

Öne Çıkan Sonuçlar:

1. Mart ayı yağışlarında artma eğilimi.
2. Uzun süreli yağışların şiddetlerinde artma eğilimi.
3. Yıllık ortalama yağışlarda artma eğilimi.
4. Yıllık ortalama yağışlardaki artışın sebebi mart ayı yağışlarının ve uzun süreli yağışların şiddetlerindeki artma eğilimi.

Yazışma yazarı:

Utku ZEYBEKOĞLU,
utkuz@sinop.edu.tr

Referans:

Zeybekoğlu, U., Partal, T., (2018), Sinop İline Ait Aylık ve Yıllık Yağış Yükseklikleri ile Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Farklı Trend Analizi Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, İklim Değişikliği ve Çevre, 3, (1) 1-8,

Makale Gönderimi : 19 TEMMUZ 2018
Online Kabul : 8 AĞUSTOS 2018
Online Basım : 15 AĞUSTOS 2018

Sinop İline Ait Aylık ve Yıllık Yağış Yükseklikleri ile Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Farklı Trend Analizi Yöntemleriyle Değerlendirilmesi

Utku ZEYBEKOĞLU¹ Turgay PARTAL²

¹Sinop Üniversitesi, Boyabat Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Boyabat, Sinop, Türkiye.

²Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye.

Özet Bu çalışmanın amacı Sinop iline ait 1966-2015 yılları arasında gözlemlenen aylık toplam; yıllık ortalama ve standart süreli yağış şiddeti verilerinde muhtemel trendleri belirlemektir. Bu amaçla Mann Kendall, Spearman'ın Rho; Sen T, Sen'in Eğilim ve Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi yöntemleri tercih edilmiştir. Bu çalışmada Yenilikçi eğilim çözümlemesi ile Mann-Kendall trend analizi yöntemleri de karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda yıllık ortalama yağışlarda 0.05 anlamlılık seviyesinde istatistiksel önemli artış trendleri bulunmuştur. Bu artış trendinin ana sebebinin Mart ayı yağışlarındaki artışlardan dolayı meydana geldiği ortaya konmuştur. Ayrıca yıllık yağışlardaki artışların, uzun süreli yağışların şiddetlerindeki artmadan ileri geldiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mann-Kendall Yöntemi, Trend Analizi, Yağış, Yağış Şiddeti, Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi.

Evaluated of Monthly Total Annual Mean and Rainfall Intensity Series of Standart Duration of Sinop by Different Trend Analysis Methods

Abstract The aim of this study is determine the possible trends in monthly total, annual mean and rainfall intensity series of standart durationof the Sinop between 1966-2015. For this purpose Mann-Kendall, Spearman's Rho, Sen T, Sen Slope and Innovative Trend Analysis methods preferred. In this study Innovative Trend Analysis also compared. As a result of the analysis made, statistically significant increase trends were found at 0.05 significance level in annual mean precipitation. It is revealed that main cause of this increase trend is due to the increases in march precipitation. It has also been determined that increases in annual precipitation are caused by an increase in the intensity of long term precipitation.

Keywords: Mann-Kendall Method, trend Analysis, Rainfall, Rainfall Intensities, Innovative Trend Analysis.

1. Giriş


Küresel iklim değişikliği ile birlikte iklimi olumsuz etkileyen olayların sebeplerini sıcaklıkların artması ile birlikte yağış rejimlerindeki düzensizlikler oluşturmaktadır. Dünyadaki buzul kütlelerindeki azalma, deniz suyu seviyelerindeki değişim ve yağışlardaki düzensizlikler gibi olaylar küresel iklim değişikliğinin hidrolojik ve klimatolojik parametreleri etkilediği gözlenmektedir. Bu etkileri belirlemek üzere hidrolojik ve klimatolojik zaman serileri üzerinde yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu çalışmaların önemli bir kısmını yağış verileri üzerine (Abtew,1993; Türkes,1996; Kadioğlu,2000; Kahya ve Kalaycı,2004; Partal ve Kahya, 2006; Liuzzo ve Freni, 2015; Bacanlı,2017;), Sıcaklık verileri üzerine (Türkes vd,1995; Kadioğlu,1997; Rio vd., 2011; Toros, 2012; Shuwei Dai vd., 2015) yapılan çalışmalar oluşturmaktadır. Bu iki hidrometeorolojik parametreden sonra akım; buharlaşma ve su kalitesi gibi diğer parametreler kullanılarak yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Ülkemizde ölçülen yağış şiddetlerinin trendlerini belirlemek üzerine Haktanır ve Çıtakoğlu (2014), Karahan vd. (2015) ve Zeybekoğlu (2016) tarafında gerçekleştirilen çalışmalar bulunmaktadır.

Sunulan bu çalışmada Sinop meteoroloji İstasyonuna ait aylık toplam yağış ve yıllık ortalama yağışlardaki muhtemel trendler araştırılmıştır. Ayrıca Standart Süreli Yağış Şiddeti (SSYŞ) verilerinin trendleri belirlenerek bulunan sonuçlar birbirleriyle kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

2. Veri ve Çalışma Alanı

Sunulan çalışmada Türkiye'nin en kuzeyinde yer alan 17026 numaralı Sinop meteoroloji istasyonunun 1966-2015 periyoduna ait aylık toplam ve yıllık ortalama yağışlar ile SSYŞ verileri kullanılmıştır. (Şekil 1). Bu verilere ait istatistik bilgiler Tablo 1 ve Tablo 2 de verilmiştir.

Sinop Meteoroloji İstasyonu 17026	
Gözlem Periyodu	1966-2015
Rakım (m)	32
Enlem (K)	42.0299
Boylam (D)	35.1545



The map shows the location of the Sinop meteorological station (17026) in the northern part of Turkey, near the Black Sea coast. An inset map shows the station's location within the country of Turkey.

Şekil 1. Sinop meteoroloji istasyonu ve bu istasyona ait temel bilgiler.

Tablo 1. Yağış yüksekliklerine ait istatistik bilgileri.

Aylar	Min.(mm)	Maks.(mm)	Ort.(mm)	Std. Sapma (mm)
Ocak	1.8	147.5	73.7	31.7
Şubat	5.1	127.9	47.9	26.9
Mart	0	125.6	50.3	27.3
Nisan	3.8	87.1	39.0	19.6
Mayıs	3.9	103.2	32.4	20.7
Haziran	0	124.0	33.9	24.9
Temmuz	0	181.7	33.4	34.8
Ağustos	0.1	225.3	43.8	44.6
Eylül	0.3	183.2	66.1	42.6
Ekim	17	324.0	95.1	60.1
Kasım	4.5	243.2	83.2	53.7
Aralık	18.1	176.5	91.5	43.3
Yıllık Ortalama	27.77	82.53	57.76	11.78

Tablo 2. Standart süreli yağış şiddetlerine ait istatistik bilgileri.

Std. Süre	Min.(mm/dk)	Maks.(mm/dk)	Ort.(mm/dk)	Std. Sapma (mm/dk)
5'	0.5	4.08	1.52	0.72
10'	0.3	2.83	1.10	0.55
15'	0.233	1.98	0.88	0.41
30'	0.133	1.61	0.60	0.31
60'	0.09	1.021	0.39	0.21
120'	0.065	0.55	0.23	0.12
180'	0.051	0.368	0.16	0.08
240'	0.045	0.279	0.13	0.06
300'	0.041	0.248	0.10	0.05
360'	0.038	0.266	0.09	0.04
480'	0.033	0.227	0.07	0.04
720'	0.025	0.185	0.057	0.03
1080'	0.017	0.128	0.042	0.02
1440'	0.014	0.102	0.036	0.01

3. Yöntem

3.1 Mann-Kendall yöntemi

Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen parametrik olmayan bu yöntem, hidrometeorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki

eğilimlerin istatistiksel önemini test etmekte sık kullanılan bir yöntemdir (Yue vd, 2003; Zhang vd, 2001; Önöz ve Beyazıt, 2003). Bu yöntem $i=1\dots n-1$ 'e kadar sıralanmış olan x_i veri setine ve $j=i+1\dots n$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_j veri setine uygulanır ve Denklem 1'de verildiği gibi karşılaştırma yapılır.

$$sgn(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (1)$$

Denklem 1'deki $sgn()$ fonksiyonu parantez içindeki ifadenin işaretini belirleyen bir fonksiyon olup 1, 0 veya -1 değerlerinden birini alır. Mann-Kendall test istatistiği S ise Denklem 2 ile hesap edilebilir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n sgn(x_j - x_i) \quad (2)$$

Denklemde n yıl olarak veri uzunluğudur. $n \geq 10$ için veriler ortalama ve varyansı (σ) ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir. Eğer $n \geq 30$ ise t-testi Z testine yaklaşır. Varyans. Denklem 3'te görüldüğü gibi hesaplanır.

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}} \quad (3)$$

Verilerde birbirine eşit değerler var ise varyans Denklem 4'te görüldüğü gibi hesaplanır.

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5) - \sum t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18}} \quad (4)$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_1=5$. 3 gözlem aynı değerde ise $t_2=3$ ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3=2$. $t_4=2$ olacaktır. Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği Z ise Denklem 5 ile hesaplanmakta ve seride eğilim yoktur sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı 1 olan standart normal dağılım göstermektedir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma_n} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma_n} & ; S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın, Mann-Kendall istatistiği $-Z_{\text{tablo.1-}\alpha/2} \leq Z \leq Z_{\text{tablo.1-}\alpha/2}$ ise sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Artı(+) Z değeri eğilimlerdeki artmayı gösterirken, eksi(-) Z değeri azalmayı işaret etmektedir. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilmiş olur. Bu çalışmada %95 önem seviyesi için kritik Z değeri 1.96 kullanılmıştır.

3.2 Spearman'ın rho yöntemi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu yöntem, lineer eğilimin varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir yöntemdir. Sıra istatistiği olan $R(x_i)$ değerlerinin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla belirlenir. Gözlem serisi $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre $i=1\dots n$ 'ye kadar x_i değerleri eş olasılıklı dağılımlardır. H_1 hipotezine göre ise $i=1\dots n$ 'ye kadar olan x_i değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman'ın Rho istatistiği (r_s) Denklem 6 ile hesaplanır (Kalaycı ve Kahya, 1998).

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

$n \geq 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılabilir (İçağa ve Harmancıoğlu, 1995). Bu durumda r_s 'nin istatistiği (Z), Denklem 7 ile hesaplanır.

$$Z = r_s \sqrt{n - 1} \quad (7)$$

Seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın, Spearman'ın Rho istatistiği

$-Z_{\text{tablo.1-}\alpha/2} \leq Z \leq Z_{\text{tablo.1-}\alpha/2}$ ise sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Artı(+) Z değeri eğilimlerdeki artmayı gösterirken eksi(-) Z değeri azalmayı işaret etmektedir. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilmiş olur. Burada da kritik Z değeri 0.05 anlamlılık seviyesi için 1.96 alınmıştır.

3.3 Sen'in T testi

Sen tarafından önerilen, Farrel tarafından geliştirilen sıralı bir rank testi olan bu test dağılımdan bağımsız olup mevsimlikten etkilenmez. Testin en önemli özelliği blokları ayrı ayrı değil tek bir blok olarak değerlendirmesidir. Test istatistiği ise X_{ij} ölçülen değişkenin değeri, i yıl ($i=1,2,\dots, n$) ve j ay ($j=1,2,\dots,12$) olmak üzere;

a) j . nci ay ve i . nci yıl için ortalama değerler bulunur.

b) n yıllık verilerin her bir ayından o ayın ortalaması çıkarılıp mevsimsel etkiler ortadan kaldırılır. ($x_{ij}-x_j$)

c) 1'den $12 \times n$ adede kadar tüm farkların sırası aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$R_{ij} = Rank(x_{ij} - x_j) \quad (8)$$

d) Rankların ortalaması her bir ay Denklem 9 ve her bir yıl için Denklem 10 ile hesap edilir.

$$R_j = \frac{\sum_i R_{ij}}{n} \quad (9)$$

$$R_i = \frac{\sum_j R_{ij}}{12} \quad (10)$$

e) Sen'in T testi istatistiği Denklem 11'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$T = \left[\frac{12m^2}{n(n+1) \sum_{i,j} (R_{i,j} - R_j)^2} \right]^2 \left[\sum_{i=1}^n \left(i - \frac{n+1}{2} \right) \left(R_i - \frac{nm+1}{2} \right) \right] \quad (11)$$

Denklemden yer alan m sayısı mevsim veya ay sayısını göstermektedir. Denklem aylık veriler kullanıldığı için $m=12$ seçilmiştir.

Bulunan t değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından elde edilen Z değerinden küçük veya eşit ise eğilimin olmadığı varsayımının yapıldığı H_0 hipotezi kabul edilir, büyük ise hipotez reddedilir ve eğilimin var olduğu kabul edilir. (Van Belle-Hugnes, 1984)

3.4 Sen'in eğilim testi

Sen, tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer doğrusal bir gidiş mevcut ise birim zamandaki değişim için veri hatalarından veya uç değerlerden etkilenmeyen, eksik kayıtların bulunduğu kayıtlara uygulanabilen bir yöntemdir (Sen, 1968). Burada veri sayısı n olmak üzere önce j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k ise ($j > k$)

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (12)$$

adet olmak üzere Q_i parametresi:

$$Q = \frac{(x_j - x_k)}{(j - k)} \quad (i = 1, \dots, N) \quad (13)$$

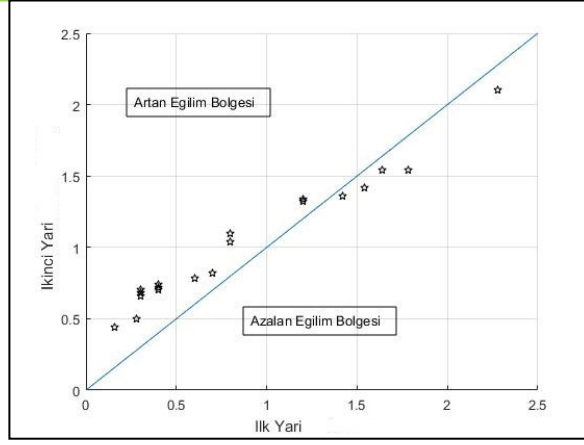
bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntı yardımı ile tüm Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sen yöntemine göre, hesaplanan N adet Q_i değerlerinin medyanı söz konusu doğrusal gidişin eğimini verir. N sayısının tek olması durumunda:

$$Q_{Medyan} = \frac{Q_{(N-1)}}{s} \quad (14)$$

eşitliği kullanılır. Gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bu değer pozitif olması artan yönde, negatif olması ise azalan yönde bir eğilimin olduğunu gösterir (Bai vd, 2014).

3.5 yenilikçi eğilim çözümlemesi

Şen (2012) tarafından önerilen bu yaklaşıma göre, kaydedilmiş hidrometeorolojik veri serisi ortanca yıldan iki eşit yarıya ayrılır. Oluşan iki yeni alt seri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Kartezyen koordinat sistemine ilk alt seri x eksenine üzerine (x_i), ikinci alt seri y eksenine üzerine (x_j) sıralanır. Veriler 1:1 doğrusunun üzerinde ise eğilim gözlenmemiştir, veriler 1:1 doğrusunun alt üçgensel bölgede yer alıyor ise azalan eğilim, üst üçgensel bölgede yer alıyor ise artan eğilimin var olduğu gözlenmiştir (Şekil 2) (Sen, 2012;2013).



Şekil 2. Yenilikçi eğilim çözümlemesi saçılma diyagramı.

Şen (2015) tarafından bu yönteme eklenen istatistiksel süreç ile sonuçların istatistiksel olarak kontrol edilmesi sağlanmıştır. Belirtilen istatistiksel sürecin işlem basamakları Denklem 15-20'da belirtilmiştir.

$$E(s) = \frac{2}{n} [E(\overline{y_2}) - E(\overline{y_1})] \quad (15)$$

$$\sigma_s^2 = \frac{4}{n^2} [E(\overline{y_2})^2 - E(\overline{y_2 y_1}) - E(\overline{y_1})^2] \quad (16)$$

$$\rho_{\overline{y_2 y_1}} = \frac{E(\overline{y_2 y_1}) - E(\overline{y_2})E(\overline{y_1})}{\sigma_{\overline{y_2}} \sigma_{\overline{y_1}}} \quad (17)$$

$$\sigma_s^2 = \frac{8}{n^2} \frac{\sigma^2}{n} (1 - \rho_{\overline{y_2 y_1}}) \quad (18)$$

$$\sigma_s = \frac{2\sqrt{2}}{n\sqrt{n}} \sigma (1 - \rho_{\overline{y_2 y_1}}) \quad (19)$$

$$CL_{(1-\alpha)} = 0 \pm S_{critical} \sigma_s \quad (20)$$

Denklemlerde, $(\overline{y_1})$: ilk verinin ortalaması, $(\overline{y_2})$: ikinci verinin ortalaması, ρ : birinci ve ikinci veriler arasındaki korelasyon, s : eğim değeri, n : veri sayısı, σ : tüm verilerin standart sapması, σ_s : eğim standart sapması, $S_{critical}$ tek yönlü hipotezde (örneğin %95 güven düzeyinde) Z kritik değerleri göstermektedir. Denklem 6 ile hesaplanan kritik üst ve alt limit değerleri, hipotez testinin sınırlarını belirlemek için oluşturulmuştur. Her istasyonun eğim değeri s 'nin alt ve üst güven limitlerinin dışındaysa zaman serisinde bir eğilim vardır şeklinde değerlendirilir. Eğilim yönü s 'nin işaretine bağlı olarak belirlenir. Eğim değeri s pozitif veya negatif olabilir. Bu, zaman serilerinde artan (+) veya azalan (-) bir eğilim olduğu anlamına gelir. (Şen, 2015)

4. Bulgular

17026 numaralı meteoroloji gözlem istasyonuna ait verilere 0.05 anlamlılık seviyesinde Mann Kendall, Spearman'ın Rho, Sen T, Sen'in Eğilim ve Yenilikçi Eğilim Çözümlemesine ait istatistiksel sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4 te sunulmaktadır. Yıllık ortalama yağışlarda bütün yöntemlerde istatistiksel olarak önemli pozitif eğilim bulunmuştur. Aylık toplam yağışlarda ise Mart ayı için bütün yöntemlerde istatistiksel önemli eğilim bulunmuşken, Şubat ve Eylül ayları için yalnızca Yenilikçi Eğilim çözümlemesi artan eğilim tespit etmiştir. Yenilikçi Eğilim yöntemi için aylık toplam ve yıllık ortalama yağışlar için kartezyen koordinat sonuçları ise Şekil 3 te sunulmaktadır.

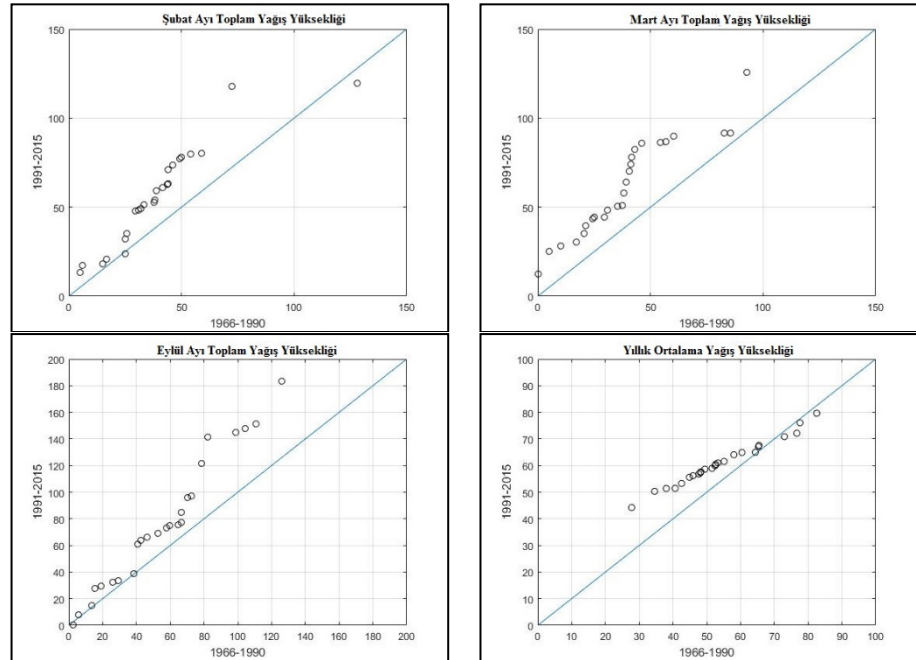
Tablo 3. Yağış yüksekliklerinin trend analizi sonuçları.

Aylar	CL(±)	S _{ITA}	Q _{SEN}	Z _{SR}	Z _{MK}	Z _{CR(±)}	T _{SEN}
Ocak	0.51644	-0.0659	-0.050	-0.33	-0.20	1.96	
Şubat	0.43855	0.6662	0.400	1.73	1.66	1.96	
Mart	0.445571	0.8912	0.700	2.79	2.64	1.96	
Nisan	0.32322	-0.0204	-0.090	-0.47	-0.46	1.96	
Mayıs	0.33804	-0.1854	-0.144	-0.90	-0.79	1.96	
Haziran	0.40417	0.3528	0.234	0.94	0.99	1.96	
Temmuz	0.55481	0.14144	0.428	1.54	1.54	1.96	
Ağustos	0.70863	-0.48128	-0.412	-1.34	-1.29	1.96	
Eylül	0.68189	0.83376	0.266	0.61	0.468	1.96	
Ekim	0.95385	0.3656	0.846	1.66	1.72	1.96	
Kasım	0.85442	0.09456	0.233	0.46	0.49	1.96	
Aralık	0.68114	0.59616	0.319	0.68	0.744	1.96	
Yıllık Ortalama	0.2255	0.2657	1	2.39	2.05	1.96	2.3813

Tablo 4. SSSYŞ verilerinin trend analizi sonuçları.

Std. Süre	CL(±)	S _{ITA}	Z _{SR}	Z _{MK}	Z _{CR(±)}
5'	0.22569	0.0021	1.18	1.012	1.96
10'	0.018802	0.0032	0.48	0.560	1.96
15'	0.016161	0.0003	-0.01	0	1.96
30'	0.013518	0.0025	0.98	1.02	1.96
60'	0.010797	0.0023	1.32	1.31	1.96
120'	0.008152	0.0016	1.86	1.71	1.96
180'	0.006741	0.0010	1.57	1.53	1.96
240'	0.005844	0.0005	1.55	1.60	1.96
300'	0.005296	0.0004	1.52	1.48	1.96
360'	0.004967	0.0002	1.65	1.63	1.96
480'	0.004512	0.0002	1.92	1.99	1.96
720'	0.003948	0.0001	1.99	1.84	1.96
1080'	0.00331	0.00014	2.11	2.14	1.96
1440'	0.00320	0.00006	2.68	2.66	1.96

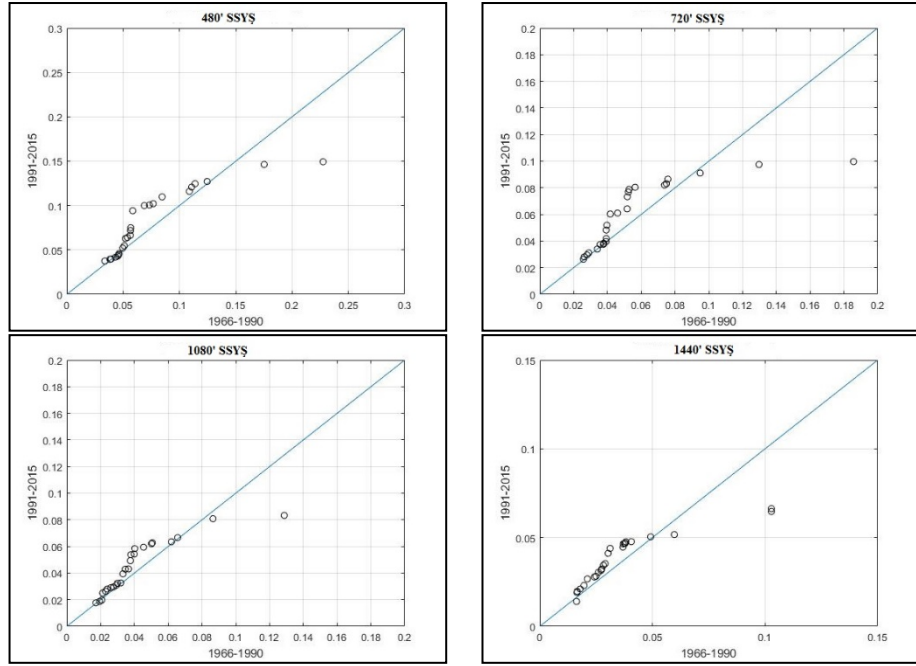
ITA: Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi, CL: Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi Kritik Değerler, MK: Mann-Kendall Yöntemi, SR: Spearman Rho Yöntemi



Şekil 3. Aylık toplam ve yıllık ortalama yağışlar için yenilikçi eğilim çözümü saçılma diyagramları.

Standart süreli yağış şiddeti verilerine uygulanan trend analizi yöntemleri sonucunda ise 0.05 anlamlılık düzeyinde sadece uzun süreli yağış şiddetlerinde (480, 720, 1080 ve 1440 dakikalık) artan trendin varlığı tespit edildi. 1080' ve 1440' süreli yağışların şiddetlerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho yöntemlerinin her ikisinde de istatistiksel olarak önemli artış trendi belirlenirken,

480' süreli yağış şiddetlerinde sadece Mann Kendall, 720' süreli yağışların şiddetlerinde ise sadece Spearman'ın Rho yöntemi artan trendi belirlemiştir. SSSŞ verilerinin bütün zaman dilimlerinde Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi kullanılarak herhangi bir trend varlığı tespit edilemedi.



Şekil 4. Bazı standart süreli yağış şiddetleri için yenilikçi eğilim çözümlemesi saçılma diyagramları..

5. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada Sinop Meteoroloji İstasyonuna ait aylık toplam ve yıllık ortalama yağış verileri ile çeşitli sürelerdeki SSSŞ verilerinin trend değişimleri Mann Kendall, Spearman'ın Rho, Sen T, Sen Eğim ve Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi kullanılarak 0.05 anlamlılık seviyesinde araştırılmıştır.

Aylık toplam yağış değerlerinde Mann Kendall, Spearman'ın Rho; Sen'in Eğim ve Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi Mart ayında artan trendi tespit etmiştir. Yıllık ortalama yağış değerlerinde ise kullanılan bütün yöntemlerin sonuçlarında artan trendin varlığı tespit edilmiştir. Bu sonuç yıllık yağışlardaki trendin ana sebebinin Mart yağışlarındaki artışlar olduğunu ortaya koymuştur.

SSSŞ verilerinde ise uzun süreli yağışların şiddetlerinde 1080' ve 1440' yağışların şiddetlerinde artma eğilimi Mann Kendal ve Spearman'ın Rho yöntemleri sonucunda artan trend tespit edilmiştir. Yenilikçi Eğilim Çözümlemesinin uzun süreli yağışların şiddetlerinde herhangi bir trend belirlememesi verilerin çok düşük ve birbirlerine yakın değerlerde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sinop ili yıllık ortalama yağışlarda belirlenen artan trendin sebebinin, Mart ayındaki yağışların artışı ile uzun süreli yağışların şiddetlerindeki artıştan dolayı olduğu tespit edilmiştir. Gelecek çalışmalar Türkiye genelinde yıllık yağışlardaki artış ve azalmalarda farklı süreli yağış şiddetlerinin etkilerini ortaya koymak için yapılmalıdır.

6. Kaynaklar

- Abtey W, Obeysekera J, Shih (1993), "Spatial Analysis for Monthly Rainfall in South Florida.", *Water Resources Bulletin*, 29(2), 179-188.
- Bai Y, Xu Z, Zhang J, Mao D, Luo C, He Y, Liang G, Lu B, Bisesi MS, Sun Q, Xu X, Yang W, Liu Q (2014), "Regional Impact of Climate on Japanese Encephalitis in Areas Located Near the Three Gorges Dam." *PLoS ONE*, 9(1), 1-9.
- Dai S, Shulski MD, Hubbard KG, Takle ES (2016), "A Spatiotemporal Analysis of Midwest US Temperature and Precipitation Trends During the Growing Season From 1980 to 2013", *International Journal of Climatology*, 36, 517-525.
- Güner Bacanlı Ü. (2017), "Trend Analysis of Precipitation and Drought in the Aegean Region, Turkey.", *Meteorological Applications*, 24(2), 239-249.
- Haktanır T, Çıtakoğlu H. (2014) "Trend Independence Stationarity and Homogeneity Test on Maximum Rainfall Series of Standard Duration Recorded in Turkey", *Journal of Hydrologic Engineering*, 19, 9, 5014009-0.
- İçağa Y. Harmancıoğlu N. (1995), "Yeşilirmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi", *Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi*, Ankara, Türkiye.

- Kadioğlu M. (2000), "Regional Variability of Seasonal Precipitation over Turkey", *International Journal of Climatology*, 20, 1743–1760.
- Kadioğlu M. (1997), "Trends in Surface Air Temperature Data over Turkey", *International Journal of Climatology*, 17, 511-520.
- Kahya E, Kalaycı S. (2004), "Trend Analysis of Streamflow in Turkey", *Journal of Hydrology* 289: 128–144.
- Kalaycı S ve Kahya E. (1998), "Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 22, 503-514.
- Karahan H, Bahar E, Zeybekoğlu U. (2015), "Standart Süreli Maksimum Yağış Şiddetleri için Trend Analizi Doğu Karadeniz Bölgesi için Bir Uygulama", 7. Kentsel Altyapı Sempozyumu, Trabzon, Türkiye.
- Kendall MG. (1975), "Rank Correlation Methods", Griffin, London.
- Liuzzo L, Freni G. (2015), "Analysis of Extreme Rainfall Trends in Sicily for the Evaluation of Depth-Duration-Frequency Curves in Climate Change Scenarios", *Journal Hydrological Engineering*.
- Mann HB. (1945), "Non-Parametric Tests Against Trend", *Econometrica*, 13, 163-171.
- Önöz B, Beyazıt M. (2003), "The Power of Statistical Tests for Trend Detection", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 27, 247- 251.
- Partal T. Kahya E. (2006), "Trend Analysis in Turkish Precipitation Data", *Hydrology Process*, 20, 2011–2026.
- Rio S, Herrero L, Pinto-Gomes C, Penas A. (2011) "Spatial Analysis of Mean Temperature Trends in Spain over the Period 1961–2006.", *Global and Planetary Change*, 78(1), 65-75.
- Sen PK. (1968) "Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau.", *Journal of American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389.
- Şen Z. (2012) "Innovative Trend Analysis Methodology", *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046.
- Şen Z. (2013), "Trend Identification Simulation and Application.", *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3).
- Şen Z. (2015) "Innovative Trend Significance Test and Applications.", *Theoretical and Applied Climatology*, 127(3); pp 939–947.
- Toros H. (2012), "Spatio Temporal Variation of Daily Extreme Temperatures over Turkey.", *International Journal of Climatology* 32, 7, 1047–1055.
- Türkeş M. (1996), "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", *International Journal of Climatology*, 16, 1057-1076.
- Türkeş M, Sümer UM, Kılıç G. (1995), "Variations and Trends in Annual Mean Air Temperatures in Turkey with Respect to Climatic Variability", *International Journal of Climatology*, 15, 557-569.
- Van Belle G, Hughes JP. (1984), "Nonparametric Tests for Trend in Water Quality.", *Water Resources Research* 20: 127–136.
- Yue S, Pilon P, Phinney B. (2003), "Canadian Streamflow Trend Detection: Impacts of Serial Correlation", *Hydrological Process*, 48(1), 51-63.
- Zeybekoğlu U. (2016), "Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Eğilim Analizi Yöntemleriyle İncelenmesi." Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
- Zhang X, Harvey KD, Hogg WD, Yuzyk TR. (2001), "Trends in Canada Streamflow", *Water Resources Research*, 37, 987-998, 2001.