

R ile Temel Trend Analizleri

İklim Değişikliği İzinde Türkiye

Doç. Dr. Hasan BULUT

Contents

1	Arttırılmış Dickey-Fuller (ADF) Testi	1
2	Mann-Kendall (MK) Trend Analizi	2
3	Yenilikçi Şen Yöntemi	3
4	Sen'in Slope Değeri	4
	Kaynaklar	5

1 Arttırılmış Dickey-Fuller (ADF) Testi

Birim-Kök testleri veri setinin durağan olup-olmadığını inceler. Dolayısıyla veri durağansa trend olmadığı, durağan değilse trend olduğu şeklinde bir sonuca varabiliriz. Burada test edilen hipotezler:

H_0 : Veri durağan değildir (Birim kök vardır)

H_1 : Veri durağandır (Birim kök yoktur)

En popüler birim kök testlerinden birisi Arttırılmış (Augmented) Dickey-Fuller (ADF) testidir (Dickey and Fuller 1979). R programında ADF testi **tseries** paketinde bulunan `adf.test()` fonksiyonu yardımıyla yapılabilir (Trapletti and Hornik 2024).

Aşağıda zamanla değişen bir veri setine sahip olduğumuzu varsayalım.

$X : 2, 8, 3, 1, 7, 5, 12, 8, 10, 14, 9, 19, 21$

Bu veri R programına aşağıdaki gibi girilebilir.

```
x<-c(2,8,3,1,7,5,12,8,10,14,9,19,21)
x
```

```
## [1] 2 8 3 1 7 5 12 8 10 14 9 19 21
```

Bu veriye ADF testi yapmak için öncelikle **tseries** paketinin indirilip, kütüphaneden çağırılması gerekmektedir. Bu işlem aşağıdaki gibi yapılabilir. Paketi ilk kez indirirken internet bağlantısı gerekir.

```
# install.packages("tseries")
library(tseries)
```

```
## Warning: package 'tseries' was built under R version 4.3.3
```

```
## Registered S3 method overwritten by 'quantmod':
##   method      from
##   as.zoo.data.frame zoo
```

Artık `tseries` paketindeki `adf.test()` fonksiyonuyla `x` nesnesindeki veriye ADF testi aşağıdaki gibi yapılabilir.

```
adf.test(x)
```

```
##
##   Augmented Dickey-Fuller Test
##
## data:  x
## Dickey-Fuller = -1.8752, Lag order = 2, p-value = 0.6199
## alternative hypothesis: stationary
```

Burada $p - \text{değeri} = 0.6199 > 0.05$ olduğundan yokluk hipotezi reddedilememiştir. Buna göre veri setinde durağanlık olmadığı söylenebilir. Durağanlığın olmaması trendin varlığı için bir işarettir.

2 Mann-Kendall (MK) Trend Analizi

Mann-Kendall testi doğrudan bir veri setinde zamana bağlı bir trendin varlığını incelemek için kullanılabilen nonparametrik bir hipotez testidir. Test edilen hipotezler kabaca aşağıdaki gibi verilebilir:

$$H_0 : \text{Veri setinde trend yoktur.}$$

$$H_1 : \text{Veri setinde trend vardır.}$$

R programında MK testini yapmak için ***trend*** paketinde bulunan `mk.test()` fonksiyonu kullanılabilir (Pohlert 2023).

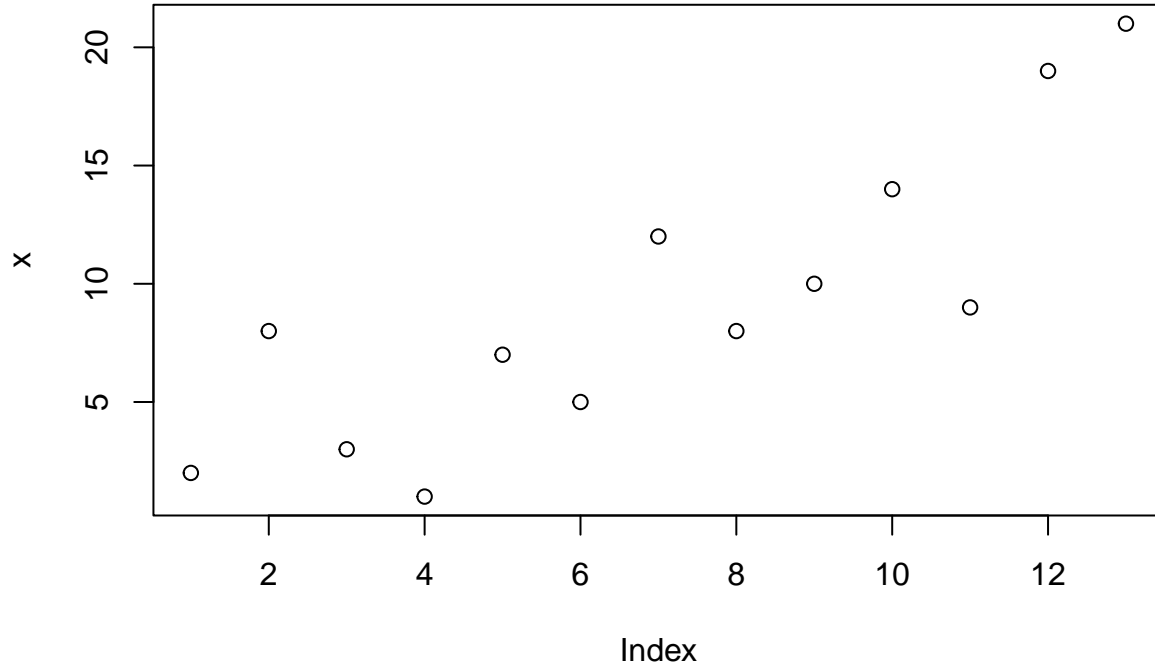
Daha önce tanımlanan `x` verisi için MK testi aşağıdaki gibi gerçekleştirilebilir.

```
library(trend)
mk.test(x)
```

```
##
##   Mann-Kendall trend test
##
## data:  x
## z = 3.1784, n = 13, p-value = 0.001481
## alternative hypothesis: true S is not equal to 0
## sample estimates:
##           S           varS           tau
## 53.0000000 267.6666667   0.6838852
```

Burada $p - \text{değeri} = 0.001481 < 0.01$ olduğundan %99 güvenle yokluk hipotezi reddedilir ve veri setinde istatistiksel olarak anlamlı bir trend olduğu söylenebilir. Burada $\tau = 0.684$ değeri zamanla `x` verilerindeki değişim arasındaki Kendall τ korelasyon değeri olup, bu değer pozitif olduğundan artış yönünde bir trend olduğu sonucuna varılmıştır. Bu artış trendi aşağıdaki gibi görselleştirilebilir.

```
plot(x)
```



3 Yenilikçi Şen Yöntemi

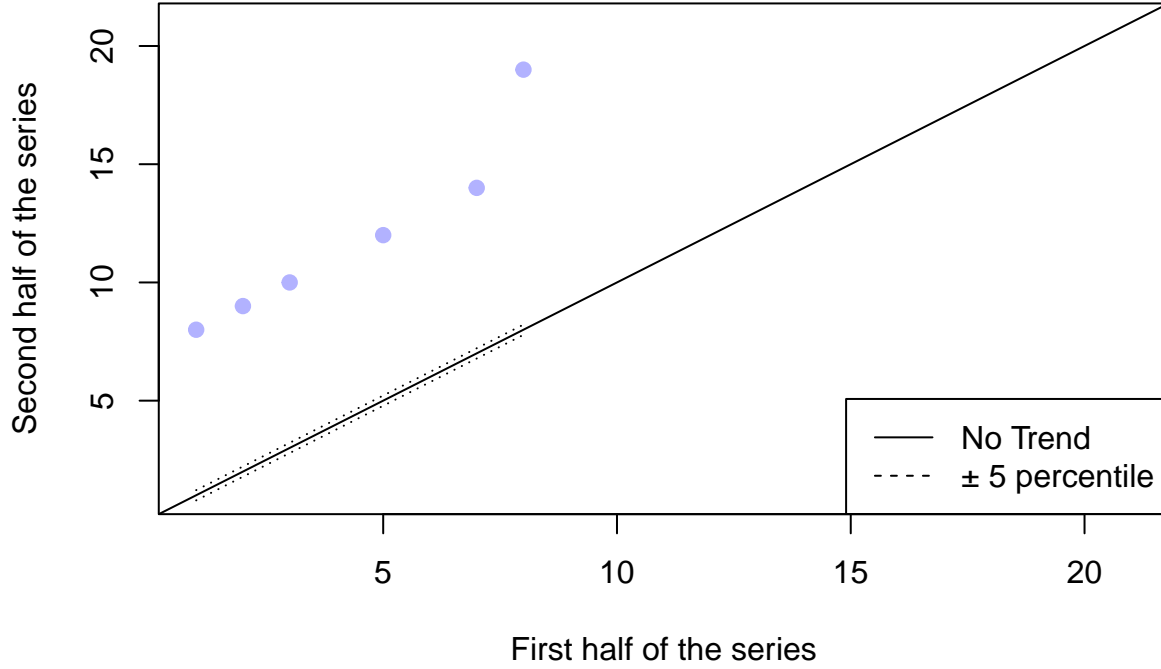
Bu yöntem 2011 yılında Zekai Şen tarafından literatüre kazandırılmış ve Yenilikçi (innovative) Şen yöntemi olarak anılmaktadır (Şen 2012). R programında bu yöntem *trendchange* paketinde bulunan *innovtrend()* fonksiyonu yardımıyla aşağıdaki gibi kullanılabilir (Patakamuri and Das 2022).

```
library(trendchange)
```

```
##  
## Attaching package: 'trendchange'  
## The following object is masked _by_ '.GlobalEnv':  
##  
##      x
```

```
innovtrend(x)
```

Innovative Trend Analysis



```
##                      Trend Slope                      Trend Indicator
##                      1.1794872                      17.6923077
##          Slope Standard deviation                      Correlation
##                      0.0819054                      0.9508378
## Lower Confidence Limit at 90percent Upper Confidence Limit at 90percent
##                      -0.1347344                      0.1347344
## Lower Confidence Limit at 95percent Upper Confidence Limit at 95percent
##                      -0.1605346                      0.1605346
## Lower Confidence Limit at 99percent Upper Confidence Limit at 99percent
##                      -0.2109883                      0.2109883
```

Görüldüğü gibi noktalar doğrunun üst kısmında yer almaktadır ve bu durum veri setinde artan bir trend olduğunu göstermektedir.

4 Sen'in Slope Değeri

Burada trendi belirledikten sonra bu trendin büyüklüğü ve yönünün incelemenin bir yoluda Sen'in eğim değerini hesaplamaktır (Sen 1968). R programında Sen'in eğim değeri *trend* paketindeki `sens.slope()` fonksiyonu yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Pohlert 2023).

```
sens.slope(x)
```

```
##
## Sen's slope
##
## data: x
## z = 3.1784, n = 13, p-value = 0.001481
## alternative hypothesis: true z is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.7 2.0
```

```
## sample estimates:  
## Sen's slope  
##          1.45
```

Buna göre eğim değeri 1.45 olup, pozitif olduğu için trendin artış yönünde olduğu görülmüştür. Buna göre birim zamanda x değerinin 1.45 birim arttığı söylenebilir. Bu eğim katsayısının %99 güvenle istatistiksel olarak anlamlı olduğu da p değerine bakılarak görülmektedir (p değeri=0.001481<0.01).

Kaynaklar

- Dickey, David A., and Wayne A. Fuller. 1979. "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Journal of the American Statistical Association* 74 (366): 427. <https://doi.org/10.2307/2286348>.
- Patakamuri, Sandeep Kumar, and Bappa Das. 2022. "Trendchange: Innovative Trend Analysis and Time-Series Change Point Analysis." <https://CRAN.R-project.org/package=trendchange>.
- Pohlert, Thorsten. 2023. "Trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection." <https://CRAN.R-project.org/package=trend>.
- Sen, Pranab Kumar. 1968. "Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau." *Journal of the American Statistical Association* 63 (324): 1379–89. <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.
- Şen, Zekâi. 2012. "Innovative Trend Analysis Methodology." *Journal of Hydrologic Engineering* 17 (9): 1042–46. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)he.1943-5584.0000556](https://doi.org/10.1061/(asce)he.1943-5584.0000556).
- Trapletti, Adrian, and Kurt Hornik. 2024. "Tseries: Time Series Analysis and Computational Finance." <https://CRAN.R-project.org/package=tseries>.