

Elazığ İli Yağış Verilerinin Trend Analizi

Mahsum AYDIN^{1*}

İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye

*maydin@yyu.edu.tr

(Geliş/Received: 22/09/2022;

Kabul/Accepted: 08/02/2023)

Öz: İklim değişikliği özellikle son yıllarda artan etkisi nedeni ile insan yaşamını ve doğa olaylarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkilerden biri de yağış rejimi üzerinedir. Yağış rejimindeki değişiklikler nedeni ile canlıların ihtiyaç duyduğu su kaynakları azalmakta veya bazı bölgelerde artan yağış miktarları nedeni ile bölgesel felaketler ortaya çıkmaktadır. Su kaynaklarının yönetimi ve taşkın risklerinden korunma çalışmaları için yağış verilerinin yıllar içerisindeki değişiminin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla Elazığ ili yağış verilerinin yıllar içerisindeki trendlerinin incelenmesi amacı ile Elazığ ili sınırları içerisinde bulunan beş adet yağış gözlem istasyonuna ait yıllık toplam yağış verileri ile mevsimsel yağış değerleri kullanılmıştır. Seçilen istasyonlara ait yağış verilerinin yıllar içerisindeki değişimleri Şen'in Yenilikçi Trend Analizi, Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Elazığ ili sınırları içerisinde bulunan Palu istasyonunda kış mevsimi yağışlarında, Keban istasyonunda ise ilkbahar mevsimi yağış değerlerinde her üç trend analizi yöntemine göre azalan yönde anlamlı bir trend olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Şen'in Yenilikçi Trend Analizi, Mann-Kendall Testi, Spearman-Rho Testi, Elazığ, Yağış

Trend Analysis of Elazig Province Precipitation Data

Abstract: In recent years, climate change negatively affects human life and natural events, especially due to its increasing impact. One of these negative effects is on the precipitation regime. Due to the changes in the precipitation regime, the water resources needed by the living things are decreasing or regional disasters occur due to the increased precipitation in some regions. It is of great importance to know the change of precipitation data over the years for the management of water resources and protection from flood risks. For this purpose, annual total precipitation data and seasonal precipitation values of five precipitation observation stations located within the borders of Elazig province were used in order to examine the trends of precipitation data of Elazig province over the years. The changes in precipitation data of selected stations over the years were evaluated using Şen's Innovative Trend Analysis, Mann-Kendall and Spearman-Rho tests. As a result, it has been determined that there is a significant trend in the decreasing direction according to all three trend analysis methods in winter precipitation at Palu station, which is located within the borders of Elazig province, and in spring season precipitation values at Keban station.

Key words: Şen's Innovative Trend Analysis, Mann-Kendall Test, Spearman-Rho Test, Elazig, Precipitation

1. Giriş

Sanayileşmenin etkisi ile gelişen toplumlarda daha fazla fosil yakıt kullanılması ve bunun sonucunda da atmosfere salınan sera gazlarının artması nedeni ile ekolojik dengede meydana gelen değişimler iklim değişikliklerinin hızla artmasına sebep olmaktadır. Bu iklim değişikliği nedeni ile dünya genelinde özellikle yağış ve sıcaklık değerlerinde ciddi değişimler meydana gelmektedir. Özellikle son yıllarda sıcaklık ve yağış gibi parametrelerin iklim değişikliği nedeni ile büyük değişimler göstermesi bu parametrelerin trendlerinin belirlenmesi çalışmalarına ağırlık verilmesine neden olmuştur [1]. Yağışlarda meydana gelen değişimlerin yağış akış ilişkisini büyük ölçüde etkileyeceği bilinmektedir. Bu nedenle iklim değişikliği nedeni ile meydana gelen bu değişikliklerin su yapılarının tasarlanması ve su kaynaklarının işletilmesi çalışmalarında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Yağış verileri ile diğer meteorolojik verilerin yıllar içerisindeki değişimlerini analiz edebilmek amacı ile trend analizi yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler meteorolojik verilerin yıllar içerisinde artan yönde veya azalan yönde bir değişim olup olmadığını tespit etmekte kullanılmaktadır.

Türkiye'de yağış verilerinin yıllar içerisindeki trend değişimlerini inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Büyükyıldız ve Berkay [2] tarafından yapılan çalışmada Sakarya havzası yağış verilerinin trendleri incelenmiştir. Çalışmada Şen'in T, Spearman-Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testleri uygulanmıştır. İncelenen istasyonların yarısında %5 anlamlılık düzeyinde azalan trendlere rastlanmıştır. Çalışmada incelenen 300 aylık dönem içerisinde 44 ayda trend tespit edilmiş ve bu trendlerin %20'sinin artan, %80'inin ise azalan yönde

* Sorumlu yazar: maydin@yyu.edu.tr. Yazarın ORCID numarası: ¹0000-0001-9739-4066

olduğu belirlenmiştir.

Karabulut ve Cosun [3] Kahramanmaraş ili yağış verilerinin trend analizi için Kahramanmaraş ili içerisinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerinin trendlerini Mann-Kendall ve Lineer Regresyon yöntemlerini kullanarak yıllık, mevsimsel ve aylık olarak ele almışlardır. Yağış verilerinde yıllık ve mevsimsel olarak anlamlı bir trend gözlenmemiştir.

Kızılelma vd. [4] İç Anadolu bölgesi sıcaklık ve yağış verilerinin trendlerini incelemişlerdir. Çalışmada Mann-Kendall ve Lineer regresyon yöntemleri kullanılarak özellikle maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklarda istatistiksel olarak anlamlı, artan bir trendin varlığı tespit edilmiştir. Toplam yağışlar için azalan trendlerin en fazla yaşandığı mevsimin ilkbahar olduğundan, sonbahar mevsiminde ise yağışlarda artan bir trendin varlığından bahsedilebileceği belirtilmiştir. Yaz mevsimi ve kış mevsiminde ise istatistiksel olarak anlamlı sayılabilecek bir trende rastlanılmadığı belirtilmiştir.

Polat ve Sunkar [5] tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada Rize ili ve çevresinde sıcaklık ve yağış verilerinin trendleri belirlenmiştir. Çalışmada Mann-Kendall ve Şen trend analizi yöntemleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlara göre Pazar istasyonu dışındaki diğer istasyonlarda sıcaklık değerlerinde artan bir trendin olduğu, yağış verilerinde ise Hopa istasyonu dışındaki diğer istasyonlarda artan bir trendin olduğu tespit edilmiştir.

Ay ve Özyıldırım [6]'ın çalışmasında Yozgat iline ait toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verilerinin trend analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Mann-Kendall ve Şen yöntemleri kullanılmış ve Mann-Kendall testine göre 1970-1992 ve 1993-2016 zaman aralıklarında anlamlı bir trende rastlanmaz iken Şen yöntemi ile yapılan değerlendirmede aylık toplam yağış için artan bir trend tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra 1993-2016 dönemlerine ait ortalama aylık sıcaklık verilerinde artan bir trend olduğu sonucuna varılmıştır.

Şenocak ve Emek [7], Doğu Anadolu bölgesi aylık yağış miktarlarını trend analizi yardımıyla değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında aylık yağışların trendlerini belirlemek amacı ile Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerini kullanmışlardır. Doğu Anadolu içerisinde seçilen 46 adet yağış istasyonuna ait 1960-2013 yılları arası yağış verileri kullanılmış ve yaz aylarında yağışlarda artan bir trend tespit edilirken kış aylarında azalan yönde bir trend tespit edilmiştir.

Coşkun [8] tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada Aras-Kura kapalı havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trendleri incelenmiştir. Çalışmada Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ortalama sıcaklık verilerinde havzanın genelinde artan bir trend olduğu, yağış verileri için Kars ve Ardahan istasyonlarında artan bir trendin belirlendiği ve diğer istasyonlarda ise anlamlı bir trendin bulunmadığı belirtilmiştir. Akım verilerinde ise Kağızman istasyonunda artan trend olduğu Nonak ve Sarısu istasyonlarında ise azalan bir trendin gözlemlendiği belirtilmiştir.

Aydın ve Öz [9] Van Gölü havzasına ait yağış ve sıcaklık verilerinin trendlerini incelemişlerdir. Şen'in Yenilikçi Trend Analizi, Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri kullanılarak yapılan değerlendirmelerde Ahlat ve Erciş istasyonlarına ait yağış verilerinde azalan trend tespit edilirken geriye kalan istasyonlarda belirgin bir trende rastlanmadığı belirtilmiştir. Sıcaklık verileri için yapılan değerlendirmelerde ise Ahlat ve Erciş ilçelerinde trende rastlanmaz iken geriye kalan istasyonların tamamında artan yönde bir trend olduğu sonucuna varılmıştır.

Katipoğlu vd. [10] tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada Yeşilirmak havzasındaki yedi adet istasyona ait akım değerleri kullanılarak akım kuraklık indekslerinin trendleri incelenmiştir. Trendleri belirlemek için ise Mann-Kendall, Şen'in YTA yöntemi ve Thiel Şen yöntemi kullanılmıştır. Havza genelinde kuraklık trendinde artış gözlemlenmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalarda sıcaklık parametresinin Türkiye genelinde artan bir trend gösterdiği söylenebilirken, yağış parametresi için böyle bir genellemenin yapılamayacağı anlaşılmaktadır.

Özellikle son yıllarda Türkiye'de kuraklıktan en çok etkilenen illerden biri de Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Elazığ'dır. Bu nedenle Elazığ ili sınırları içerisinde yağış verilerinin değişimlerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Elazığ iline ait yağış verilerinin trendlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için Elazığ sınırları içerisinde bulunan beş adet meteoroloji gözlem istasyonundan elde edilen yağış verilerinin trendleri Mann-Kendall, Spearman-Rho ve Şen'in Yenilikçi Trend Analizi yöntemleri kullanılarak mevsimsel ve yıllık bazda değerlendirilmiştir.

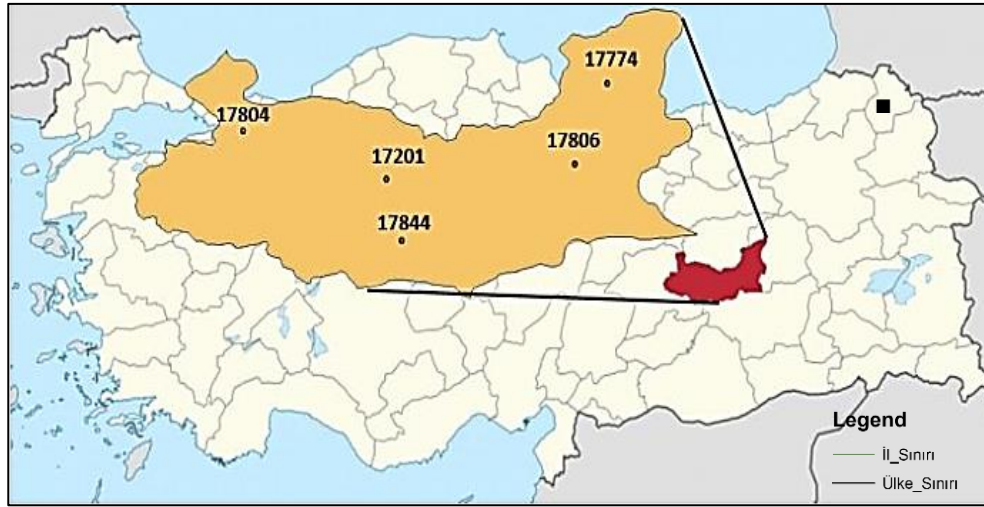
2. Çalışma Alanı ve Kullanılan Veriler

Bu çalışma için Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer alan Elazığ ili seçilmiştir. Elazığ ili Yukarı Fırat Havzası sınırları içerisinde yer almaktadır. 8455 km²'lik bir alana sahip olan Elazığ ilinin rakımı 1067 m'dir. Bölgede özellikle elektrik üretimi amacı ile Fırat nehri üzerinde 1965-1975 yılları arasında inşa edilen Keban Barajı bulunmaktadır. Baraj gölü ve bölge içerisindeki su kaynakları özellikle iklim değişikliğinin etkisi nedeni ile olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle yağış verilerinin trendlerini incelemek amacı ile Elazığ ili sınırları

içerisinde bulunan beş adet meteoroloji gözlem istasyonuna ait aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Seçilen istasyonlara ait bilgiler Çizelge 1’de ve coğrafi konumları ise Şekil 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Seçilen istasyonlara ait bilgiler

İstasyon No	İstasyon Adı	Rasat Süresi	St. Sapma	Çarpıklık	Ortalama	Maks.	Min.
17806	Palu	1965 – 2018	42.600	0.977	44.741	223.9	0
17774	Karakoçan	1980 – 2017	49.510	1.046	53.936	284.5	0
17201	Elazığ	1938 – 2017	31.795	1.048	33.961	218.9	0
17804	Keban	1963 – 2018	29.522	1.264	30.908	190.8	0
17844	Sivrice	1980 – 2017	48.705	1.322	48.387	287.0	0



Şekil 1. Seçilen meteoroloji gözlem istasyonlarının coğrafi konumu [11]

3. Pettitt Homojenlik Testi

Parametrik olmayan bir test olan Pettitt testi, 1979 yılında Pettitt tarafından, zaman serilerindeki değişim noktalarının belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir [12]. Bu çalışmada kullanılan verilere XLSTAT 2022 programı yardımı ile Pettitt homojenlik testi uygulanmıştır. Program yardımı ile hesaplanan p değerinin anlamlılık seviyesi için seçilen alfa değerinden (bu çalışma için alfa değeri 0,05 olarak alınmıştır) küçük olması durumunda H_0 hipotezi reddedilir ve zaman serisinin homojen olmadığı sonucuna varılır. Büyük olması durumunda ise H_0 hipotezi kabul edilerek zaman serisinin homojen olduğu sonucuna varılır [13].

4. Eksik Verilerin Tamamlanması

Eksik veri tamamlama herhangi bir zaman serisi içerisinde kayıp olan verilerin tamamlanması için uygulanan bir prosedürdür. Literatürde eksik veri tamamlama ile ilgili birçok yöntem bulunmaktadır. Eksik olan veriler bu yöntemlerden uygun olan birinin kullanılması yardımıyla tamamlanabilir. Bu yöntemlerden biri en yakın komşu (nearest neighbor) yaklaşımıdır. Nearest neighbor yaklaşımında kovaryans değerlerine dayalı olarak birimler arasındaki mesafeyi ölçmek için bir metrik tanımlanır ve ardından en yakın verilerden elde edilen değerler yardımıyla eksik veriler tamamlanır [14]. Bu çalışmada kullanılan yağış verilerindeki eksik verilerin tamamlanması için XLSTAT 2022 programı yardımıyla nearest neighbor yöntemi uygulanmıştır.

5. Prewhitening Prosedürü

Seriler arasındaki korelasyonun varlığı bazen trend olmasa bile trend varmış gibi bir durumun ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu olumsuz durumun önüne geçilebilmesi amacıyla Von Storch ve Navarra [15] tarafından 1995 yılında prewhitening prosedürü önerilmiştir. Özellikle Mann-Kendall ve Spearman Rho

yöntemleri gibi parametrik olmayan yöntemlerde ortaya çıkabilecek bu olumsuz etkinin giderilebilmesi için prewhitening yöntemi önerilmektedir. Bu amaçla ilk olarak lag 1 yani bir gecikmeli zaman serisi korelasyon katsayısı eşitlik 1 yardımıyla hesaplanır:

$$r_1 = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \mu(x_i)) \cdot (x_{i+1} - \mu(x_{i+1}))}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu(x_i))^2} \quad (1)$$

Burada $\mu(x_i)$ örnek verinin ortalamasını, n ise gözlem sayısını ifade etmektedir [16,17]. Hesaplanan korelasyon katsayısının %95 anlamlılık düzeyi için eşitlik 2 yardımıyla hesaplanan sınırlar arasında olup olmadığı kontrol edilir:

$$\frac{-1-1,645\sqrt{n-2}}{n-1} \leq r_1 \leq \frac{-1+1,645\sqrt{n-2}}{n-1} \quad (2)$$

Hesaplanan korelasyon katsayısının yukarıdaki denklem yardımıyla hesaplanan alt limit ve üst limit değerleri arasında olması durumunda otokorelasyon olmadığı, bu limitlerin dışında olması durumunda ise otokorelasyon olduğu anlaşılır.

Otokorelasyonun varlığının tespit edildiği zaman serisine eşitlik 3 ile verilen prosedür uygulanmak suretiyle prewhitened zaman serisi elde edilmiş olur [17]:

$$(x_2 - r_1 \cdot x_1, x_3 - r_1 \cdot x_2, \dots, \dots, x_n - r_1 \cdot x_{n-1}) \quad (3)$$

6. Trend Analizi

Trend, incelenen herhangi bir bağımsız değişkende inceleme süresi içerisinde gözlenen artış veya azalış olarak tanımlanmaktadır [18, 19]. Trend analizi yöntemleri parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Parametrik yöntemler verilerin eksik olmadığı ve dağılımın normal dağılıma uyduğu veri serilerinde kullanılabilirken, parametrik olmayan yöntemler verilerin dağılımından ve veri eksikliklerinden etkilenmemektedir [20, 2]. Bu nedenle genellikle hidrolojik verilerin normal dağılıma uymamaları sebebi ile parametrik olmayan yöntemler trend analizi hesaplamalarında oldukça sık kullanılabilir. Bu çalışmada Elazığ ili sınırları içerisinde belirlenen istasyonlara ait yağış verileri için parametrik olmayan Spearman – Rho ve Mann – Kendall yöntemleri ile özellikle son yıllarda literatürde sıklıkla kullanılan Şen'in Yenilikçi Trend Analizi yöntemi kullanılarak trend eğilimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

6.1. Spearman – Rho Testi

Parametrik olmayan bir test istatistiğidir. Bu testin uygulanabilmesi için test edilecek verinin büyükten küçüğe veya küçükten büyüğe sıralanmış olması gerekir. Sıra istatistik değeri $R(x_i)$ verilerin küçükten büyüğe sıralanması yardımı ile belirlenir ve Spearman – Rho test istatistiği değeri olan r_s ise 4 no.lu eşitlik yardımı ile belirlenebilir [21, 19]:

$$r_s = 1 - 6 \left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right] / (n^3 - n) \quad (4)$$

Ele alınan veri seti için hesaplanan r_s dağılımı $n > 30$ olması durumunda normal dağılıma yaklaştığından hesaplanan Z değerleri %95 anlamlılık düzeyi için normal dağılım çizelgelerinden elde edilen $Z_{\alpha/2}(1,96)$ değeri ile karşılaştırılarak değerlendirme yapılmaktadır. Z değeri r_s 'nin test istatistiğini ifade etmektedir ve 5 no.lu eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan Z değeri, $Z_{\alpha/2}(1,96)$ değerinden büyük ise belirli bir trendin olduğu ve r_s değerinin pozitif değer alması durumunda artan bir trend olduğu, negatif değerde olması durumunda ise azalan bir trendin olduğu tespit edilir [19]:

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (5)$$

6.2. Mann – Kendall Testi

Bu test Spearman – Rho testi gibi parametrik olmayan bir testtir. Bu amaçla Mann- Kendall test istatistiği olan S değeri 6 no.lu eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (6)$$

Trend analizi $i=1,2,\dots,n-1$ 'e sıralanmış x_i ve $j=i+1,2,\dots,n$ 'e kadar sıralanmış x_j zaman serilerine uygulanır. Referans alınan her bir x_i veri noktası, x_j veri noktalarının geri kalanı ile karşılaştırılır. Eşitlik 6'daki $\text{sgn}(x_j - x_i)$ ifadesi eşitlik 7 yardımı ile belirlenir.

$$\text{Sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1, > (x_j - x_i) \\ 0, = (x_j - x_i) \\ -1, < (x_j - x_i) \end{cases} \quad (7)$$

Varyans istatistiği (Var(S)) ise 8 no.lu eşitlik ile hesaplanmaktadır;

$$\text{Var}(S) = \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i i(i-1)(2i+5) \right] / 18 \quad (8)$$

Burada t_i , i örneğine kadar olan bağların sayısı ve m bağlı sıra guruplarının sayısı olarak kabul edilir. $n > 10$ olması durumunda normal dağılıma yaklaştığı kabulü ile standart normal test istatistiği Z ise eşitlik 9'daki gibi hesaplanır [22, 23]:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Hesaplanan Z değeri yardımı ile istatistiksel olarak anlamlı bir trend olup olmadığı tespit edilir. Hesaplanan Z değeri seçilen anlamlılık düzeyi için belirlenen $Z_{\alpha/2}$ değerinden (bu çalışmada %5 anlamlılık düzeyi için 1.96 değeri belirlenmiştir) küçük ise $Z < Z_{\alpha/2}$ anlamlı bir trend olmadığı, büyük olması durumunda ise trend olduğu sonucuna varılır. Bu durumda hesaplanan S değeri pozitif ise artan bir trend, negatif ise azalan bir trendin olduğunu gösterir.

6.3. Şen'in Yenilikçi Trend Analizi Yöntemi

Şen'in Yenilikçi Trend Analizi yöntemi ilk olarak Şen [1] tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin diğer yöntemlere kıyasla en önemli avantajı, herhangi bir varsayıma veya kısıtlamaya (seri korelasyonu, normal dağılıma sahip olmama ve veri sayısı gibi) ihtiyaç duyulmamasıdır [1, 24].

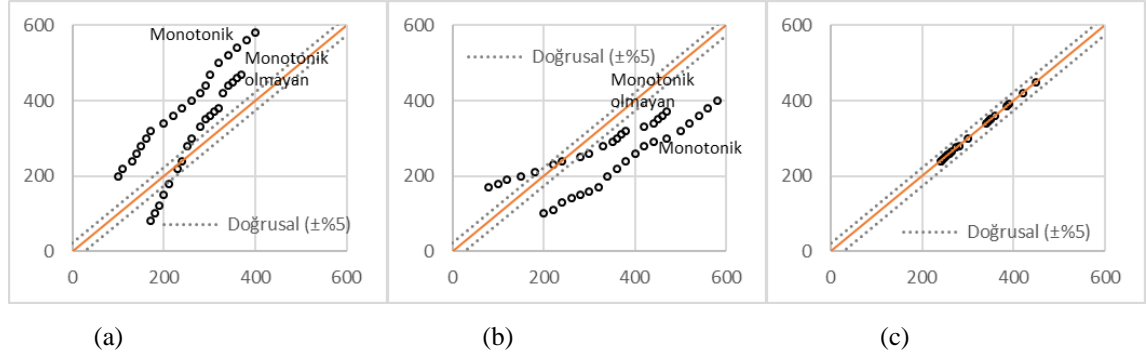
Şen'in Yenilikçi Trend Analizi (YTA) uygulanırken aşağıdaki adımlar sırası ile takip edilir.

- 1- Veri seti iki eşit alt seriye bölünür,
- 2- Her alt seri, küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanır ve birinci alt seri dikey eksene, diğeri yatay eksene gelecek şekilde işaretlenir.
- 3- Veri serilerinin işaretlendiği koordinat sisteminde trendin olmadığını gösteren 45°'lik eğime sahip düz bir çizgi çizilir.
- 4- Elde edilen saçılma diyagramı noktaları incelenerek, aşağıdaki hususlar belirlenmeye çalışılır;
 - a) Eğer saçılma diyagramındaki noktalar 45°'lik eğrinin üstünde çizilen + %5'lik çizginin üstündeki bölgede kalıyor ise bu durumda artan bir trendin olduğu kabul edilir.
 - b) Eğer saçılma diyagramındaki noktalar 45°'lik eğrinin altına çizilen - %5'lik çizginin altındaki

bölgede kalıyor ise bu durumda azalan bir trendin olduğu kabul edilir.

c) Eğer saçılma diyagramındaki noktaların dağılımı 45°'lik çizgiye yakın ve \mp %5'lik çizgilerin arasındaki bölgede kalıyor ise zaman serilerinde anlamlı bir trend olmadığı kabul edilir.

Şen'in YTA yöntemi için artan ve azalan trend ile trend yok durumu şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Şen'in YTA yöntemi için a) Artan Trend, b) Azalan Trend, c) Trend Yok Durumları

7. Bulgular

Bu çalışmada Elazığ ili sınırları içerisinde yer alan beş adet meteoroloji gözlem istasyonundan elde edilen yağış verileri kullanılarak mevsimsel ve yıllık toplam yağış değerlerinin trendlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılmış olan yağış verilerinin uzun dönemlere ait olması sebebi ile bu verilerin homojen olup olmadığının test edilebilmesi amacı ile XLSTAT 2022 programı yardımı ile Pettitt homojenlik testi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan zaman serilerine ait Pettitt homojenlik testi sonuçları çizelge 2'de sunulmaktadır.

Çizelge 2. Pettitt homojenlik testi sonuçları

İstasyon	Test Değerleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Toplam
Sivrice	K	130.000	66.000	124.000	104.000	130.000
	t	2003	1989	1997	1996	1998
	p değeri (çift kuyruklu)	0.545	0.131	0.648	0.991	0.528
	alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Homojenlik Durumu	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen
Karakoçan	K	74.000	66.000	89.000	88.000	62.000
	t	1982	1985	1997	2000	1988
	p değeri (çift kuyruklu)	0.275	0.137	0.592	0.597	0.094
	alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Homojenlik Durumu	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen
Elazığ	K	453.000	259.000	337.000	524.000	396.000
	t	1984	1944	1947	1980	1988
	p değeri (çift kuyruklu)	0.290	0.494	0.866	0.120	0.512
	alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Homojenlik Durumu	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen
Keban	K	322.000	219.000	145.000	214.000	247.000
	t	1984	2006	1985	1968	1969
	p değeri (çift kuyruklu)	0.078	0.609	0.457	0.635	0.372
	alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Homojenlik Durumu	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen
Palu	K	195.000	131.000	121.000	245.000	168.000
	t	2007	1987	1971	1980	1976
	p değeri (çift kuyruklu)	0.742	0.361	0.239	0.289	0.902
	alfa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Homojenlik Durumu	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen	Homojen

Çizelge 2 incelendiğinde Pettitt testi sonucu elde edilen p değerlerinin seçilen anlamlılık düzeyi katsayısı alfa'dan büyük olduğu görülmüş ve dolayısıyla H_0 hipotezi kabul edilerek zaman serilerinin homojen olduğu sonucuna varılmıştır.

Trend analizi için seçilen Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri ile analiz yapılmadan önce çalışmada kullanılacak olan yağış verilerinin otokorelasyona sahip olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Otokorelasyonun varlığı bu gibi parametrik olmayan yöntemlerde trendin belirlenmesinde hatalara sebebiyet verebildiğinden otokorelasyonun varlığının tespit edildiği zaman serilerinin prewhitening prosedürüne tabi tutularak otokorelasyon etkisinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan yağış verileri için hesaplanan korelasyon katsayıları ile %95 anlamlılık düzeyi için eşitlik 2 yardımı ile hesaplanan alt ve üst limit değerleri çizelge 3'te sunulmaktadır.

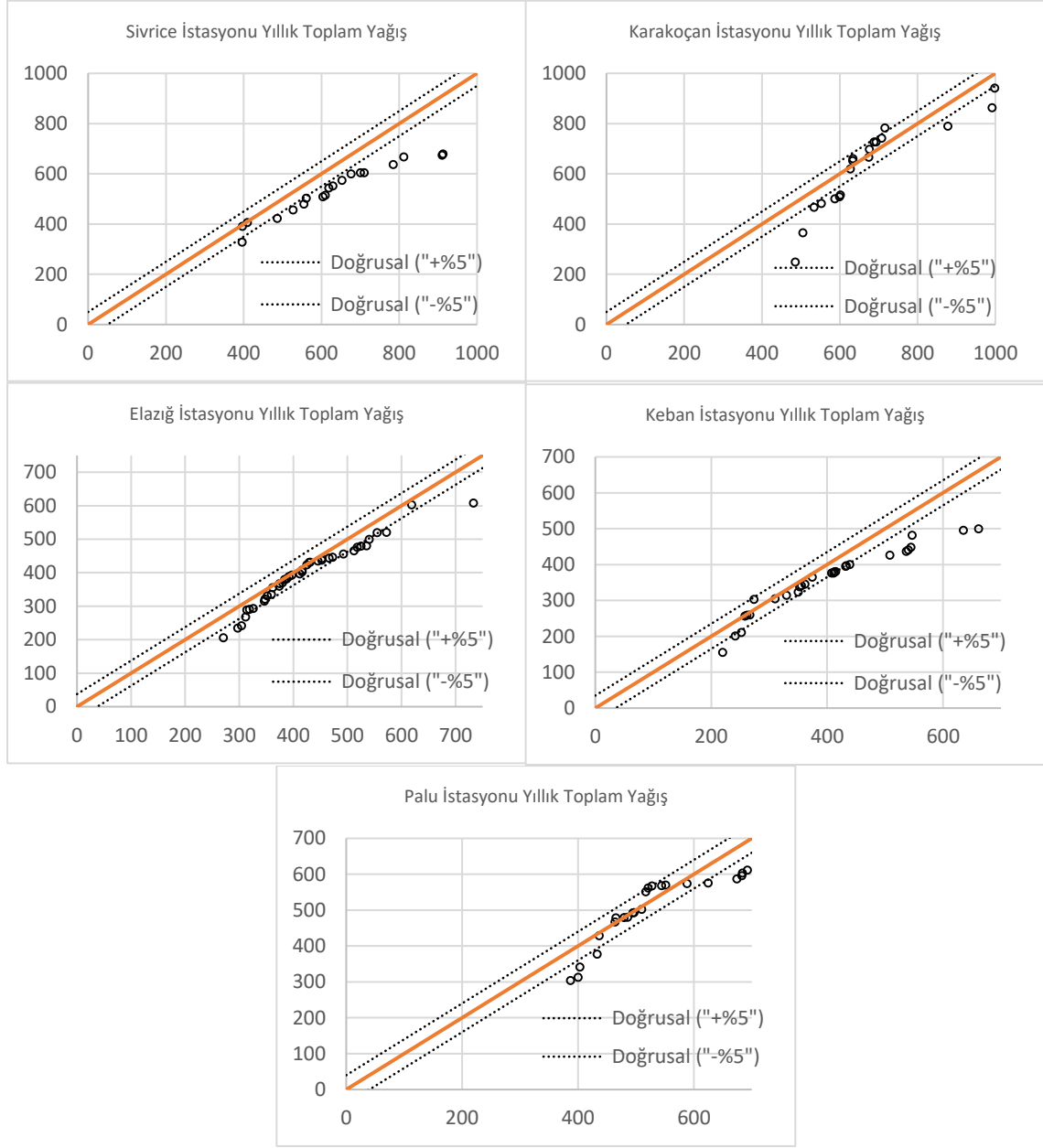
Çizelge 3. Yağış verileri için hesaplanan otokorelasyon değerleri ile alt ve üst limit değerleri

İstasyon Adı		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık Toplam
Elazığ	Üst Limit	0.19656	0.19656	0.19656	0.19656	0.19656
	Korelasyon Katsayısı	-0.14980	-0.20624	0.14231	0.08319	-0.03361
	Alt Limit	-0.19656	-0.19656	-0.19656	-0.19656	-0.19656
	Korelasyon Durumu	YOK	VAR	YOK	YOK	YOK
Keban	Üst Limit	0.23797	0.23797	0.23797	0.23797	0.23797
	Korelasyon Katsayısı	0.01546	0.18536	0.05481	0.21424	0.15436
	Alt Limit	-0.23797	-0.23797	-0.23797	-0.23797	-0.23797
	Korelasyon Durumu	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
Palu	Üst Limit	0.24268	0.24268	0.24268	0.24268	0.24268
	Korelasyon Katsayısı	-0.06565	-0.17749	0.04308	-0.11071	0.21842
	Alt Limit	-0.24268	-0.24268	-0.24268	-0.24268	-0.24268
	Korelasyon Durumu	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
Karakoçan	Üst Limit	0.28964	0.28964	0.28964	0.28964	0.28964
	Korelasyon Katsayısı	-0.03746	-0.15058	0.26330	-0.01382	0.21791
	Alt Limit	-0.28964	-0.28964	-0.28964	-0.28964	-0.28964
	Korelasyon Durumu	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
Sivrice	Üst Limit	0.28964	0.28964	0.28964	0.28964	0.28964
	Korelasyon Katsayısı	-0.04070	-0.34786	0.26629	-0.20151	0.18409
	Alt Limit	-0.28964	-0.28964	-0.28964	-0.28964	-0.28964
	Korelasyon Durumu	YOK	VAR	YOK	YOK	YOK

Çizelge 3'ten de görüldüğü gibi Elazığ ve Sivrice istasyonlarına ait yaz mevsimi yağış verilerinde otokorelasyon tespit edilmiş olup bu zaman serilerine prewhitening prosedürü uygulanmak sureti ile otokorelasyon etkisi giderilmiş veri setleri elde edilerek Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerinde bu veri setleri kullanılmıştır.

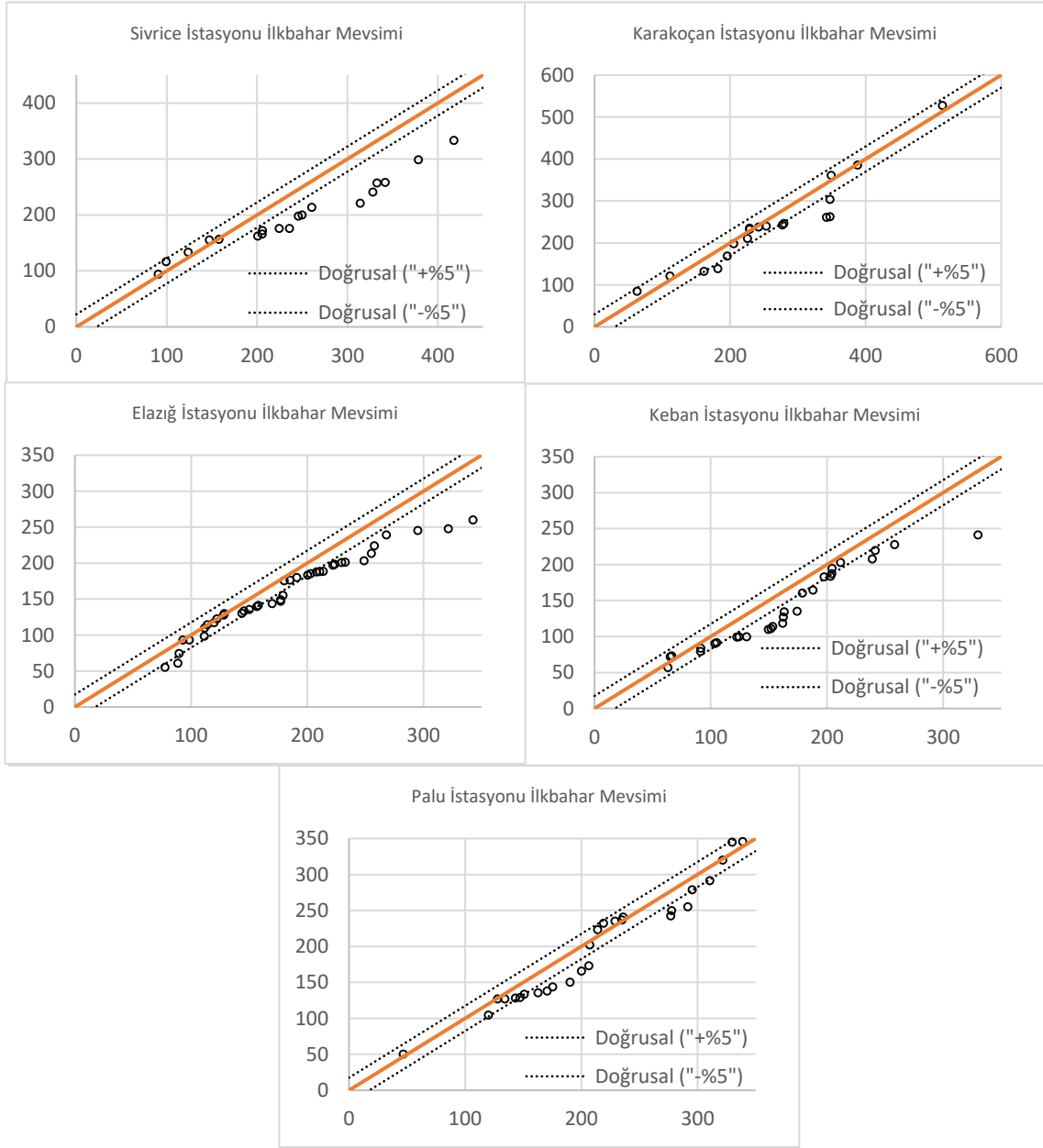
Çalışma için seçilen beş adet istasyon için yıllık toplam yağış verileri ile ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimsel yağış verilerinin trendlerini belirlemek üzere Şen'in YTA yöntemi ile Spearman – Rho ve Mann – Kendall parametrik olmayan trend analizleri kullanılmıştır. Bu trend analizlerinden Şen'in YTA yöntemi ile elde edilen sonuçlar Şekil 3, 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

Elazığ İli Yağış Verilerinin Trend Analizi



Şekil 3. Seçilen istasyonlara ait yıllık toplam yağış verileri için Şen'in YTA yöntemi sonuçları

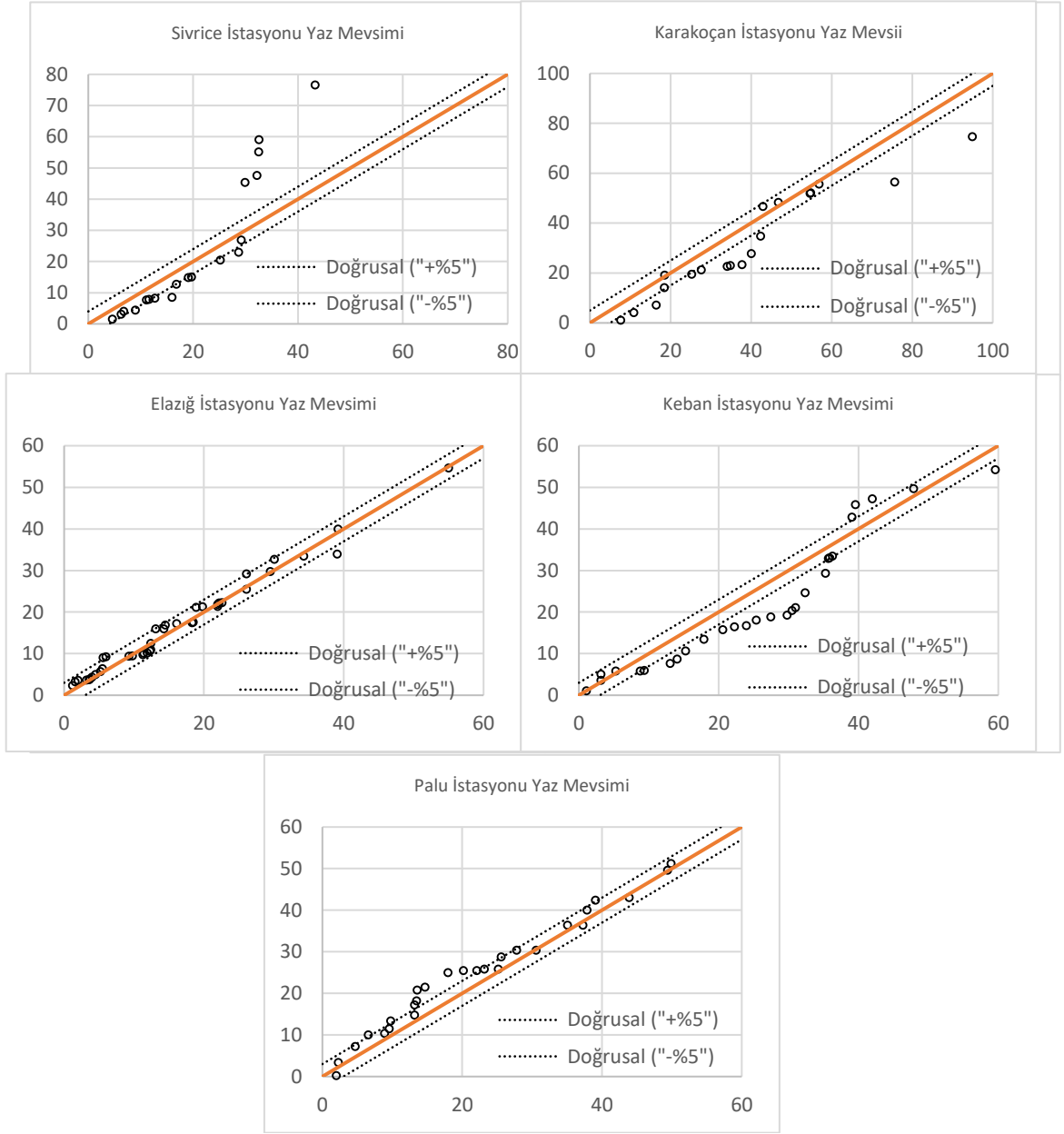
Şekil 3'te görülebileceği gibi yıllık toplam yağış verilerine Şen'in YTA yöntemi uygulandığında Elazığ istasyonunda anlamlı bir trend olmadığı, Sivrice istasyonunda monotonik azalan bir trend olduğu, diğer istasyonlarda ise monotonik olmayan azalan bir trend olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Seçilen istasyonlara ait ilkbahar mevsimi yağış verileri için Şen'in YTA yöntemi sonuçları

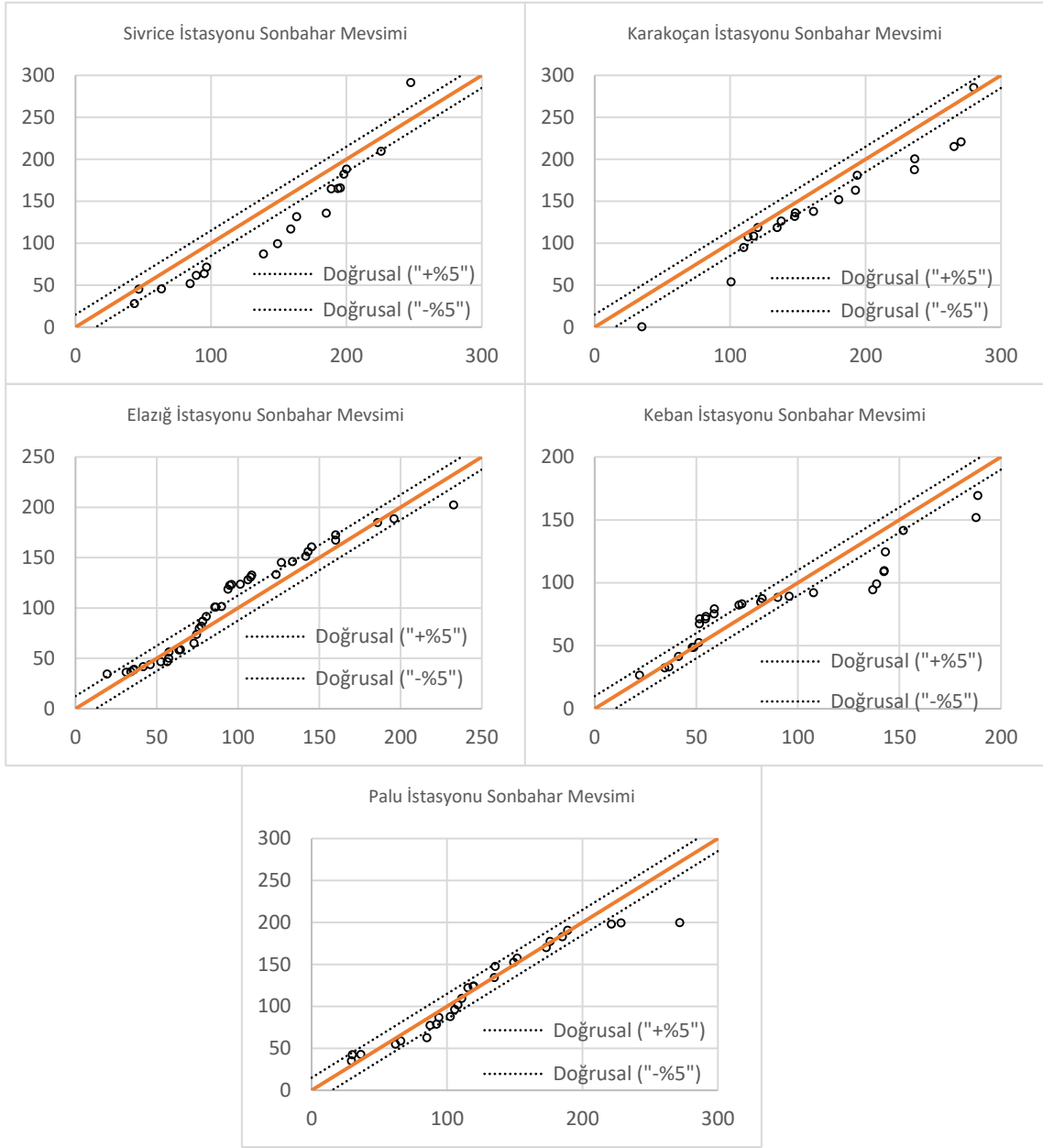
Şekil 4'te görülebileceği gibi ilkbahar mevsimi yağış verilerine Şen'in YTA yöntemi uygulandığında Karakoçan istasyonunda anlamlı bir trend olmadığı, Palu ve Sivrice istasyonlarında monotonik olmayan azalan bir trend olduğu, Elazığ ve Keban istasyonlarında ise monotonik azalan bir trend olduğu söylenebilir.

Elazığ İli Yağış Verilerinin Trend Analizi



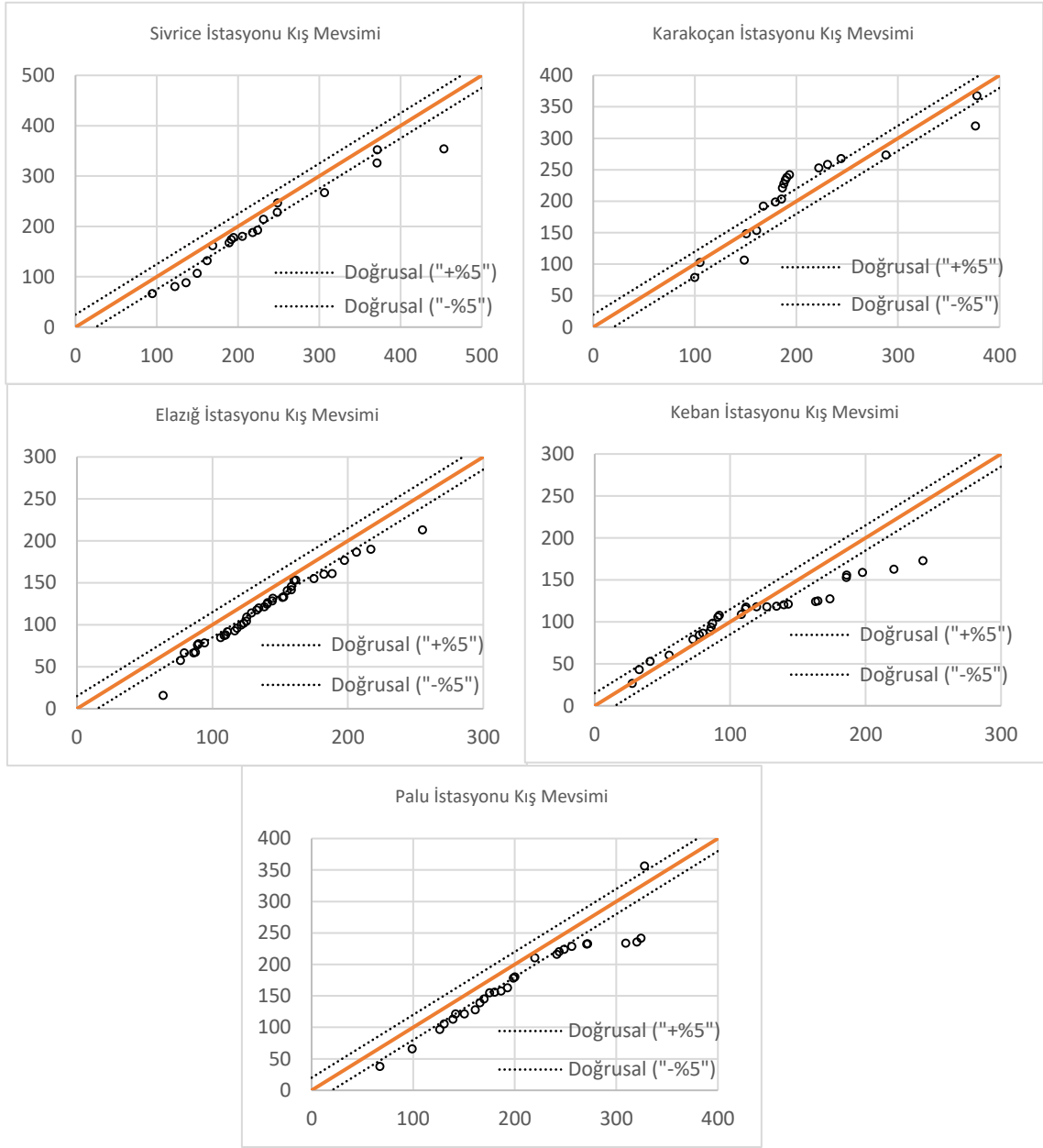
Şekil 5. Seçilen istasyonlara ait yaz mevsimi yağış verileri için Şen'in YTA yöntemi sonuçları

Şekil 5'te görülebileceği gibi yaz mevsimi yağış verileri için Şen'in YTA yöntemi uygulandığında %5 güven aralığında Elazığ istasyonunda anlamlı bir trend gözlenmez iken, Keban ve Karakoçan istasyonlarında monotonik olmayan azalan bir trend ve Palu ve Sivrice istasyonlarında ise monotonik olmayan artan bir trend gözlemlenmektedir.



Şekil 6. Seçilen istasyonlara ait sonbahar mevsimi yağış verileri için Şen'in YTA yöntemi sonuçları

Şekil 6'da görüldüğü üzere sonbahar mevsimi yağış verilerine Şen'in YTA yöntemi uygulandığında Elazığ istasyonunda monotonik olmayan artan bir trend, Karakoçan istasyonunda monotonik azalan trend, Keban, Sivrice ve Palu istasyonlarında ise monotonik olmayan azalan bir trend olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 7. Seçilen istasyonlara ait kış mevsimi yağış verileri için Şen'in YTA yöntemi sonuçları

Şekil 7'de görüldüğü gibi kış mevsimi yağış verilerine Şen'in YTA yöntemi uygulandığında Elazığ ve Sivrice istasyonlarında anlamlı bir trendin olmadığı, Palu istasyonunda monotonik azalan bir trendin olduğu, Keban istasyonunda monotonik olmayan azalan bir trend ve Karakoçan istasyonunda ise monotonik olmayan artan bir trend olduğu gözlemlenebilmektedir.

Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri ile elde edilmiş olan Z değerleri Çizelge 2'de verilmektedir. Çizelge 2 incelendiğinde % 95 anlamlılık düzeyinde, Sivrice ve Karakoçan istasyonlarında hem yıllık toplam hem de mevsimsel olarak herhangi bir trende rastlanmamıştır. Elazığ istasyonunda kış mevsiminde Mann-Kendall testine göre azalan yönde anlamlı bir trend olduğu gözlemlenmiştir. Keban istasyonunda ilkbahar mevsiminde ve yıllık toplam yağışlarda hem Mann-Kendall testi hem de Spearman-Rho testine göre azalan yönde anlamlı bir trend olduğu gözlemlenmiştir. Palu istasyonunda ise kış mevsimi yağışlarında Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerinin her ikisine göre de azalan yönde anlamlı bir trend olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada uygulanan Mann-

Kendall, Spearman-Rho ve Şen'in YTA yöntemleri ile seçilen istasyonlar için mevsimsel yağışlar ile yıllık toplam yağışlar için belirlenen trend durumları ise Çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 2. Mann-Kendall ve Spearman-Rho test sonuçları (%95 anlamlılık düzeyi için)

İstasyon	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış		Yıllık Toplam	
	M-K	S-R	M-K	S-R	M-K	S-R	M-K	S-R	M-K	S-R
17844-Sivrice	-1,9	-1,2	-0,56	-0,56	-1,20	-0,89	-0,92	-0,92	-1,19	-1,21
17774-Karakoçan	-0,6	-0,6	0,39	0,27	-0,02	-0,21	0,65	0,68	0,19	0,11
17201-Elazığ	-1,25	-1,16	0,13	0,21	-0,80	-0,20	-1,98	-1,95	-1,29	-1,40
17804-Keban	-2,52	-2,4	-1,70	-1,18	-0,39	-0,22	-1,02	-1,1	-1,92	-1,10
17806-Palu	-1,42	-1,41	0,91	0,82	-0,55	-0,49	-2,60	-2,30	-1,58	-1,52

*Koyu renk ile gösterilen değerler %95 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir trendin olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 3. Trend Analizi Sonucu Seçilen İstasyonlarda Belirlenen Trend Durumları

İstasyon Adı	Trend Yöntemi	Trend Durumu				
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık
17844-Sivrice	Şen YTA	↓	↑	↓	→	↓
	Mann-Kendall	→	→	→	→	→
	Spearman-Rho	→	→	→	→	→
17774-Karakoçan	Şen YTA	→	↓	↓	↑	↓
	Mann-Kendall	→	→	→	→	→
	Spearman-Rho	→	→	→	→	→
17201-Elazığ	Şen YTA	↓	→	↑	→	→
	Mann-Kendall	→	→	→	↓	→
	Spearman-Rho	→	→	→	→	→
17804-Keban	Şen YTA	↓	↓	↓	↓	↓
	Mann-Kendall	↓	→	→	→	→
	Spearman-Rho	↓	→	→	→	→
17806-Palu	Şen YTA	↓	↑	↓	↓	↓
	Mann-Kendall	→	→	→	↓	→
	Spearman-Rho	→	→	→	↓	→

■ Şen'in YTA Analizi
 ■ Mann-Kendall Trend Analizi
 ■ Spearman-Rho Trend Analizi
 → Trend Yok ↓ Azalan Trend ↑ Artan Trend durumlarını ifade etmektedir.

Çizelge 3'te görüldüğü gibi Sivrice istasyonu için yaz mevsimi yağışlarında Şen'in YTA yöntemine göre artan bir trend olduğu, kış mevsimi yağışlarında trend olmadığı belirlenirken diğer mevsimler ile yıllık toplam yağışlarda ise azalan bir trend olduğu belirlenmiştir. Mann-Kendall ve Spearman-Rho yöntemlerinin her ikisine göre mevsimsel yağışlar ile yıllık toplam yağışlar için anlamlı bir trend belirlenmemiştir.

Karakoçan istasyonu için Şen'in YTA yöntemine göre ilkbahar mevsimi yağışlarında trend olmadığı, kış mevsimi yağışlarında artan bir trend olduğu, diğer mevsimler ile yıllık toplam yağışlar için ise azalan bir trend olduğu belirlenmiştir. Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerinin her ikisine göre mevsimsel yağışlar ile yıllık toplam yağışlar için anlamlı bir trend belirlenmemiştir.

Elazığ istasyonu için Şen'in YTA yöntemine göre yaz ve kış mevsimi yağışları ile yıllık toplam yağışlar için anlamlı bir trend olmadığı belirlenir iken sonbahar mevsimi yağışları için artan bir trend olduğu, ilkbahar mevsimi yağışları için ise azalan bir trend olduğu belirlenmiştir. Kış mevsimi için Mann-Kendall testine göre azalan bir trend belirlenmiş iken Spearman-Rho testine göre ise anlamlı bir trend belirlenmemiştir. Diğer mevsim yağışları ve yıllık toplam yağışlar için ise her iki yönteme göre de anlamlı bir trend belirlenmemiştir.

Keban istasyonu için Şen'in YTA yöntemine göre tüm mevsimsel yağışlar ile yıllık toplam yağışlar için azalan bir trend belirlenmiştir. Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerinin her ikisine göre de ilkbahar mevsimi için azalan bir trend belirlenmiş iken diğer mevsim yağışları ile yıllık toplam yağışlar için anlamlı bir trend belirlenmemiştir.

Palu istasyonu için Şen'in YTA yöntemine göre yaz mevsimi yağışları için artan bir trend olduğu diğer tüm istasyonlar için ise azalan bir trend olduğu belirlenmiştir. Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerinin her ikisine göre kış mevsiminde azalan bir trend belirlenirken, diğer mevsim yağışları ile yıllık toplam yağışlar için ise anlamlı bir trend gözlemlenmemiştir.

8. Sonuçlar

Yağışlarda meydana gelen trendlerin belirlenmesi su kaynaklarının işletilmesi ve geliştirilmesi çalışmaları için oldukça önemlidir. Yağışların yıllar içerisindeki trendlerinin göz ardı edilmesi bu tarz çalışmalarda hatalı tahminler yapılmasına ve işletme aşamasında problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilir.

Elazığ ili son yıllarda kuraklıktan en çok etkilenen bölgelerden biri olması nedeni ile yağış verilerinin yıllar içerisindeki trendlerinin belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Bu amaçla çalışmada trendlerin belirlenebilmesi amacı ile Mann-Kendall, Spearman-Rho ve Şen'in YTA yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada Elazığ ili sınırları içerisinde bulunan Sivrice, Karakoçan, Elazığ, Keban, Palu istasyonlarının ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri yağış verileri ile yıllık toplam yağış verileri için trend analizi yapılmıştır.

Yapılan trend analizi sonuçları incelendiğinde bölgede üç adet istasyonda mevsimsel bazda artan yönde bir trend olduğu tespit edilmiştir. Bu istasyonlardan Sivrice istasyonunda yaz mevsimi yağışlarında, Karakoçan istasyonunda kış mevsimi yağışlarında ve Elazığ istasyonunda ise sonbahar mevsimi yağışlarında artan bir trend olduğu tespit edilmiştir.

Şen'in YTA yöntemine göre yıllık toplam yağışlarda Elazığ istasyonunda anlamlı bir trend belirlenmez iken diğer tüm istasyonlarda azalan yönde anlamlı bir trendin olduğu tespit edilmiştir. Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerine göre ise yıllık toplam yağışlar için anlamlı bir trend belirlenmemiştir.

Her üç trend analizi yöntemi göz önüne alınarak Elazığ ili bazında değerlendirmede bulunulacak olur ise iki istasyonun yağış rejimlerinde dikkat çeken bir azalış trendinin hakim olduğu söylenebilir. Bu istasyonlardan Palu istasyonunda özellikle kış mevsimi yağışlarında her üç trend analizi yöntemine göre de azalan yönde anlamlı bir trendin hakim olduğu görülmektedir. Keban istasyonunda ise ilkbahar mevsimi yağışlarında her üç trend analizi yöntemine göre de azalan yönde anlamlı bir trendin olduğu görülmektedir. Bu nedenle özellikle bu istasyonların temsil ettikleri alanlar içerisinde bulunan su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması için gerekli önlemlerin alınması ve su kayıplarının en aza indirilmesi için gerekli çalışmaların yapılması son derece önem arz edecektir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle il merkezi temel alınarak trend analizleri yapılmıştır. Ancak bölgedeki diğer istasyonlar incelendiğinde farklı trend durumlarının olduğu görülebilmektedir. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda bölgeyi iyi temsil edecek tüm istasyonların göz önüne alınması sureti ile değerlendirilmesi bölge hakkında daha doğru bilgi edinilmesine yardımcı olacaktır.

Aydın vd. 2019 yılında yaptıkları çalışmada Şen'in YTA yöntemine göre Elazığ ili yağış verilerinin aylık, mevsimsel ve yıllık periyotlarda trend analizini gerçekleştirmişlerdir [11]. Yapmış olduğumuz çalışmada ise Şen'in YTA yöntemi ve literatürde yaygın olarak kullanılan trend analizi yöntemlerinden Man-Kendall ve Spearman-Rho testleri yardımı ile Elazığ ili yağış trendlerinin mevsimsel ve yıllık bazda incelenmesi ve her üç yöntemin sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmalarda elde edilen sonuçlar incelendiğinde Şen'in YTA yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların benzer olduğu, ancak bu çalışmada %5 anlamlılık seviyesine göre değerlendirme yapılması ve özellikle yaz aylarında bulunan eksik verilerin tamamlanması bazı istasyonların trend sonuçlarının farklı olarak değerlendirilmesine neden olmuştur. Aydın vd.'nin 2019 yılında yapmış oldukları çalışma sonuçlarından farklı olarak Elazığ istasyonunda kış mevsimi ve yıllık toplam yağışlarda anlamlı bir trend olmadığı tespit edilmiştir. Palu istasyonunda yaz mevsimi yağışlarında artan bir trend olduğu tespit edilmiştir. Sivrice istasyonunda ilkbahar mevsimi yağışlarında azalan bir trend olduğu, yaz mevsimi yağışlarında artan bir trend olduğu, kış mevsimi yağışlarında ise anlamlı bir trend olmadığı belirlenmiştir. Karakoçan istasyonunda ilkbahar mevsimi yağışlarında anlamlı bir trend olmadığı belirlenmiştir. Ancak özellikle Mann-Kendall ve Spearman-Rho testleri ile belirlenen trendler incelendiğinde Elazığ istasyonu kış mevsimi yağışları için Mann-Kendall yöntemine göre azalan bir trend belirlenmiş, Keban istasyonu ilkbahar mevsimi yağışları ile Palu istasyonu kış mevsimi yağışları için ise Mann-Kendall ve Spearman-Rho testlerinin her ikisi için de azalan bir trend belirlenmiştir. Diğer mevsimsel yağışlar ve yıllık toplam yağışlar için ise her iki yöntemine göre de anlamlı bir trend belirlenmemiştir. Şen'in YTA yönteminin trendlerin belirlenmesinde daha hassas sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

- [1] Şen Z. Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering* 2012; 17(9): 1042-1046.
- [2] Büyükyıldız M, Berktaş A. Parametrik olmayan testler kullanılarak Sakarya havzası yağışlarının trend analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2004; 19(2): 23-38.
- [3] Karabulut M, Cosun F. Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 2009; 7(1): 65-83.
- [4] Kızılelma Y, Çelik M, Karabulut M. İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi* 2015; 64: 1-10.
- [5] Polat P, Sunkar M, Rize'nin iklim özellikleri ve Rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2017; 27(1): 1-24.
- [6] Ay M, Özyıldırım S. Trend analysis of monthly total rainfall and monthly mean air temperature variables of Yozgat in Turkey. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2017; 32(2): 65-75.
- [7] Şenocak S, Emek M. F. Trend analizi yöntemleri kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi aylık yağış miktarlarının değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2019; 17: 807-822.
- [8] Coşkun S. Aras-Kura kapalı havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2020; 30(2): 29-42.
- [9] Aydın M, Öz A. Van Gölü Havzasında hidrometeorolojik verilerin eğilim analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* 2021; 36(2): 441-456.
- [10] Katipoğlu O. M, Yeşilyurt S. N, Dalkılıç H. Y. Yeşilirmak havzasındaki hidrolojik kuraklıkların Mann-Kendall ve Yenilikçi Şen yöntemi ile trend analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2022; 12(2): 422-442.
- [11] Aydın M, Yaltay N, Öz A. Evaluation of Elazığ Province Precipitation Data by Innovative Trend Analysis. *Academic Perspective Procedia* 2019; 2(2): 162-171.
- [12] Pettitt A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)* 1979; 28(2): 126-135.
- [13] Kocsis T, Kovács-Székely I, Anda A. Homogeneity tests and non-parametric analyses of tendencies in precipitation time series in Keszthely, Western Hungary. *Theoretical and Applied Climatology* 2020; 139(3-4): 849-859.
- [14] Little R. J. A, Rubin D. B. *Statistical Analysis with Missing Data*. John Wiley & Sons, Inc. 2002; 793
- [15] von Storch H, Navarra A. *Analysis of Climate Variability - Applications of Statistical Techniques*. Springer-Verlag, New York 1995.
- [16] Gocic M, Trajkovic S. Analysis of precipitation and drought data in Serbia over the period 1980–2010. *Journal of Hydrology* 2013; 494: 32-42.
- [17] Gümüş V, Şimşek O. Şanlıurfa İstasyonunun Aylık Ortalama Güneşlenme Şiddetinin Farklı Yöntemler ile Trend Analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi* 2020; 5(3):227-238.
- [18] Cebe E. N. Türkiye akarsularında mevsimsel trend analizi. *Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul, Türkiye, 2007.*
- [19] Soydan N. G, Gümüş V, Şimşek O, Gerger R, Berivan A. Seyhan Havzası aylık ortalama akım ve yağış verilerinin trend analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi* 2016; 7(2): 319-327.
- [20] Çeribaşı G. Şen yöntemi ve trend yöntemleri kullanılarak Doğu Karadeniz havzasının yağış verilerinin analiz edilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology* 2019; 9(1): 254-264.
- [21] Yue S, Wang C. The influence of serial correlation on the Mann–Whitney test for detecting a shift in median. *Advances in Water Resources* 2002; 25(3): 325-333.
- [22] Yenigün K, Gümüş V, Bulut H. Trends in streamflow of the Euphrates basin, Turkey. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management* 2008; 161(4): 189-198.
- [23] Mondal A, Kundu S, Mukhopadhyay A. Rainfall trend analysis by Mann-Kendall test: A case study of north-eastern part of Cuttack district, Orissa. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences* 2012; 2(1): 70-78.
- [24] Caloiero T, Coscarelli R, Ferrari E. Application of the innovative trend analysis method for the trend analysis of rainfall anomalies in southern Italy. *Water Resources Management* 2018; 32(15): 4971-4983.