecikme uzunluğu ( $k$ ) 1’den 12’ye arttıkça KSS Birim Kök testinin boyut bozulmalarına neden olduğunu görülmektedir. KSS Birim Kök Test sonuçları ile Kruse Birim Kök Test sonuçları karşılaştırıldığında gecikme sayısı arttıkça önemli derecede boyut bozulmalarının meydana geldiği gözlemlenmektedir.

Tablo 4. Trendden Arındırılmış KSS Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği

$\rho = 0.5$ için						
$\gamma = -1.5$						
	$\theta = 1.0$		$\theta = 0.1$		$\theta = 0.01$	
$k$	$T = 100$	$T = 250$	$T = 100$	$T = 250$	$T = 100$	$T = 250$
1	0.97910	0.98000	0.99560	1.00000	0.04690	0.05030
2	0.82240	0.99780	0.98040	1.00000	0.04420	0.04670
3	0.62730	0.98350	0.95220	1.00000	0.04460	0.04660
4	0.45700	0.94890	0.91880	1.00000	0.04150	0.04280
5	0.35780	0.90410	0.87970	1.00000	0.04070	0.04220
6	0.27980	0.85430	0.84060	1.00000	0.03650	0.04060
7	0.23740	0.81430	0.79640	0.99980	0.03480	0.03970
8	0.19030	0.74630	0.75340	0.99950	0.03220	0.04040
9	0.16860	0.71050	0.71000	0.99920	0.03050	0.04100
10	0.14230	0.66860	0.67750	0.99850	0.02720	0.03960
11	0.11890	0.62580	0.65060	0.99870	0.02430	0.03900
12	0.10750	0.58550	0.60850	0.99750	0.02280	0.03830

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

$\rho = 0.9$ için						
$\gamma = -1.5$						
	$\theta = 1.0$		$\theta = 0.1$		$\theta = 0.01$	
$k$	$T = 100$	$T = 250$	$T = 100$	$T = 250$	$T = 100$	$T = 250$
1	0.94900	0.99990	0.99880	1.00000	0.04760	0.05110
2	0.63580	0.98610	0.99090	1.00000	0.04310	0.04880
3	0.39290	0.92070	0.97400	1.00000	0.04390	0.04920
4	0.24500	0.80310	0.95220	1.00000	0.04040	0.04810
5	0.16850	0.68000	0.92240	1.00000	0.03880	0.04760
6	0.12070	0.57180	0.88180	1.00000	0.03430	0.04200
7	0.09010	0.49100	0.84040	0.99990	0.03260	0.04350
8	0.07070	0.41850	0.79980	0.99990	0.02820	0.04210
9	0.05970	0.36300	0.77540	0.99980	0.02760	0.04310
10	0.04680	0.32160	0.73360	0.99930	0.02580	0.04450
11	0.04170	0.28880	0.70960	0.99890	0.02250	0.04200
12	0.03750	0.25530	0.66400	0.99870	0.02240	0.04240

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

KSS Birim kök testi güçlülük özelliği için  $\rho = 0.5$  ile  $0.9$ ,  $\gamma = -1.5$  ve  $\theta = 1.0, 0.1, 0.01$  için parametre aralığı oluşturulmaktadır. %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıkları hesaplanmaktadır.  $T=100$  ve  $250$  gözlem sayısı ile  $\rho = 0.5$  ve  $0.9$  otokorelasyon sayısı kullanılarak KSS testinin sonuçları Tablo 4'te gösterilmektedir. Örneğin; ilk tablo için  $\rho = 0.5$ ,  $\theta = 1.0$  ve  $T=100$  iken KSS birim kök testinin gücü  $k=1$  ( $1$  gecikme) için %98 iken  $k=12$  ( $12$  gecikme) için %11'e kadar azalma olduğu ifade edilmektedir. İkinci tablo için  $\rho = 0.9$ ,  $\theta = 1.0$  ve  $T=250$  ile KSS birim kök testinin gücü  $k=1$  için %99 iken  $k=12$  için %26'ya kadar azalış göstererek testin gücünde önemli bir derecede azalmaya neden olduğu net bir şekilde görülebilmektedir.

Tablo 5. Trendden Arındırılmış Sollis Birim Kök Testi

<b>k</b>	<b><math>\rho = 0.5</math> için</b>		<b><math>\rho = 0.9</math> için</b>	
	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>
<b>1</b>	0.04910	0.05190	0.04910	0.05190
<b>2</b>	0.04560	0.05150	0.04560	0.05150
<b>3</b>	0.04930	0.05110	0.04930	0.05110
<b>4</b>	0.04810	0.05150	0.04810	0.05150
<b>5</b>	0.04850	0.04890	0.04850	0.04890
<b>6</b>	0.04480	0.05100	0.04480	0.05100
<b>7</b>	0.04270	0.05030	0.04270	0.05030
<b>8</b>	0.03990	0.05000	0.03990	0.05000
<b>9</b>	0.04180	0.05030	0.04180	0.05030
<b>10</b>	0.03980	0.04570	0.03980	0.04570
<b>11</b>	0.03970	0.04650	0.03970	0.04650
<b>12</b>	0.03730	0.04370	0.03730	0.04370

*Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.*

Trendden arındırılmış Sollis Birim Kök Testinde de hem gözlem sayıları hem de gecikme sayıları diğer testlerde olduğu gibi aynı olup gecikme uzunluğu arttıkça ciddi derecede boyut bozulmaları meydana gelmektedir. Dickey-Fuller Birim kök testinde olduğu gibi hem  $\rho = 0.5$  hem de  $\rho = 0.9$ 'daki değerlerin aynı değeri vermesi, otokorelasyon katsayısının trendden arındırılmış Sollis Birim Kök Testini etkilemediğini ifade etmektedir.



Tablo 6. Trendden Arındırılmış SOLLIS Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği

		$\rho = 0.5$											
		$\theta_1 = 0.01$						$\theta_2 = 1.0$					
$k$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.08430	0.07800	0.07210	0.06570	0.06310	0.06000	0.06160	0.05640	0.05340	0.04820	0.04640	0.04190
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.19640	0.18300	0.17450	0.16270	0.16000	0.14890	0.14370	0.13530	0.13420	0.12680	0.12540	0.11740
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.10770	0.09660	0.08940	0.08010	0.07810	0.07550	0.07320	0.06650	0.06540	0.05750	0.05540	0.05000
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.30690	0.28260	0.26970	0.25270	0.23890	0.22790	0.21970	0.21260	0.20360	0.19570	0.18800	0.17620
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.12380	0.10940	0.10120	0.09230	0.08860	0.08420	0.08250	0.07320	0.07180	0.06440	0.06180	0.05640
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.37200	0.33860	0.32570	0.30360	0.29270	0.27440	0.26690	0.25420	0.24450	0.23960	0.22580	0.21620
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.10140	0.09260	0.08380	0.07800	0.07460	0.07370	0.07320	0.06650	0.06150	0.05510	0.05540	0.04890
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.34620	0.31530	0.29860	0.27730	0.26480	0.24910	0.23940	0.22490	0.21530	0.20240	0.19800	0.19000
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.13240	0.11850	0.10780	0.09990	0.09670	0.08820	0.08610	0.07930	0.07660	0.06860	0.06700	0.06100
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.55120	0.49670	0.46210	0.42880	0.40490	0.38240	0.36240	0.34230	0.32840	0.31050	0.29560	0.28160
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.15500	0.13620	0.12650	0.11700	0.11190	0.10800	0.09920	0.09000	0.08740	0.07720	0.07500	0.06880
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.64710	0.58760	0.54930	0.51030	0.48590	0.45460	0.43140	0.40620	0.39200	0.37100	0.35650	0.33980
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.13310	0.11850	0.10660	0.09810	0.09340	0.08650	0.08540	0.07880	0.07730	0.06670	0.06660	0.05920
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.55230	0.49490	0.46210	0.43010	0.40830	0.38030	0.36220	0.34060	0.32750	0.30900	0.29580	0.27970
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.17920	0.15630	0.14370	0.12960	0.12500	0.11070	0.10860	0.09860	0.09530	0.08330	0.08120	0.07480
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.78710	0.72120	0.66650	0.61990	0.58720	0.55080	0.51890	0.49070	0.47080	0.44420	0.42680	0.40420
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.20990	0.18610	0.16720	0.15110	0.14230	0.12830	0.12450	0.11320	0.10750	0.09650	0.08960	0.08230
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.86090	0.80530	0.75230	0.70040	0.66730	0.62930	0.59770	0.56600	0.53970	0.51500	0.49290	0.47040

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 7. Trendden Arındırılmış SOLLIS Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği

		$\rho = 0.5$											
		$\theta_1 = 1.0$						$\theta_2 = 1.0$					
$k$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.29880	0.23530	0.20050	0.16140	0.14460	0.11970	0.10680	0.09030	0.07980	0.06830	0.06170	0.05420
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.88760	0.81560	0.74030	0.69980	0.60480	0.54400	0.49010	0.43860	0.39800	0.35010	0.31960	0.28900
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.62250	0.51320	0.42990	0.36060	0.31580	0.27080	0.23760	0.20270	0.18190	0.15820	0.14340	0.12890
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.99390	0.98320	0.96360	0.93870	0.91000	0.88100	0.84560	0.80330	0.76820	0.73140	0.69970	0.66500
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.79980	0.70180	0.62050	0.53820	0.48620	0.43100	0.38800	0.34390	0.31370	0.25790	0.26250	0.23720
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.99830	0.99540	0.99120	0.98200	0.97320	0.96130	0.94940	0.93130	0.91580	0.89530	0.87790	0.85760
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.55650	0.41240	0.31860	0.23550	0.18980	0.14870	0.12320	0.09420	0.08270	0.06500	0.05780	0.04820
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.99270	0.96410	0.90480	0.81870	0.73490	0.64340	0.55350	0.47720	0.41690	0.35150	0.30310	0.26150
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.84100	0.67650	0.53740	0.41220	0.32950	0.26480	0.21620	0.17480	0.14760	0.12420	0.10620	0.09140
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.99990	0.99710	0.98560	0.95860	0.91400	0.85670	0.79230	0.72540	0.65840	0.59720	0.54430	0.49500
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.93620	0.81870	0.69520	0.56930	0.48000	0.40150	0.34430	0.29080	0.25060	0.21520	0.19130	0.16920
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	1.00000	0.99970	0.99800	0.98790	0.97110	0.94680	0.91630	0.87870	0.84150	0.79640	0.76460	0.72380
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.84060	0.67140	0.53050	0.40930	0.33610	0.26320	0.21990	0.17610	0.15040	0.12560	0.10490	0.09320
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.99980	0.99770	0.98660	0.95800	0.91040	0.85410	0.78700	0.72350	0.66340	0.60220	0.54620	0.49410
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.95370	0.81180	0.64340	0.48590	0.38280	0.29810	0.24110	0.19110	0.15940	0.13600	0.11800	0.10210
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	1.00000	0.99940	0.99360	0.97180	0.92900	0.86860	0.79940	0.72180	0.65660	0.58690	0.53180	0.47420
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.98220	0.87900	0.73590	0.58300	0.47330	0.37750	0.31520	0.25950	0.21850	0.18430	0.16170	0.14010
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	1.00000	0.99970	0.99700	0.98620	0.96150	0.92040	0.87350	0.81660	0.76230	0.70760	0.66160	0.61060

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 8. Trendden Arındırılmış SOLLIS Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği

		$\rho = 0.9$											
		$\theta_1 = 0.01$						$\theta_2 = 1.0$					
$k$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.08430	0.07800	0.07210	0.06570	0.06310	0.06000	0.06160	0.05640	0.05340	0.04820	0.04640	0.04190
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.19640	0.18300	0.17450	0.16270	0.16000	0.14890	0.14370	0.13530	0.13420	0.12680	0.12540	0.11740
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.10770	0.09660	0.08940	0.08010	0.07810	0.07550	0.07320	0.06650	0.06540	0.05750	0.05540	0.05000
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.30690	0.28260	0.26970	0.25270	0.23890	0.22790	0.21970	0.21260	0.20360	0.19570	0.18800	0.17620
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.12380	0.10940	0.10120	0.09230	0.08860	0.08420	0.08250	0.07320	0.07180	0.06440	0.06180	0.05640
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.37200	0.33860	0.32570	0.30360	0.29270	0.27440	0.26690	0.25420	0.24450	0.23960	0.22580	0.21620
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.10140	0.09260	0.08380	0.07800	0.07460	0.07370	0.07320	0.06650	0.06150	0.05510	0.05540	0.04890
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.34620	0.31530	0.29860	0.27730	0.26480	0.24910	0.23940	0.22490	0.21530	0.20240	0.19800	0.19000
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.13240	0.11850	0.10780	0.09990	0.09670	0.08820	0.08610	0.07930	0.07660	0.06860	0.06700	0.06100
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.55120	0.49670	0.46210	0.42880	0.40490	0.38240	0.36240	0.34230	0.32840	0.31050	0.29560	0.28160
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.15500	0.13620	0.12650	0.11700	0.11190	0.10800	0.09920	0.09000	0.08740	0.07720	0.07500	0.06880
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.64710	0.58760	0.54930	0.51030	0.48590	0.45460	0.43140	0.40620	0.39200	0.37100	0.35650	0.33980
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.13310	0.11850	0.10660	0.09810	0.09340	0.08650	0.08540	0.07880	0.07730	0.06670	0.06660	0.05920
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.55230	0.49490	0.46210	0.43010	0.40830	0.38030	0.36220	0.34060	0.32750	0.30900	0.29580	0.27970
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.17920	0.15630	0.14370	0.12960	0.12500	0.11070	0.10860	0.09860	0.09530	0.08330	0.08120	0.07480
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.78710	0.72120	0.66650	0.61990	0.58720	0.55080	0.51890	0.49070	0.47080	0.44420	0.42680	0.40420
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.20990	0.18610	0.16720	0.15110	0.14230	0.12830	0.12450	0.11320	0.10750	0.09650	0.08960	0.08230
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.86090	0.80530	0.75230	0.70040	0.66730	0.62930	0.59770	0.56600	0.53970	0.51500	0.49290	0.47040

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 9. Trendden Arındırılmış SOLLIS Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği

		$\rho = 0.9$											
		$\theta_1 = 1.0$						$\theta_2 = 1.0$					
	$k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.29880	0.23530	0.20050	0.16140	0.14460	0.11970	0.10680	0.09030	0.07980	0.06830	0.06170	0.05420
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.88760	0.81560	0.74030	0.69980	0.60480	0.54400	0.49010	0.43860	0.39800	0.35010	0.31960	0.28900
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.62250	0.51320	0.42990	0.36060	0.31580	0.27080	0.23760	0.20270	0.18190	0.15820	0.14340	0.12890
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.99390	0.98320	0.96360	0.93870	0.91000	0.88100	0.84560	0.80330	0.76820	0.73140	0.69970	0.66500
$\gamma_1 = -0.1$	$T=100$	0.79980	0.70180	0.62050	0.53820	0.48620	0.43100	0.38800	0.34390	0.31370	0.25790	0.26250	0.23720
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	0.99830	0.99540	0.99120	0.98200	0.97320	0.96130	0.94940	0.93130	0.91580	0.89530	0.87790	0.85760
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.55650	0.41240	0.31860	0.23550	0.18980	0.14870	0.12320	0.09420	0.08270	0.06500	0.05780	0.04820
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.99270	0.96410	0.90480	0.81870	0.73490	0.64340	0.55350	0.47720	0.41690	0.35150	0.30310	0.26150
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.84100	0.67650	0.53740	0.41220	0.32950	0.26480	0.21620	0.17480	0.14760	0.12420	0.10620	0.09140
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	0.99990	0.99710	0.98560	0.95860	0.91400	0.85670	0.79230	0.72540	0.65840	0.59720	0.54430	0.49500
$\gamma_1 = -0.3$	$T=100$	0.93620	0.81870	0.69520	0.56930	0.48000	0.40150	0.34430	0.29080	0.25060	0.21520	0.19130	0.16920
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	1.00000	0.99970	0.99800	0.98790	0.97110	0.94680	0.91630	0.87870	0.84150	0.79640	0.76460	0.72380
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.84060	0.67140	0.53050	0.40930	0.33610	0.26320	0.21990	0.17610	0.15040	0.12560	0.10490	0.09320
$\gamma_2 = -0.3$	$T=250$	0.99980	0.99770	0.98660	0.95800	0.91040	0.85410	0.78700	0.72350	0.66340	0.60220	0.54620	0.49410
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.95370	0.81180	0.64340	0.48590	0.38280	0.29810	0.24110	0.19110	0.15940	0.13600	0.11800	0.10210
$\gamma_2 = -0.7$	$T=250$	1.00000	0.99940	0.99360	0.97180	0.92900	0.86860	0.79940	0.72180	0.65660	0.58690	0.53180	0.47420
$\gamma_1 = -0.7$	$T=100$	0.98220	0.87900	0.73590	0.58300	0.47330	0.37750	0.31520	0.25950	0.21850	0.18430	0.16170	0.14010
$\gamma_2 = -1$	$T=250$	1.00000	0.99970	0.99700	0.98620	0.96150	0.92040	0.87350	0.81660	0.76230	0.70760	0.66160	0.61060

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9’da ifade edilen Sollis Birim Kök testinin, Sollis (2009) çalışmasında yer alan  $\gamma$  değerlerinden bazıları ele alınarak simülasyon çalışması yapılmıştır.  $\gamma_1$  için -0.1, -0.3 ve -0.7 değerleri,  $\gamma_2$  için -0.3, -0.7 ve -1 değerleri ele alınmıştır.  $\gamma_1$ ’in -0.3 ve  $\gamma_2$ ’nin -0.3 ile  $\gamma_1$ ’in -0.7 ve  $\gamma_2$ ’nin -0.7 olması Sollis (2009)’da ifade edilen simetrik doğrusal olmayan bir düzenlemenin yani KSS tipi olduğu ifade edilmektedir.  $\gamma_1$  ve  $\gamma_2$ ’nin belirlenen değerler içinde farklı değerler alması ile asimetrik doğrusal olmayan düzenlemeyi göstermektedir.

Tablo 6 ile Tablo 7, Trendden Arındırılmış Sollis Birim kök testi güçlülük özelliği simülasyon sonuçlarına göre gecikme uzunluğu arttıkça değerlerde azalma meydana gelerek birim kök testinin güç kaybına neden olduğunu ifade etmektedir. Tablo 8 ve Tablo 9’da otokorelasyon katsayısı, Tablo 6 ile Tablo 7’deki otokorelasyon katsayısından farklı olsa bile simülasyon sonuçları aynı değerleri vermektedir. Böylece Trendden Arındırılmış Sollis Birim kök testi güçlülük özelliğinin otokorelasyon katsayısından etkilenmediğini karşılaştırmalı olarak Tablo 6 ile Tablo 7, Tablo 8 ile Tablo 9’da net bir şekilde görülebilmektedir.

Dickey-Fuller Birim kök testi, KSS Birim kök testi, Kruse Birim kök testi, Sollis Birim kök testi ve tüm bu birim kök testlerin güçlülük özelliği ile yapılan simülasyon çalışmalarında, gecikme uzunluğu arttıkça birim kök testinde ciddi boyut bozulması ve testin gücünde önemli ölçüde güç kaybına neden olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 10. Trendden Arındırılmış Kruse Birim Kök Testi

<b>k</b>	<b><math>\rho = 0.5</math> için</b>		<b><math>\rho = 0.9</math> için</b>	
	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>
<b>1</b>	0.04880	0.05080	0.04960	0.05310
<b>2</b>	0.04430	0.05020	0.04500	0.05000
<b>3</b>	0.04880	0.04890	0.04500	0.05190
<b>4</b>	0.04390	0.04580	0.04400	0.04850
<b>5</b>	0.04530	0.04580	0.04260	0.05000
<b>6</b>	0.04250	0.04350	0.03880	0.04570
<b>7</b>	0.04010	0.04260	0.03780	0.04720
<b>8</b>	0.03870	0.04460	0.03580	0.04850
<b>9</b>	0.03740	0.04490	0.03570	0.04910
<b>10</b>	0.03430	0.04220	0.03230	0.04790
<b>11</b>	0.03270	0.04510	0.03170	0.04670
<b>12</b>	0.03070	0.04710	0.03030	0.04710

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 10’da simülasyon çalışması ile 100 ve 250 gözlem sayısı için Trendden arındırılmış Kruse birim kök testi, 1. gecikmeden 12. gecikmeye kadar hesaplanan değerlerinde önemli bir şekilde azalma ile boyut bozulmalarına neden olmaktadır. Otokorelasyon katsayılarının teste etkisinin olduğu gözlemlenmiştir, çünkü 0.5 ile 0.9 değerleri için farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 11. Trendden Arındırılmış Kruse Birim Kök Testinin Güçlülük Özelliği

<b>k</b>	<b><math>\rho = 0.5</math> için</b>		<b><math>\rho = 0.9</math> için</b>	
	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>	<b>T = 100</b>	<b>T = 250</b>
<b>1</b>	0.16530	0.73970	0.22820	0.88690
<b>2</b>	0.14260	0.67470	0.19570	0.84010
<b>3</b>	0.13220	0.63130	0.18180	0.80010
<b>4</b>	0.11730	0.59150	0.16480	0.76040
<b>5</b>	0.11390	0.56200	0.15350	0.73050
<b>6</b>	0.09960	0.52850	0.14220	0.69800
<b>7</b>	0.09670	0.50890	0.13280	0.67380
<b>8</b>	0.09040	0.48630	0.11990	0.64620
<b>9</b>	0.08370	0.47260	0.11630	0.62740
<b>10</b>	0.07920	0.44880	0.10670	0.60080
<b>11</b>	0.07600	0.43760	0.10330	0.57940
<b>12</b>	0.07270	0.41760	0.09350	0.55920

Not: Tablodaki değerler %5 anlamlılık düzeyinde birim köklü sıfır hipotezinin reddedilme olasılıklarını ifade etmektedir.

Tablo 11’de T=100 ve 250 gözlem sayısı ve 0.5 ile 0.9 otokorelasyon katsayıları için gecikme sayısı arttıkça tüm değerlerde azalış olduğu ifade edilmektedir. T=100 ise  $\rho = 0.5$  için k=1’de %17 iken k=12’de %7 değeri ile gecikme sayısı arttıkça değerdeki azalış net bir şekilde görülmektedir.  $\rho = 0.9$  için k=1’de %23 iken k=12’de %9 değerini alarak  $\rho = 0.5$  ile aynı durumu paylaşmaktadır yani burada da gecikme sayısı arttıkça değerde azalışı zıt bir durumun olduğunu ifade etmektedir. T=250 ise  $\rho = 0.5$  için k=1’de %74 iken k=12’de %42 değeri ile  $\rho = 0.9$  için k=1’de %89 iken k=12’de %56 değeri ile de 100 gözlem ile ulaşılan sonuçlara varılmıştır.

#### 4. Sonuç

Doğrusal zaman serileri pek çok ekonometri çalışmasında mevcut olmuştur. Önemli ölçüde rassal zaman serisi, trendli zaman serisi, mevsimsel zaman serisi ve konjonktürel zaman serisi kalıpları birçok çalışmada kullanılmaktadır. Doğrusal zaman serilerinin çalışmalarda fazla tercih edilme sebebi yorumlanmasının daha basit ve anlaşılır olmasıdır.

Bir piyasadaki işsizlik oranlarındaki azalışlar yerine artışlar ihmal edilirse ciddi boyutta sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Doğrusal olmayan seriler doğrusal zaman serileri ile analiz edilirse doğrusal olmayan zaman serileri sonuçlarına göre daha zayıf tahminlere neden olabilmektedir. Bu sebeple çalışmada doğrusal birim kök testlerinden Dickey-Fuller birim kök testi ve doğrusal olmayan birim kök testlerinden de KSS, Sollis ve Kruse birim kök testleri ele alınarak simülasyon çalışması ile gecikme uzunluğuna bağlı olarak boyut ve güç arasında oluşan farklılıklar ifade edilmeye çalışılmıştır.

WinRATS programı kullanılarak gözlem sayısı 100 ve 250 ile otokorelasyon katsayısı 0.5 ve 0.9 için gecikme uzunluğu 1 ila 12 olarak hesaplanarak 10.000 tekrara dayalı simülasyon çalışması yapılmıştır. Doğrusal birim kök testlerinden Dickey-Fuller birim kök testi ve Dickey-Fuller birim kök testi güçlülük özelliği artan her bir gecikme sayısı ile birim kök testinde boyut çarpıklığı ve gücünde azalış olduğu gözlemlenmiştir. Doğrusal olmayan birim kök testlerinden KSS birim kök testi, Sollis birim kök testi ve Kruse birim kök testlerinde de gecikme uzunlukları arttıkça birim kök testlerinde ciddi derecede boyut bozulmaları ve güç kaybı olduğu görülmektedir.

Doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testlerinin birkaçı ile küçük ve büyük gecikmelerin boyut ve güç üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Doğrusal birim kök testlerinden Dickey-Fuller Birim Kök testi ve doğrusal olmayan birim kök testlerinden Kruse, KSS, Sollis birim kök testleri ile yapılan simülasyon çalışmasında gecikme uzunluğu arttıkça birim kök testlerinin gücünde azalış ve boyut çarpıklığının olduğu ispat edilmiştir. Bu sorunların üstesinden gelinmesi için uygulamacılara önerimiz, gecikme uzunluğuna bağlı düzeltilmiş kritik değerler ile kıyaslanma yapılmasıdır. Aynı zamanda bu makalenin birçok ekonometrik çalışmaya temel bir bakış açısı kazandıracığı öngörülmektedir.

## **Kaynakça**

- Abadir, K.M., Distaso, W. (2007). Testing Joint Hypotheses When One of the Alternatives is One-Sided. *Journal of Econometrics*, No:140, p. 695-718.
- 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*, C:74, No:366, p.427-431.
- Gujarati, D. N., Porter, D. C. (2012). Temel Ekonometri. Çev. Ümit Şenesen ve Gülay G. Şenesen, 5. bs., *İstanbul, Literatür Yayıncılık*.
- Hepsağ, A., Akçalı, B. Y. (2015). Zayıf Formda Piyasa Etkinliğinin Asimetrik Doğrusal Olmayan Birim Kök Testi ile Analizi: G-7 ve E-7 Ülkeleri Örneği. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, C.9, No:2, s.73-90.
- Kapetanios, G., Shin, Y., Snell, A. (2003). Testing for a Unit Root in the Nonlinear STAR Framework. *Journal of Econometrics*, 112(2), p.359–379.
- Kruse, R., (2011). A New Unit Root Test Against ESTAR Based on a Class of Modified Statistics. *Statistical Papers*, No:52, p.71-75.
- Sollis, R., (2009). A Simple Unit Root Test Against Asymmetric STAR Nonlinearity with an Application Real Exchange Rates in Nordic Countries. *Economic Modelling*, No:26, p.118-119.