

## Trabzon İli Yağışlarının Eğilim Analizi

### Trend Analyses of Precipitation of Trabzon Province, Northeastern Turkey

Murat KANKAL<sup>\*a</sup>, Fatma AKÇAY<sup>b</sup>

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa

• Geliş tarihi / Received: 27.07.2018 • Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 03.10.2018 • Kabul tarihi / Accepted: 31.10.2018

#### Öz

Hidrolojik ve meteorolojik çalışmalar, hidrolojik süreçlerin ve su kaynaklarının iklim değişikliği sebebi ile özellikle sera gazları ve sıcaklığın artmasıyla önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin en önemli ili olan Trabzon'daki yağışların eğilim analizleri Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Eğilim yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda; Trabzon'da bulunan iki adet meteoroloji istasyonuna (Trabzon ve Akçaabat) ait yıllık, mevsimlik ve aylık bazda toplam yağış verileri kullanılmıştır. Eğilim analizine geçilmeden önce, yıllık toplam yağış verilerine iklime bağlı olmayan değişiklikler olup olmadığını belirlemek amacıyla Standart Normal Homojenlik ve Von-Neumann testleri uygulanmıştır. Mann-Kendall Yöntemi uygulanmadan önce verilerin içsel bağımlılıklarına bakılmıştır. İçsel bağımlılığa sahip veriler Trend Free Prewhitening Yöntemi ile arındırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde; Mann-Kendall Yöntemi'ne göre çoğunlukla eğilime rastlanmazken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre beş değişik veri aralığı için farklı eğilimler görülmüştür. Her iki istasyonda sonbahar ve ilkbaharda genelde artan eğilimlere rastlanılmıştır. Yaz mevsimi için Trabzon istasyonunda genellikle eğilim görülmezken, Akçaabat istasyonunda azalan yönde eğilim ortaya çıkmıştır. Yıllık toplam yağışlar değerlendirildiğinde, Trabzon istasyonu için genellikle artan, Akçaabat istasyonu için ise genellikle değişmeyen eğilimler bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Doğu Karadeniz Havzası, Eğilim Analizi, İklim Değişikliği, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi

#### Abstract

Hydrological and meteorological studies have showed that hydrological processes and water resources have been significantly affected by climate change and especially by increasing greenhouse gases and temperature. In this study, trend analysis of precipitation in Trabzon, which is the most important province of Eastern Black Sea Region, was carried out using Mann-Kendall and Şen's Innovative Trend methods. For this purpose; total precipitation time series on annual, seasonal and monthly basis for two meteorological stations in Trabzon (Trabzon and Akçaabat) were used. Prior to trend analysis, Standard Normal Homogeneity and Von-Neumann tests were performed on the annual total precipitation data so as to test whether the nonclimatic changes occurred in time. Before applying Mann-Kendall Method, serial dependence of the data was examined. The data having serial dependence were removed by using Trend Free Prewhitening Method. When the results are analyzed; while trends were generally not detected in the Mann-Kendall Method, according to, there were various trends in five different data ranges of the Şen's Innovative Trend Method. In both stations, increasing trends were generally observed in autumn and spring. While there was generally no trend in the Trabzon station for the summer, the decreasing trend appeared in the Akçaabat station. When the annual total precipitation of different data ranges was evaluated, generally increasing trends for Trabzon station, and no trends for Akçaabat station were found.

**Keywords:** Eastern Black Sea Basin, Trend Analyses, Climate Change, Şen's Innovative Trend Method

<sup>\*a</sup> Murat KANKAL; mkankal@uludag.edu.tr; Tel: (0224) 275 52 90; orcid.org/0000-0003-0897-4742

<sup>b</sup> orcid.org/0000-0001-8129-3009

## 1. Giriş

Hidrolojik ve meteorolojik çalışmalar su kaynaklarının ve hidrolojik süreçlerin iklim değişikliği sebebi ile özellikle sera gazları ve sıcaklığın artmasıyla önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin 5. Değerlendirme Raporunda da ifade edildiği gibi iklimin en önemli parametrelerinden olan yağış ve sıcaklık değerlerinde dünyanın birçok bölgesinde önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu raporda ayrıca küresel anlamda meydana gelen sıcaklık değişiminin %95-100 oranında insan etkisiyle meydana geldiği kesin bir ifade ile vurgulanmıştır (IPCC, 2013).

Türkiye’de tatlı su kaynakları sanılanın aksine kısıtlıdır. Uzun yıllar dikkate alınarak hesaplanan yıllık yağış ortalaması 622.7 m’dir. Türkiye’de kullanılabilir su miktarı yaklaşık olarak yıllık 112 milyar m<sup>3</sup>tür (MGM, 2018a; DSİ, 2018). Türkiye’de; yalnızca tatlı suların az olması ve yağış miktarının dünyadaki ortalama değerden düşük olması söz konusu değildir, bununla birlikte hızla artan bir nüfus, sanayileşme, kirlilik ve bilhassa iklimsel değişimler gibi sebeplerden dolayı; kullanılabilir su kaynaklarının korunması büyük öneme sahiptir. Ülkemizin, iklimsel değişimler nedeniyle oluşan özellikle kullanılabilir su miktarının azalması, kuraklık, çölleşme ve orman yangınları ve bu durumlarla ilişkili olan doğal yapının tahrip olması gibi istenmeyen durumlarla karşılaşması muhtemeldir. Bu sebeple ülkemiz iklimsel değişimlerin olası etkilerini derin bir şekilde hissedecek risk grubu ülkeler arasındadır (Türkeş, 2002).

Yağış, günlük yaşantımızı etkilemesi bakımından hidrolojik döngünün en önemli unsurlarından biridir. Bu nedenle; yağışın eğiliminin incelenmesine, iklimsel değişimlerin anlaşılmasına yönelik bir başlangıç noktası olarak bakılabilir. Nüfusun giderek artmasıyla daha çok miktarda su ve enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum yağış değişmelerine sosyal ve ekonomik açılardan daha hassas bir yapıda olmamıza ve bu konularda gerçekleştirilen çalışmaların da giderek çoğalmasına neden olmuştur (Acar ve Şenocak, 2007; Özfidaner vd., 2016). Yağış tarıma dayalı üretim ve su kaynaklarının değerlendirilmeleri hususlarında büyük öneme sahip bir meteorolojik değişkendir. Yağışların artan ya da azalan yönde değişim göstermesi, hidroloji ve su kaynakları açısından çok önemli sonuçlar ortaya çıkartabilir. Düşük veya kuraklığa neden olabilecek akımlar, en çok yağışlarda mevsimsel ölçekte yaşanan değişimler, yıllar itibarıyla ortaya çıkan

farklılıklar ve uzun kuraklık süreçleri tarafından etkilenmektedir (Özfidaner vd., 2016) Hidrolojik çalışmalarda çok önemli olan yağışların ölçülmesinin; hidroelektrik potansiyelin, içme veya sulama suyu ihtiyacının, bölgedeki taşkın oluşma sıklığı ve büyüklüğünün belirlenmesi açısından çok önemli olduğu ortadadır. Bu bağlamda, yağış değişkeninin hangi doğrultuda bir yönelime sahip olduğunu bulabilmek ve buna bağlı önlemler almak ise ayrıca önemlidir.

Doğu Karadeniz Bölgesi’nin arazi yapısının çok dik eğimli olması ve Türkiye’nin en çok yağış alan bölgesi olmasından dolayı, bölge taşkın açısından risklidir (Karagül, 1999). Bu bölgedeki yağış eğiliminin artması taşkın riskini de arttıracaktır. Çalışma bölgesi olarak belirlenen Trabzon İli, bölgenin en kalabalık şehri konumundadır. Bu nedenle bu ile ait istasyonlarındaki yıllar içerisindeki yağış eğiliminin belirlenmesi çok önemlidir. Bu doğrultuda yapılmış ve Trabzon İli’ni de içerecek şekilde Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yağışların değişimini inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Saplıoğlu ve Çoban, 2013; Çeribaşı ve Doğan, 2015; Ay ve Kisi, 2015; Çanlı, 2015; Polat ve Sunkar, 2017). Saplıoğlu ve Çoban (2013), Karadeniz Bölgesi içerisinde bulunan 18 yağış ölçüm istasyonuna ait 1971-2010 yılları arasındaki yıllık toplam yağış değerlerine Mann-Kendall, regresyon ve Şen’in Yenilikçi Eğilim yöntemleri kullanarak eğilim (trend) analizi yapmışlardır. Çeribaşı ve Doğan (2015) Batı ve Doğu Karadeniz havzaları ile Sakarya Havzası yıllık ortalama yağış değerleri için Spearman’ın Rho ve Mann-Kendall yöntemleri ile eğilim analizi gerçekleştirmişlerdir. Doğu Karadeniz Havzası’ndaki istasyonlar için gözlem dönemi 1979-2012 yılları arasındadır. Ay ve Kisi (2015) diğer çalışmalardan farklı olarak, aylık toplam yağış yüksekliklerinin değişimlerini incelemiş, bu amaçla Türkiye’nin değişik bölgelerinde bulunan beş adet yağış gözlem istasyonu seçmişlerdir. Eğilim analizini 1970-2011 yılları arasındaki veriler için Mann-Kendall ve Şen’in Yenilikçi Eğilim yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çanlı (2015) çalışmasında 1961-2013 yılları arasında Trabzon, Giresun, Rize ve Artvin illeri için aylık en küçük, en büyük ve ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılarak mevsimsel ve yıllık eğilimleri Mann-Kendall ve regresyon yöntemleri ile incelenmiştir. Polat ve Sunkar (2017) tarafından yürütülmüş olan çalışma Rize İli’nin iklim özellikleri belirleme amacıyla gerçekleştirilmiştir. İklim özelliklerini belirlerken Rize ve çevresinde bulunan Rize, Pazar, Hopa ve Trabzon meteoroloji istasyonlarından elde edilen

1970-2014 yılları arasındaki verilerden faydalanılmıştır. İklim özelliklerinin yanında, yıllık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine Mann-Kendall ve Sen'in Eğilim Eğim yöntemleri ile eğilim analizi yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen çalışmalar ile mevcut çalışmaya ait özet bilgiler Tablo 1'de sunulmaktadır. Tabloda, incelenen istasyonlar

olarak sadece bu çalışma ile ortak olanlar belirtilmiştir. Tablo dikkatli incelendiğinde, bu çalışmada kullanılan verilerin daha güncel ve uzun aralıkta olduğu görülmektedir. Bunun yanında çalışmalar genel olarak yıllık yağış verileri üzerinden yapılmıştır. Aylık ve mevsimlik bazda Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ni kullanarak yapılan bir eğilim analizine rastlanmamıştır.

**Tablo 1.** Geçmiş çalışmalara ait özet bilgiler

Çalışma	İncelenen İstasyonlar (ortak)	Veri Aralığı (yıl)	Yöntem	Yağış verisi inceleme aralığı
Saplıoğlu ve Çoban (2013)	Trabzon	1971-2010	Mann-Kendall, Regresyon, Şen'in Yenilikçi Eğilim	Yıllık
Çeribaşı ve Doğan (2015)	Trabzon, Akçaabat	1979-2012	Mann-Kendall, Spearman'ın Rho	Yıllık
Ay ve Kisi (2015)	Trabzon	1970-2005	Mann-Kendall	Aylık
Çanlı (2015)	Trabzon	1961-2013	Mann-Kendall, Regresyon	Mevsimlik, Yıllık
Polat ve Sunkar (2017)	Trabzon	1970-2014	Mann-Kendall, Sen'in Eğilim Eğim	Yıllık
Bu çalışma	Trabzon, Akçaabat	1948-2017 (Trabzon), 1964-2017 (Akçaabat)	Mann-Kendall, Şen'in Yenilikçi Eğilim	Aylık, Mevsimlik, Yıllık

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin merkezi konumundaki Trabzon İli'nin yağışlarına eğilim analizi uygulanarak geçmiş yıllardaki değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda il içerisinde eğilim analizine uygun iki adet meteoroloji istasyonu (Trabzon ve Akçaabat) belirlenmiştir. İstasyonlara ait yıllık toplam yağış verileri, iklime bağlı olmayan bir değişim olup olmadığını belirlemek için Standart Normal Homojenlik ve Von-Neumann testleri ile kontrol edilmiştir. Daha sonra, Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Eğilim yöntemleri kullanılarak yıllık, mevsimlik ve aylık olmak üzere eğilim analizleri yapılmıştır. Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamadan önce verilerin içsel bağımlılığı olup olmadığı belirlenmiş ve içsel bağımlılık tespit edilen veriler, Trend Free Prewhitening (TFPW) Yöntemi kullanılarak arındırılmıştır.

## 2. Çalışma Alanı ve Kullanılan Veriler

Çalışma alanı olarak belirlenen Trabzon İli Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan en önemli ildir. Çalışma konusu olan yağışların; akımı dolayısıyla taşkın ve su kullanımı durumunu doğrudan etkilemesi nedeniyle, bu kısımda Doğu Karadeniz Havza'sı ile ilgili bilgiler verilecektir. Türkiye'nin kuzeydoğu kısmında bulunan havzanın sınırları 40°15'-41°34' kuzey enlemleri ve 36°43'- 41°35' doğu boylamlarından geçmektedir (Şekil 1).

Havzanın güneyinde Doğu Karadeniz Dağları kuzeyinde ise Karadeniz bulunmaktadır. Havza batıdan Terme Çayı ile doğudan Gürcistan ile sınırlandırılmıştır. Bölgedeki en engebeli ve ortalama yüksekliğin en fazla olduğu bölümdür. Havzanın yağış alanı 24077 km<sup>2</sup> olup, yıllık ortalama olarak 14.90 km<sup>3</sup>'lük yüzeysel su potansiyeline sahiptir (Yukse vd., 2013).

Doğu Karadeniz Havzası'nın iklimsel yapısı her mevsimde büyük miktarda yağış alan şekildedir. Kıyıya çok yakın bir bölgeden yükselen dağlar, denizin olası etkilerinin iç bölgelere ulaşmasını engellerken, kıyıda kalan bölümün ılıman bir yapıda kalmasını sağlamıştır. Kıyı bölgesinden içeri doğru ilerledikçe yağış miktarı azalmakta ve sıcaklık düşmektedir. Doğu Karadeniz Havzası'nın arazi yapısı nedeniyle Trabzon İli'nin doğu kısımlarından itibaren yağışlar yükselmekte ve Hopa İlçesi'ne doğru en büyük değerini almaktadır (Karstarlı vd., 2011). Doğu Karadeniz Havzası'nda, merkezi kıyıda bulunan illerdeki yıllık toplam yağış değerleri, 820 mm ile 2299 mm arasında değişmektedir (Ordu için 1038 mm, Giresun için 1286 mm, Trabzon için 820 mm, Rize için 2299 mm; MGM, 2018b). Trabzon, çevresindeki illere göre daha az ortalama toplam yağışa sahiptir, sadece Gümüşhane İli iç kısımda bulunması nedeniyle Trabzon'a göre düşük bir ortalama yağış değerine sahiptir. Doğu Karadeniz

Havzası'nın en kalabalık ili olan Trabzon, 40°30'-41°30' kuzey enlemleri ve 38°30'-40°30' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Trabzon 4664 km<sup>2</sup>'lik alanı olan bir kıyı şehridir. Bunun yanında

şehir yazları çok sıcak, kışları çok soğuk olmayan ılıman bir iklime sahiptir (Demirci ve Cuhadaroglu, 2000; Nacar vd, 2016).



Şekil 1. Doğu Karadeniz Havzası ve Trabzon İli görünümü

Çalışmada Trabzon İli'nde bulunan Trabzon ve Akçaabat meteoroloji istasyonlarına (Şekil 1) ait aylık toplam yağış verilerinden faydalanılmıştır. Mevsimlik ve yıllık toplam yağış değerleri aylık toplamlar kullanılarak hesaplanmıştır. Veriler, Trabzon istasyonunda 1948-2017 ve Akçaabat istasyonunda 1964-2017 yılları arasındadır. İstasyonlara ait yıllık toplam yağış verileri için hesaplanan temel istatistik değerleri Tablo 2'de verilmektedir. Trabzon istasyonunda eksik veri

bulunmazken, Akçaabat istasyonundaki iki aylık eksiklik regresyon yöntemi yardımıyla tamamlanmıştır. Yıllık toplam yağış değerleri dikkate alındığında; en küçük ve en büyük değerler Akçaabat istasyonunda görülmesine karşın, ortalama değer Trabzon istasyonunda daha büyüktür. Değişim katsayıları birbirine yakın çıkmıştır. Bunun yanında; Trabzon istasyonunda çok küçük bir sola çarpıklık görülürken, Akçaabat istasyonundaki çarpıklık sağa doğrudur.

Tablo 2. Trabzon ve Akçaabat istasyonlarına ait yıllık toplam yağış değerlerinin temel istatistikleri

İstasyon Adı	Veri Aralığı	En Küçük Değer (mm)	Ortalama (mm)	En Büyük Değer (mm)	Standart Sapma (mm)	Değişim Katsayısı	Çarpıklık Katsayısı
Trabzon	1948-2017	573.5	810.4	1041.0	123.1	0.15	-0.06
Akçaabat	1964-2017	481.6	722.5	1078.9	115.7	0.16	0.56

### 3. Kullanılan Yöntemler

#### 3.1. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)

Alexandersson (1986) tarafından önerilen bu teste, seriyi ikiye bölecek bir "k" noktası referans alınır ve aşağıda verilen denklem yardımıyla T(k) test istatistiği bulunur.

$$T(k) = k \bar{z}_1^2 + (n-k) \bar{z}_2^2 \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

burada,  $\bar{z}_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) / s$  ve

$$\bar{z}_2 = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n (Y_i - \bar{Y}) / s \text{ dir.}$$

Denklemlerde verilen  $\bar{Y}$  gözlem değerlerinin ortalaması,  $Y_i$  her bir yıl için gözlem değerleri ve s ise standart sapmayı ifade etmektedir. Seride "k" yılında meydana gelecek bir değişim durumunda T(k) en büyük değere ulaşır. Bu durumda  $T_0$  istatistiği aşağıda verilen şekilde hesaplanır.

$$T_0 = \max_{1 \leq k \leq n} T(k) \quad (2)$$

$T_0$  değeri Tablo 3'te verilen kritik değeri aşarsa verilerin homojen olmadığı kabul edilmektedir

**Tablo 3.** Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde  $T_0$  kritik değerleri

Güven Seviyesi \ Veri Sayısı	20	30	40	50	70	100
%99	9.11	10.15	10.77	11.19	11.73	12.22
%95	6.95	7.65	8.10	8.45	8.80	9.15

### 3.2. Von-Neumann Testi

Bu test Von Neumann (1941) tarafından önerilmiştir. Test istatistiği ( $N_{VN}$ ) ardışık farkların kareleri toplamının varyans değerine oranı olarak tanımlanmaktadır.  $N_{VN}$  değeri aşağıda verilen şekilde hesaplanmaktadır.

$$N_{VN} = \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - Y_{i+1})^2 / \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (3)$$

Von-Neumann Testi'nin Buishand (1981) tarafından önerilen kritik değerleri Tablo 4'te sunulmuştur. Bulunan  $N_{VN}$  değeri tablodaki kritik değeri aştığı durumlarda verilerin homojen olduğu kabul edilmektedir.

**Tablo 4.** Veri sayısına bağlı %99 ve 95 güven seviyelerinde  $N_{VN}$  kritik değerleri

Güven Seviyesi \ Veri Sayısı	20	30	40	50	70	100
%99	1.04	1.20	1.29	1.36	1.45	1.54
%95	1.30	1.42	1.49	1.54	1.61	1.67

### 3.3. Mann-Kendall Yöntemi

Eğilim analizi çalışmalarında en yaygın olarak Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan Mann-Kendall Yöntemi kullanılmaktadır. Parametrik olmayan bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır (Çeribaşı ve Doğan, 2015).

Bu yöntem ile bir zaman serisinde artan ya da azalan yönde eğilim olup olmadığına sıfır hipotezi; " $H_0$ : eğilim yok" ile bakılmaktadır. Yöntemin uygulanacağı zaman serisinde  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$   $x_i$  ve  $x_j$  veri çiftleri iki guruba ayrılır.

- $i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P$ ,
- $i < j$  için  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı ise  $M$  olarak gösterilirse test istatistiği ( $S$ ):

$$S = P - M \quad (4)$$

biçiminde ifade edilir. Daha sonra  $S$  ve veri sayısına ( $N$ ) göre Kendall korelasyon katsayısı ( $\tau$ ) aşağıdaki gibi hesap edilir:

$$\tau = \frac{S}{[N(N-1)/2]} \quad (5)$$

$N \geq 10$  için  $S$  değerinin standart sapması ( $\sigma_s$ ) aşağıda verilen şekilde bulunur:

$$\sigma_s = \sqrt{[N(N-1)(2N+5)/18]} \quad (6)$$

Serinin standart sapması belirlendikten sonra standart normal  $Z$  değeri şu şekilde bulunur:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma_s}, & S > 0 \text{ ise} \\ 0, & S = 0 \text{ ise} \\ \frac{S+1}{\sigma_s}, & S < 0 \text{ ise} \end{cases} \quad (7)$$

Yukarıda anlatıldığı şekilde bulunan  $Z$ 'nin mutlak değeri, seçilen  $\alpha$  anlamlılık düzeyine (bu çalışmada %5 olarak seçilmiştir) karşılık gelen normal dağılımın  $Z_{\alpha/2}$  (=1.96) değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Bu da zaman serisinde artan ya da azalan yönde bir değişim olmadığını ortaya koymaktadır.  $Z$ 'nin mutlak değerinin  $Z_{\alpha/2}$  (=1.96) değerinden büyük olması zaman serisinde bir artış ya da azalışın olduğunu göstermektedir.  $S$  değeri sıfırdan büyükse zaman serisinde artan yönde bir eğilim, sıfırdan küçükse



azalan yönde bir eğilim olduğu sonucu elde edilmektedir (Doğan vd., 2016).

Hidrolojik zaman serilerine ait verilerdeki serisel kolerasyon önemli bir sorundur. Bu sorun Mann-Kendall testinin zaman serilerinde pozitif seri korelasyonun varlığına göre önemli bir eğilim tespit etme olasılığını arttırabilmektedir. Bu nedenle, Mann-Kendall Yöntemi'nde serisel korelasyonun etkisini ortadan kaldırmak için ön arındırma (pre-whitening) süreci gerekmektedir (Von Storch ve Navarra, 1995). Bununla birlikte; ön arındırma süreci, normalde var olan bir eğilimi de ortadan kaldırmakta ve Mann-Kendall test sonuçlarının değişmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle Yue vd. (2002), Mann-Kendall testini yapmadan önce kullanılan ve içsel bağımlılığı normalde var olan bir eğilimi ortadan kaldırmadan gideren TFPW yöntemini önermişlerdir. Bu yöntemle ait uygulama adımları Akçay'ın (2018) çalışmasında bulunabilir.

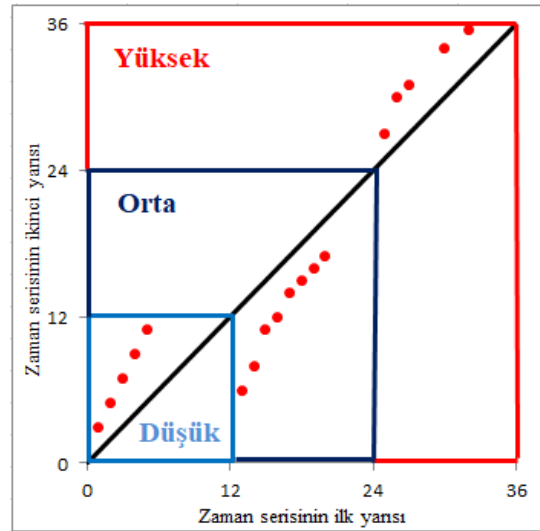
Bu çalışmada; aylık, mevsimlik ve yıllık ölçekte eğilimine bakılan toplam yağış verilerine Mann-Kendall Yöntemi'ni uygulamadan önce oto-korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve verilerin %5 anlamlılık düzeyindeki içsel bağımlılıkları test edilmiştir. İçsel bağımlılığı olan verilere TFPW yöntemi uygulanmış ve Mann-Kendall Yöntemi'nde içsel bağımlılığı giderilmiş yeni zaman serileri kullanılmıştır. Son olarak, Mann-Kendall Yöntemi'nde eğilim tespit edilen verilerin eğimleri Sen (1968) tarafından geliştirilen Sen'in Eğilim Eğim Yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntemle dair ayrıntılar Akçay'a (2018) ait çalışmada bulunabilir.

### 3.4. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi

Şen (2012) iklimsel yönelimleri değerlendirmek için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ni ortaya koymuştur. Bu yöntem, ardışık zaman grupları arasındaki değişimleri incelemeyi sağlayan bir yöntemdir. Veriler ilk veriden itibaren eşit miktarda uzunlukta olacak şekilde iki ayrı veri grubuna ayrılarak, sıralı hale getirilmektedir. Daha sonra veriler ilk seri yatay ekseninde ikinci seri düşey ekseninde olacak şekilde çizilmektedir. Daha sonra 45° doğrusu çizilmekte ve işaretlenen veriler ile kıyaslama yapılmaktadır. Benzer zaman serileri yatay ve düşey eksenlere yerleştirildiğinde 1:1 (45°) doğrusu üzerine yerleşeceklerdir. Dolayısıyla ilk ve ikinci seri çiziminde veriler 1:1 (45°) doğrusu üzerinde dağılıyorsa incelenen seride herhangi bir yönelimin olmadığı anlaşılmaktadır. Bunun yanında dağılım 1:1 (45°) doğrusu üstünde dağılıyorsa artan yönde, altında

dağılıyorsa azalan yönde bir yönelim söz konusu olmaktadır (Alashan vd., 2015).

Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin bir üstünlüğü de analiz edilen verileri küçükten büyüğe doğru farklı sınıflara ayırabilmesidir (Şekil 2). Bu şekilde yapılan bir inceleme ile örneğin taşkın için önemli olan yüksek değerlerdeki debilerin veya kuraklık için önemli olan düşük değerlerdeki debilerin eğilimleri gözlemlene imkânı bulunmaktadır. İncelenen verilerin kaç farklı grupta değerlendirileceğini belirlemek için öncelikle ilk ve ikinci veri gruplarının ayrılıp saçılma diyagramlarını elde etmek ve daha sonra saçılım biçimlerine bağlı olarak bir sonuca varmak daha basit olmaktadır (Dabanlı, 2017). Şekil 2'de bir zaman serisi için sembolik gösterim yapıldığından yatay ve düşey ekseninde birimler verilmemiştir. Bu sembolik gösterimde veriler üç gruba ayrılmış olmasına karşın, veri grubunun özelliklerine bağlı olarak farklı sınıflandırmalar yapılabilmektedir.



Şekil 2. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde sınıflandırılmış saçılım grafiği

Bu çalışmada; yıllık, mevsimlik ve aylık toplam yağış verilerine Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi uygulanmış ve veriler küçükten büyüğe doğru beş farklı sınıfa ayrılmıştır. Sınıflandırma yapılırken eşit aralıklar kullanma zorunluluğu olmamasına karşın, bu çalışmada eşit aralıkların kullanımı tercih edilmiştir. Bunun yanında alt ve üst sınırlar yazarlar tarafından belirlenmiştir. Farklı veri grupları için sınıflandırma yapılırken bu konuda daha önce yapılmış çalışmaların ayrıntılı bir şekilde incelenmesinde büyük fayda görülmektedir.

## 4. Yapılan Çalışmalar

### 4.1. Homojenlik Testi Bulguları

Trabzon ve Akçaabat istasyonlarına ait yıllık toplam yağış verilerinin homojen olup olmadığı SNHT ve Von-Neumann Testi ile %95 güven düzeyi için belirlenmiştir. Testlere ait  $T_0$  ve  $N_{VN}$  değerleri, sırasıyla Trabzon istasyonu için 5.369 ve 1.912 ve Akçaabat istasyonu için 4.797 ve 1.993 olarak belirlenmiştir. Bu değerler; her iki istasyonun verilerinin iki yonteme göre de homojen olduğu göstermektedir.

### 4.2. Mann-Kendall Yöntemi Bulguları

Bu kısımda analizlere geçilmeden önce, istasyonlara ait aylık, mevsimlik ve yıllık toplam

yağış verilerinin otokorelasyon katsayı değerleri hesaplanmıştır (Tablo 5). Daha sonra; %95 güven düzeyi için içsel bağımlılık bulunan Trabzon istasyonunun ilkbahar verilerine, bu bağımlılığın giderilmesi amacıyla TFPW Yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra Mann-Kendall Yöntemi ile eğilim analizi uygulanmıştır.

Mann-Kendall Yöntemi'nden yıllık toplam yağış değerleri için elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmaktadır. Tabloya bakıldığında; belirlenen Z değerlerinin mutlak değerleri, sırasıyla %90 ve %95 güven seviyesi için kritik değerler olan 1.645 ve 1.96'dan daha düşük değerde olduğundan  $H_0$  hipotezi kabul edilmiş ve bu şekilde istasyonlarda istatistik olarak anlamlı bir yönelim ortaya çıkmamıştır.

**Tablo 5.** İstasyonların aylık, mevsimlik ve yıllık toplam yağış değerleri için otokorelasyon katsayıları

İstasyon	N	$\frac{1.96}{\sqrt{N}}$	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Yıllık
Trabzon	70	0.234	0.10	0.10	-0.07	-0.17	$-8 \cdot 10^{-4}$	-0.07	-0.15	-0.14	-0.05	-0.14	-0.22	-0.10	-0.11	0.05	<b>0.25</b>	-0.18	0.04
Akçaabat	54	0.267	-0.004	-0.04	0.01	-0.13	0.11	0.06	-0.18	-0.13	-0.06	0.04	-0.16	-0.10	-0.07	-0.18	-0.24	-0.12	-0.006

**Tablo 6.** Mann-Kendall Yöntemi'nin yıllık toplam yağış değerleri için elde edilen bulguları

İstasyon	Mann-Kendall Test İstatistiği	Z Değeri	%90 Güven Seviyesi	%95 Güven Seviyesi
Trabzon	265	1.33839	Eğilim yok	Eğilim yok
Akçaabat	35	0.25365	Eğilim yok	Eğilim yok

Mann-Kendall Yöntemi için mevsimsel toplam yağış değerlerinden elde edilen bulgular Tablo 7'de verilmektedir. Tablodan mevsimsel toplam yağışlarda büyük oranda bir eğilime ratslanmadığı açıkça görülmektedir. Buna ilaveten; Trabzon istasyonu için %90 güven seviyesinde sonbahar ve ilkbahar aylarında istatistiksel olarak anlamlı artan yönde eğilimler görülmüştür.

Aylık toplam yağış değerleri için Mann-Kendall Yöntemi kullanılarak yapılan analize ait bulgular Tablo 8'de sunulmaktadır. Tablodan aylık toplam yağışlarda Mann-Kendall Yöntemi'ne göre çoğunlukla eğilim bulunmadığı görülmektedir. Bunun yanında; Trabzon istasyonu için her iki güven seviyesinde (%90 ve %95) Ekim ayında ve Akçaabat istasyonu için %90 güven seviyesinde

Mart ayında istatistiksel olarak anlamlı artan yönde eğilimler tespit edilmiştir.

### 4.3. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi Bulguları

Şekil 3'te Trabzon ve Akçaabat istasyonları için yıllık toplam yağış verileri kullanılarak elde edilen Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin saçılım dağılımları sunulmaktadır. Saçılım dağılımlarının sınıflandırılmasında uzman görüşü gerektiğinden, verilerin sınıflandırılmasında farklı değerlendirme durumları söz konusu olabilmektedir. Makalede kullanılan veriler "çok düşük", "düşük", "orta", "yüksek" ve "çok yüksek" değerler biçiminde gruplanmıştır. Şekil 3'te Trabzon ve Akçaabat istasyonları için verilerin sınıflandırma grafiği sunulmuştur.

**Tablo 7.** Mann-Kendall Yöntemi için mevsimsel toplam yağış değerlerinin bulguları

İstasyon	Mevsimler	Mann-Kendall Test İstatistiği	Z Değeri	%90 Güven Seviyesi	%95 Güven Seviyesi	Sen'in Eğimi
Trabzon	Sonbahar	344	1.73891	<b>Artan eğilim</b>	Eğilim yok	0.7933
	Kış	-115	-0.57796	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	İlkbahar	336	1.73514	<b>Artan eğilim</b>	Eğilim yok	0.4498
	Yaz	28	0.13688	Eğilim yok	Eğilim yok	-
Akçaabat	Sonbahar	110	0.81321	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Kış	-61	-0.44762	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	İlkbahar	205	1.52192	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Yaz	-108	-0.79829	Eğilim yok	Eğilim yok	-

**Tablo 8.** Aylık toplam yağış değerleri için Mann-Kendall Yöntemi'nin bulguları

İstasyon	Aylar	Mann-Kendall Test İstatistiği	Z Değeri	%90 Güven Seviyesi	%95 Güven Seviyesi	Sen'in Eğimi
Trabzon	Ocak	125	0.62864	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Şubat	-165	-0.83145	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Mart	259	1.30801	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Nisan	307	1.55140	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Mayıs	75	0.37517	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Haziran	-124	-0.62359	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Temmuz	-74	-0.37011	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Ağustos	1	0.00000	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Eylül	73	0.36502	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Ekim	401	2.02786	<b>Artan eğilim</b>	<b>Artan eğilim</b>	0.7437
	Kasım	47	0.23321	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Aralık	9	0.04056	Eğilim yok	Eğilim yok	-
Akçaabat	Ocak	75	0.55210	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Şubat	95	0.70128	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Mart	223	1.65630	<b>Artan eğilim</b>	Eğilim yok	0.3441
	Nisan	71	0.52229	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Mayıs	60	0.44018	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Haziran	-2	-0.00746	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Temmuz	-29	-0.20890	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Ağustos	-118	-0.87289	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Eylül	131	0.96991	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Ekim	12	0.08207	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Kasım	19	0.13429	Eğilim yok	Eğilim yok	-
	Aralık	-138	-1.02210	Eğilim yok	Eğilim yok	-

Bu grafikte sınıflandırmalara ait bölgelerin net bir şekilde görülebilmesi açısından her bir sınıf aralığı için farklı bir renklendirme kullanılmıştır. Diğer tüm grafiklerde sınıflandırma için eksenlerde bulunan ikincil çizgiler kullanılmıştır.

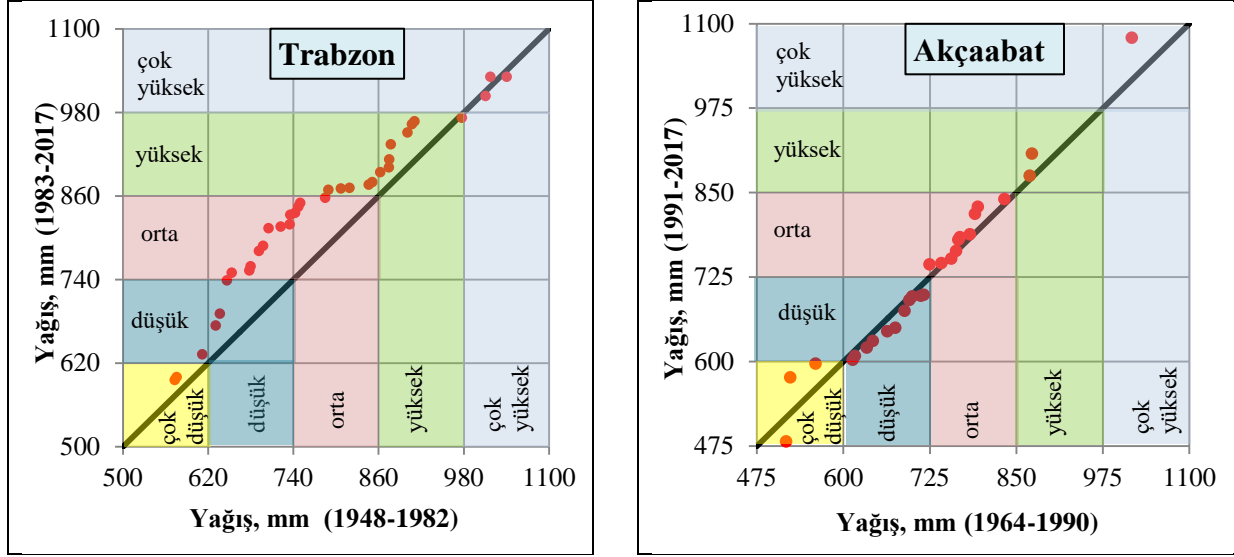
Trabzon ve Akçaabat istasyonlarına ait mevsimsel toplam yağışların eğilim grafikleri Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre sırasıyla Şekil

4 ve 5'te verilmektedir. Bunun yanında, her iki istasyon için aylık toplam yağışlar için de inceleme yapılmış ancak grafikleri çalışma içerisinde sunulmamıştır. Yıllık, mevsimlik ve aylık toplam yağışların dikkate alınarak elde edilen grafiklerin yorumlanması ile elde edilen, beş farklı sınıfa ait değişimler Tablo 9'da sunulmaktadır. Tablo 9'a bakıldığında; Trabzon istasyonu için "çok yüksek" ve "yüksek"



değerlerde Mart, Nisan, Haziran, Temmuz ve Eylül'de artan; Şubat, Mayıs ve Ekim'de azalan yönde eğilim olduğu belirlenmiştir. "Orta" ve "düşük" değerlerin yaklaşık yarısında artma eğilimi gözlenirken, "çok düşük" değerlerde sekiz ayda eğilime rastlanmamıştır. Aynı istasyon için mevsimsel olarak yapılan değerlendirmede, yaz mevsiminde "çok düşük" değerleri içeren veri

grubu dışında herhangi bir eğilime rastlanmamıştır. Bunun yanında diğer mevsimlerde "çok yüksek" değerler için azalan, diğer sınıflandırmaya değerleri için genellikle artan eğilimler belirlenmiştir. Trabzon istasyonu için yıllık toplam yağışlara bakıldığında; "çok yüksek" değerlerde eğilimin olmadığı, diğer sınıflarda ise artan bir eğilim olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Yıllık toplam yağışların Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre eğilim grafikleri

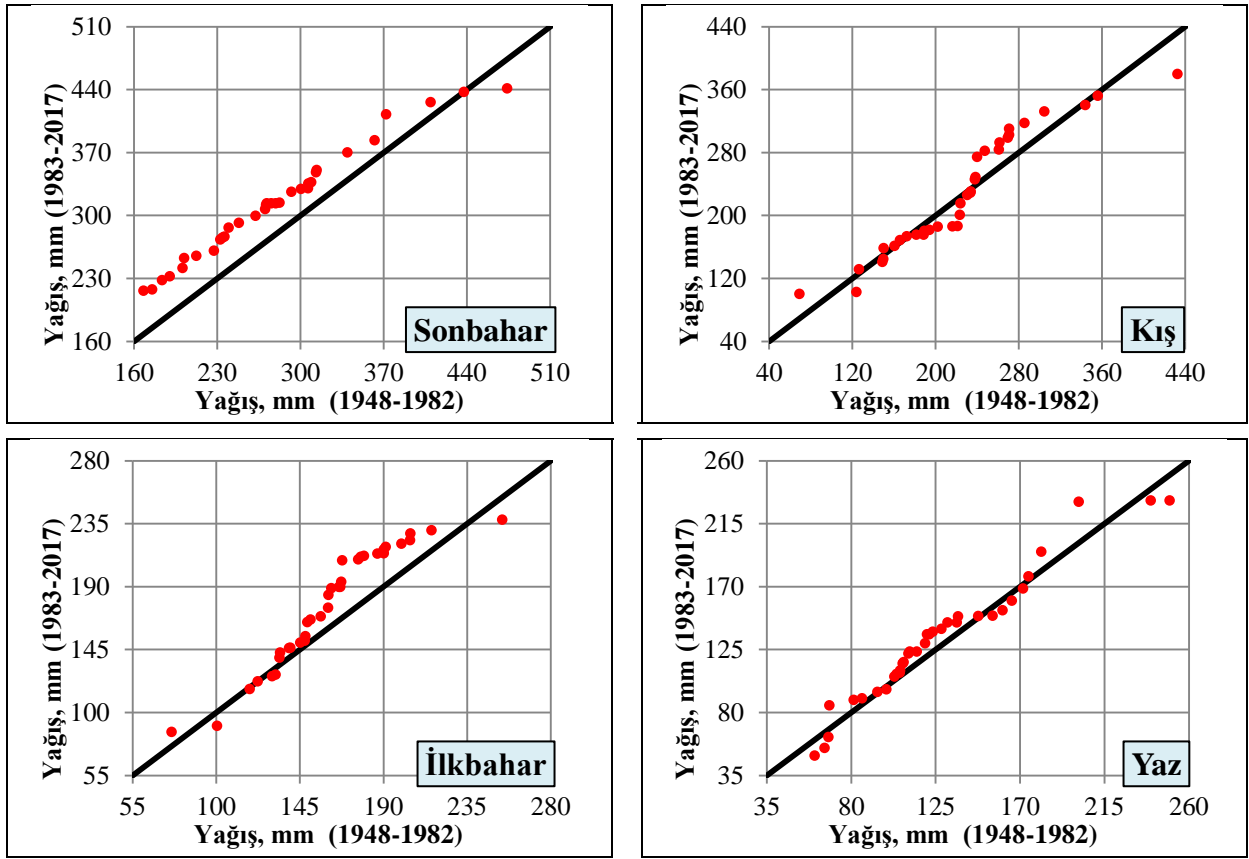
Akçaabat istasyonu aylık değerler için incelendiğinde, Ocak-Nisan ve Eylül-Ekim döneminde tüm sınıflarda ağırlıklı olarak artma eğilimi, bunun aksine Mayıs-Ağustos dönemi ile Aralık ayında çoğunlukla azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir. Mevsimlerin toplam yağışlarına bakıldığında ise, sonbaharda "çok yüksek" değerler dışında artış ve yaz mevsiminde "çok düşük" değerler hariç bir azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde "düşük" sınıfına giren değerler dışında ağırlıklı olarak eğilim tespit edilmemiştir. Akçaabat istasyonunun yıllık toplam verilerinin sadece "çok yüksek" değerlerinde artan yönde eğilim görülmüştür.

#### 4.4. Yöntemlere Ait Bulguların İrdelenmesi

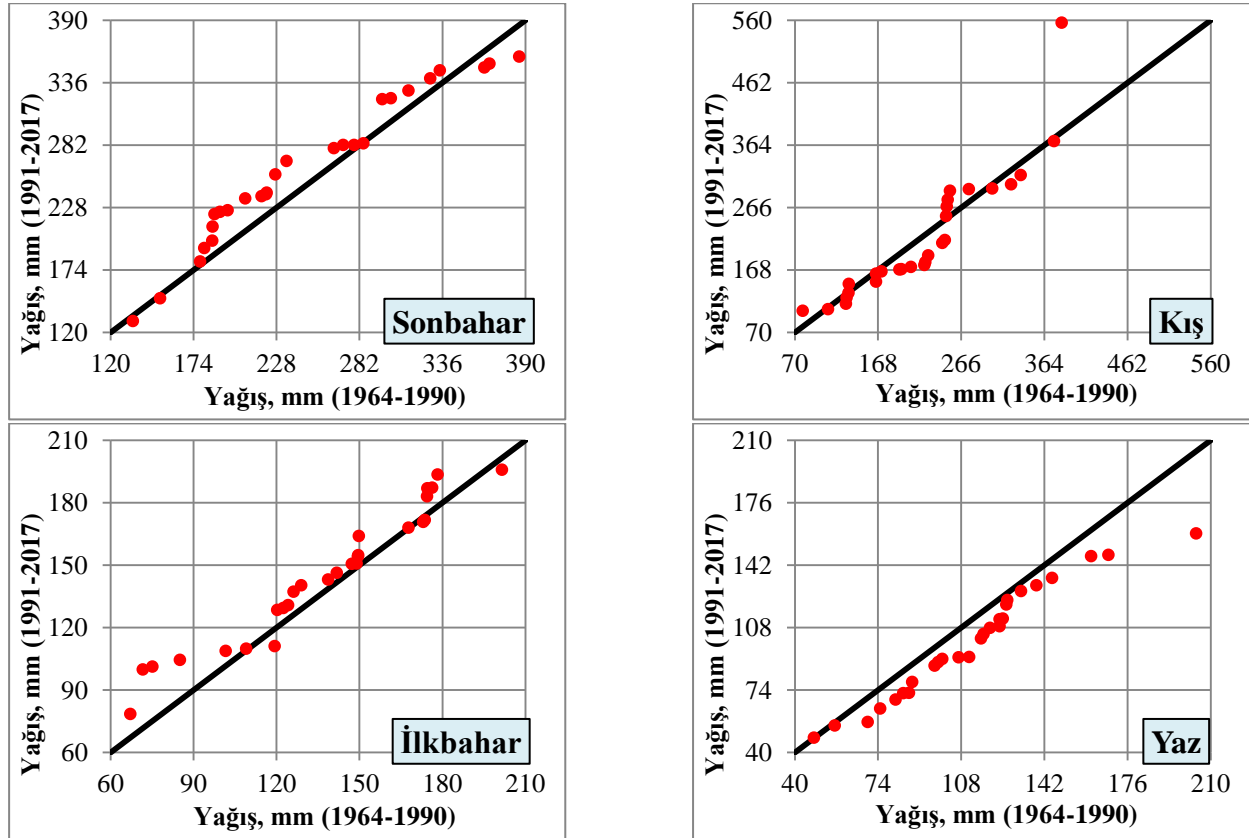
Yıllık toplam yağışlar için; Mann-Kendall Yöntemi'nde iki istasyonda da istatistiksel olarak anlamlı yönelime rastlanmazken Şen'in Yenilikçi Yöntemi için Trabzon istasyonunda "çok yüksek" sınıfına giren veriler hariç artma eğilimi görülürken; Akçaabat istasyonunda "çok yüksek" sınıfı dışında diğer sınıflarda eğilim görülmemiştir. Daha önceki çalışmalara benzer şekilde; bu çalışmada da Mann-Kendall

Yöntemi'nde herhangi bir yönelime rastlanmamasına karşın, özellikle Trabzon istasyonunda Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi için değişik aralıklarda yönelim bulunmuştur (Ay ve Kisi, 2015; Yıldırım, 2015, Dabanlı vd., 2016, Akçay, 2018).

Trabzon istasyonu için mevsimlik toplam yağışların iki yöntem için yönelim analizleri incelendiğinde; Mann-Kendall Yöntemi'ne göre sadece %90 güven seviyesinde sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde artan yönde eğilim görülürken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre yaz mevsimi haricinde farklı veri aralıkları için artan ya da azalan yönde eğilimler gözlenmiştir. Sonbahar için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ndeki "çok yüksek" veri grubundaki değerler dışında iki yöntemde de artan yönde eğilim gözlenmiştir. İlkbahar için Mann-Kendall Yöntemi'nde artan yönde bir yönelim görülürken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde sadece "yüksek" ve "orta" sınıf değerler için artan eğilim görülmüştür. Ancak Şekil 4'te ilkbahar için verilen grafiğe bakıldığında verilerin ağırlıklı olarak bu iki sınıf içerisinde toplandığı görülmektedir.



Şekil 4. Trabzon istasyonunun Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre mevsimlik toplam yağışlarına ait eğilim grafikleri



Şekil 5. Akçaabat istasyonunun Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre mevsimlik toplam yağışlarına ait eğilim grafikleri

**Tablo 9.** Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi için aylık, mevsimlik ve yıllık toplam yağışların sınıflandırılması

İstasyon	Veri Aralığı	Aylık											Mevsimlik				Yıllık	
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Sonbahar	Kış	İlkbahar		Yaz
Trabzon	Çok Yüksek	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	0	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	0	0
	Yüksek	-	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	0	0	↑	↑	↑	0	↑
	Orta	↑	↓	↑	↑	0	↑	-	0	↑	0	↑	↓	↑	0	↑	0	↑
	Düşük	↑	↑	↑	↑	↑	0	↓	↓	↑	↑	↑	0	↑	0	0	0	↑
	Çok Düşük	0	↑	0	↑	0	0	0	0	↓	↑	0	0	↑	↑	0	↓	↑
Akçaabat	Çok Yüksek	↑	↑	↑	0	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	0	↓	↑	↑	↓	↑
	Yüksek	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓	0	↓	↑	0	0	↓	0
	Orta	↑	0	↑	0	↓	↓	↑	↓	↑	↑	0	↓	↑	0	↑	↓	0
	Düşük	0	↑	↑	↑	0	↓	0	0	↑	↑	0	↓	↑	↓	↑	↓	0
	Çok Düşük	0	0	↑	↑	↓	0	↓	↓	0	↑	↓	↓	0	0	↑	0	0
Açıklamalar	↑	Artan Eğilim		↓	Azalan Eğilim		(0)	Eğilim Yok		(-)	Veri Yok							

Akçaabat istasyonunun mevsimlik toplam yağışlarına bakıldığında; Mann-Kendall Yöntemi'ne göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir eğilim görülmezken, Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde mevsimlere ve veri grubuna göre değişen artan ya da azalan eğilimlere rastlanmıştır. Özellikle yaz mevsiminde “çok düşük” veri aralığı dışında azalan yönde bir eğilim görülmüştür. Benzer şekilde azalma eğilimi Mann-Kendall Yöntemi'nde de görülmektedir, ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir. Mann-Kendall Yöntemi'ndeki azalma eğilimi Z değerinin eksi olması ile anlaşılabilir; ancak Z'nin mutlak değerinin 1.96'dan (%95 anlamlılık düzeyi için) küçük olması, azalma eğiliminin istatistiksel olarak anlamlı olmasını engellemektedir. İlkbahar mevsiminde ise “yüksek” veri aralığı dışındaki aralıklarda artan yönde eğilimler tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde, “çok yüksek” veri grubunda azalma, diğer veri gruplarında ise “çok düşük” grubu dışındakilerde artma eğilimi görülmüştür. Kış mevsiminde üç veri grubunda eğilime rastlanmazken, “çok yüksek” sınıfta artan, “düşük” sınıfta ise azalan eğilime rastlanmıştır.

Aylık inceleme yapıldığında; Mann-Kendall Yöntemi'nde Trabzon istasyonu için her iki güven düzeyinde Ekim ayında, Akçaabat istasyonu için %90 güven seviyesinde Mart ayında artan eğilimler tespit edilmiştir. Trabzon istasyonunda artan eğilim belirlenen Ekim ayı için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi benzer bir sonuç vermemiştir. Mann-Kendall Yöntemi'nin aksine “çok yüksek” ve “yüksek değer” veri aralığında azalan eğilimler görülmektedir. Bu farklılığı sebebinin; Şen'in Yenilikçi Yöntemi'nde Mann-Kendall Yöntemi ile uyumlu bir şekilde artan yönde eğilim gösteren “düşük” ve “çok düşük” sınıfta bulunan veri sayısının toplam veri sayısının büyük bir kısmını oluşturması olduğu düşünülmektedir. Akçaabat istasyonunun Mart ayında ise iki yöntem birbiri ile uyum sağlamaktadır. Yukarıda belirtilen aylar dışında; Şen'in Yenilikçi Yöntemi'ne göre, Akçaabat istasyonu için tüm aylarda en az iki farklı sınıfta artan ya da azalan yönde eğilim görülmüştür. Yukarıda bahsedildiği gibi Mann-Kendall Yöntemi'nde her bir istasyonda sadece birer ayda eğilim tespit edilmiştir. Bu yönü ile iki yöntem birbiri ile farklılık göstermektedir.

Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nin asıl avantajı, sınıflandırmalar için eğilim durumu hakkındaki bilimsel sözel bilgiler ortaya koymasıdır. Önceki çalışmalarda; istatistiksel değerlendirmelerin yapıldığı sayısal bilgiler içeren sonuçlara daha sık rastlanmaktadır, ancak önemli sözel bilgiler eksiktir. Sözel bilgi, su kaynaklarının planlama, yönetim, işletme ve bakım aşamalarının tümünde en çok talep edilen bilgidir (Dabanlı vd., 2016).

#### 4.5. Bulguların Önceki Çalışmalarla Kıyaslanması

Saplıoğlu ve Çoban (2013) yaptıkları çalışmada Trabzon istasyonu yıllık ortalama yağışlarını 1971-2010 yılları arasında incelemiştir. Tüm veri gurupları için Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'ne göre artan yönde eğilim tespit etmişlerdir. Saplıoğlu ve Çoban'ın (2013) çalışmasından farklı olarak bu çalışmada yüksek değerlerde eğilime rastlanmamıştır. Bu farklılığın incelenen veri aralığının birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Çeribaşı ve Doğan (2015) çalışmalarında hem Trabzon hem de Akçaabat istasyonundaki yıllık ortalama yağışların 1979-2012 yılları arasındaki eğilimleri Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Her iki istasyonda bu çalışmadaki Mann-Kendall Yöntemi'ne benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir eğilimle karşılaşmamışlardır.

Ay ve Kisi (2015) tarafından Trabzon istasyonu için 1970-2005 yılları arasında yapılan aylık incelemede genellikle artan bir eğilimin olduğu ancak bu eğilimin Mann-Kendall Yöntemi'ne göre sadece Mart ve Ekim aylarında istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Verilerin daha uzun olduğu çalışmamızda, Mann-Kendall Yöntemi'ne göre sadece Ekim ayında istatistiksel olarak anlamlı eğilim gözlenmiştir. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi karşılaştırıldığında bazı aylarda benzer sonuçlar elde edilmiştir, ancak birbirinden farklı eğilim gösteren aylarda mevcuttur. Bu durumun farklı veri aralıklarında değerlendirme yapılmasından kaynaklandığı açıktır. Çanlı (2015) yaptığı çalışmanın özet kısmında uzun yıllar toplam yağış ortalaması değerlendirildiğinde Trabzon istasyonunun dışında artış eğilimi olduğu sonucuna varıldığını ifade etmekte, ancak metin içerisinde Trabzon istasyonunun eğilimi ile ilgili bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle Çanlı (2015) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile kıyaslama yapılamamıştır. Polat ve Sunkar (2017) çalışmalarında Trabzon istasyonu için Mann-Kendall Yöntemi kullanarak 1970-2014 arası

dönemde yıllık ortalama yağış değerlerinde artan bir eğilim olduğu sonucuna varmıştır. Bu sonuç "çok yüksek" değerler sınıfı hariç Şen'in Yenilikçi Yöntemi sonuçları ile uyum sağlamasına karşın, yukarıda bahsedildiği gibi mevcut çalışmamızda yıllık toplam yağışlarda Trabzon istasyonunda Mann-Kendall Yöntemi'nde %90 ve %95 güven düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim ortaya çıkmamıştır.

#### 5. Sonuçlar

Bu çalışmada Trabzon İli'ne ait olan yağışların yıllık, mevsimsel ve aylık eğilimlerini belirlemek için Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Eğilim yöntemleri kullanılmış ve yöntemler hem kendi içinde hem de önceki çalışmalar ile kıyaslanmıştır. Çalışma bölgesi olarak seçilen Trabzon İli, Türkiye'nin en çok yağış alan bölgesi bulunmakta ve nüfus açısından bölgenin en büyük ili konumundadır. Eğilim analizi için Trabzon İli'nde bulunan Trabzon ve Akçaabat istasyonlarına ait veriler kullanılmıştır. Veriler %95 güven düzeyinde SNHT ve Von-Neumann yöntemlerine göre homojen çıkmıştır.

Yıllık, mevsimlik ve aylık toplam yağış değerleri için Mann-Kendall Yöntemi ile yapılan analizde; Trabzon istasyonu için sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde %90 güven seviyesinde ve Ekim ayında %90 ve %95 güven düzeylerinde artan eğilimler, Akçaabat istasyonu için %90 güven düzeyinde Mart ayında yine artan yönde eğilim görülmüştür. Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi'nde ise Mann-Kendall Yöntemi'nin tersine, birçok zaman dilimindeki veri aralıkları için artan ya da azalan yönde eğilimler görülmüştür. Trabzon istasyonu için "çok yüksek" ve "yüksek" veri grubunda Mart, Nisan, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında artan yönde; Şubat, Mayıs ve Ekim aylarında azalan yönde eğilim olduğu görülmüştür. Yaz mevsiminde "çok düşük" veri grubu hariç hiçbir veri aralığı için eğilime rastlanmayan istasyonda, yıllık toplam yağışlara bakıldığında "çok yüksek" veri aralığı dışındaki gruplarda artan yönde bir eğilimin olduğu görülmektedir. Akçaabat istasyonu aylık toplam yağışları değerlendirildiğinde, Ocak-Nisan ve Eylül-Ekim döneminde tüm sınıflarda ağırlıklı olarak artma eğilimi, bunun aksine Mayıs-Ağustos dönemi ile Aralık ayında çoğunlukla azalma eğilimi olduğu görülmüştür. İstasyona ait veriler mevsimsel olarak incelendiğinde; genel olarak sonbaharda ve ilkbaharda artan, yaz mevsiminde ise azalan yönde eğilimler görülmüştür. Kış

mevsimi ile birlikte yıllık toplam yağış değerlerinde de genel olarak eğilime rastlanmamıştır.

Önceki çalışmalarla yapılan karşılaştırmalarda tam olarak bir uyum gözlenmemiştir. Bunun nedeninin farklı aralıkta verilerle inceleme yapıldığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışma sonucunda Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi verileri farklı sınıf için analiz yapılabiliyor olması ve sözel bilgiler vermesi açısından önemli sonuçlar ortaya çıkmasını sağlamış, bu şekilde kuraklık ve taşkın gibi iklimle ilgili hadiseler hususunda fikir sahibi olma imkânı sunmuştur.

## Kaynaklar

- Acar, R. ve Şenocak, S., 2007. Türkiye'deki Kısa Süreli Yağışların Trend Analizi. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildirileri, 11-13 Nisan, İstanbul, Türkiye, s.335-349.
- Akçay, F., 2018. Doğu Karadeniz Havzası Aylık ve Yıllık Ortalama Akımlarının Eğilim (Trend) Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 111s.
- Alashan, S., Toprak Z.F. ve Şen, Z., 2015. İklim Değişikliğinin Murat Nehri Su Gücü Potansiyeline Etkisi, 4. Su Yapıları Sempozyumu Bildirileri, 19-20 Kasım, Antalya, Türkiye, s.331-340.
- Alexandersson, H., 1986. A homogeneity test applied to precipitation data, Journal of Climate, 6(6), 661-675.
- Ay, M. ve Kisi, O., 2015. Investigation of trend analysis of monthly total precipitation by an innovative method. Theoretical and Applied Climatology, 120(3-4), 617-629.
- Buishand, T.A., 1981. The Analysis of Homogeneity of Long-Term Rainfall Records in the Netherlands, KNMI Scientific Report, WR 81-7, KNMI, De Bilt, Netherlands.
- Çanlı, Ö., 2015. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde İklim Değişikliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 51s.
- Çeribaşı, G. ve Doğan, E., 2015. Karadeniz ve Sakarya Havzalarında yıllık ortalama yağışların trend analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 7(1), 1-7.
- Dabanlı, İ., 2017. Türkiye'de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 133s.
- Dabanlı, I., Sen, Z., Yelegen, M.O., Sisman, E., Selek, B. ve Guclu, Y., 2016. Trend assessment by the Innovative-Şen Method. Water Resources Management, 14, 5193-5203.
- Demirci, E. ve Cuhadaroglu, B., 2000. Statistical analysis of wind circulation and air pollution in urban Trabzon. Energy and Buildings, 31(1), 49-53.
- Doğan, E., Çeribaşı, G. ve Akkaya, U., 2016. Barajların nehir akımı rejimine olan etkilerinin trend analizi yöntemi ile araştırılması: Sakarya Nehri örneği. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(1), 50-55.
- DSİ, Devlet Su İşleri (2018, 12 Nisan). Toprak ve Su Kaynakları, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>
- IPCC, 2013. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Karagül, R., 1999. Trabzon-Söğütödere havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı özellikleri ve erozyon eğilimlerinin araştırılması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 53-68.
- Karstarlı, Ç., Kömürcü, M.İ., Akpınar, A., Uzlu, E., Kankal, M. ve Önsoy, H., 2011. Doğu Karadeniz Havzasındaki Hidroelektrik Potansiyelin Analizi. 2. Su Yapıları Sempozyumu Bildirileri, 16-18 Eylül, Diyarbakır, s.129-138.
- Kendall, M.G., 1975. Rank Correlation Methods: Charless Griffin, London, 135p.
- Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend. The Econometric Society, 13(3), 245-259.
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2018a, 12 Mayıs). İklim verileri bülteni, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/2017iklimVerileriHaberBulteni.pdf>.
- MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2018b, 12 Mayıs). İllere ait mevsim normalleri, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H>.
- Nacar S., Bayram A. ve Satılmış U., 2016. Temporal Variation of Organic and Inorganic Carbon Transport from the Southeastern Black Sea (Trabzon Province) Rivers, ICENS 2016, 24-28 May, Sarajova, Bosna Hersek, Book of Proceedings, Chapter 7, pp. 1843-1847.
- Özfidaner, M., Şapolyo, D. ve Topaloğlu, F., 2016. İç Anadolu Bölgesi Yağış Verilerinin Gidiş

- Analizi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, TRAGİD özel sayı, 161-168.
- Polat, P. ve Sunkar, M., 2017. Rize'nin iklim özellikleri ve Rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizleri. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 27(1), 1-24.
- Saplıoğlu, K. ve Çoban, E., 2013. Karadeniz Bölgesi Yağış Serilerinin Trend Analizi, VII. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildirileri, 26-27 Eylül, Isparta, Türkiye, s.500-512.
- Sen, P.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. Journal of American Statistical Association, 39, 1379-1389.
- Şen, Z., 2012. Innovative trend analysis methodology. Journal of Hydrologic Engineering, 17(9), 1042-1046.
- Türkeş, M., 2002. Küresel ısınma rekor kırıyor. Bilim ve Teknik, TÜBİTAK, 370, 20-21.
- Von Neumann, J., 1941. Distribution of the ratio of the mean square successive difference to the variance, Annals of Mathematical Statistics, 12(4), 367-395.
- Von Storch, H. ve Navarra, A., 1995. Analysis of Climate Variability: Springer, NewYork, 334p.
- Yıldırım A., 2015. Trend Analizi Yöntemleri: Orta Fırat Havzası Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul, 85s.
- Yue, S., Pilon, P., Phinney, B. ve Cavadias, G., 2002. The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. Hydrological Processes, 16, 1807-1829.
- Yukse, O., Kankal, M. ve Ucuncu, O., 2013. Assessment of big floods in the Eastern Black Sea Basin of Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 185, 797-814.