

## Seyhan Havzası aylık ortalama akım ve yağış verilerinin trend analizi

N. Göksu SOYDAN<sup>\*1</sup> Veyssel GÜMÜŞ<sup>2</sup> Oğuz ŞİMŞEK<sup>1</sup> Reşit GERGER<sup>2</sup> Berivan AĞUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Makale Gönderme Tarihi: 08.10.2015

Makale Kabul Tarihi: 15.06.2016

### Öz

*Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli su havzalarından biri olan Seyhan Havzası'nın yağış yapısının ve atmosferik sirkülasyon değişiminin akım üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Seyhan havzasında yer alan iki farklı akım gözlem istasyonundan elde edilen aylık ortalama akım değerlerinin ve iki farklı yağış gözlem istasyonundan elde edilen aylık ortalama yağış değerlerinin trend analizi yapılmış ve anlamlı trend varlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Trend varlığının belirlenmesinde, lineer olmayan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri, trend eğimlerinin belirlenmesinde Sen'in trend eğim metodu ve trend başlangıç yıllarının belirlenmesinde ise Mann-Kendall sıra korelasyon testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ele alınan 17351 ve 17802 numaralı meteoroloji gözlem istasyonlarına ait aylık toplam yağış değerlerinde trend belirlenmemiş olup, 1801 ve 1822 numaralı akım gözlem istasyonlarının aylık ortalama verilerinin beş ayında azalan yönde trend varlığı görülmüştür.*

**Anahtar Kelimeler:** Trend analizi, Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho Testi, Seyhan Havzası

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: N. Göksu SOYDAN. soydang@cukurova.edu.tr; Tel: (322) 338 67 02

## Giriş

İklim değişikliği, iklim ortalamalarında uzun dönemli meydana gelen büyük varyasyonlara denir. İklim değişikliği küresel ölçekte meydana gelmesine rağmen, etkileri genellikle bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir (Trajkovic ve Kolakovic (2009)). Bu nedenle, meteorolojik değişkenlerin değişiminin analizi iklim değişikliği tespitinde önemli bir görevi temsil eder. Çeşitli iklimsel veriler (yağış, bitki su tüketimi, sıcaklık, nem) arasında yağış, su, tarım ve ekolojik yönetimi için önemli bir değişken olması sebebiyle en fazla üzerinde çalışılan parametredir. Yağıştaki değişiklikler sel, kuraklık, biyolojik çeşitlilik ve tarımsal üretkenlik kaybına yol açabilmektedir. Böylelikle ortalama atmosferik sirkülasyonda meydana gelen her hangi bir değişikliğin iklime ve buna bağlı olarak yağışa doğrudan etkisi vardır. Aynı şekilde, yıllık ya da mevsimsel yağış değişikliklerinin de akım üzerinde bir etki yaratacağı muhtemeldir. Bu nedenle, yağış sonuçlarının yersel ve zamansal eğilimleri, iklim analisti ve su kaynakları planlayıcısı için önem arz etmektedir. Bilim dünyası, son zamanlarda iklimsel değişikliklerden dolayı, hidro-meteorolojik değişkenlerin trend eğilimlerine büyük önem vermektedir. Son yıllarda dünya çapında meydana gelen iklim değişikliği eğilimlerini tespit etmek için birçok çalışma yapılmıştır (Bahadır ve Özdemir (2011); Erlat ve Türkş (2012); Gocic ve Trajkovic (2013); Chowdhury vd. (2015). Ancak bu çalışmaların çoğu sadece sıcaklığa (maksimum, minimum ve/veya ortalama) ve yağış değişiklikleri üzerine odaklanmıştır. Dolayısıyla yağış ve sıcaklık değişimlerinde meydana gelen eğilimlerin akış üzerinde oluşturduğu eğilim, taşkın ve su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde üzerinde durulması gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Karpouzou vd. (2010), Yunanistan'daki Pieria bölgesindeki 1974-2007 yıllarına ait yıllık, aylık ve mevsimsel olası yağış verilerinin trend analizini Mann-Kendal ve Sen'in trend eğim testlerini kullanarak incelemiştir. Dört mevsim arasında özellikle bahar aylarındaki yağış miktarında önemli düşüşler gözlenmiştir.

Jain ve Kumar (2012), çalışmalarında Hindistan'daki farklı havzalardaki yağış miktarı, yağışlı gün ve sıcaklık değişimlerinin eğilimini analiz etmişlerdir. Eğilim büyüklüğünü genellikle istatistiksel anlamlılığı Mann-Kendal testi ile değerlendirilen, Sen'in parametrik olmayan trend eğim metodu ile elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda yersel trend eğilimlerinin istasyon verilerine ve havza alt bölümlerine göre değiştiği ve çeşitli çalışmalar sonucunun farklı çıkmasından kaynaklı olarak yağış eğiliminin net ve tutarlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Altın (2012), Orta Anadolu Bölgesi'nin sınırları içerisinde kalan 33 istasyona ait 1975-2007 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık verilerinin değişimini incelemiştir. Mann-Kendall testini kullanarak yaptığı çalışmada, yağış yoğunluğunun kış ve bahar aylarında azalma, yaz ve sonbahar aylarında ise artma eğilimi gösterdiği sonucuna varmıştır. Huang vd. (2013), Çin'de bulunan Jiangxi'deki yağış miktarının zamansal değişimini belirlemek için 1960-2008 yılları arasında çeşitli yağış göstergelerini, Mann-Kendall testi uygulayarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, istasyonlar arasında yıllık, mevsimsel ve aylık ölçekte negatif ve pozitif yağış trendinde farklı eğilimler belirlenmiştir. Adarsh ve Janga Reddy (2015), Güney Hindistan'ın dört farklı eyaletinde uzun dönemli yağış eğilimlerini lineer regresyon, parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Sen'in trend eğim metodu ile analiz etmişlerdir. Yıllık yağış zaman serilerinin analizleri sonucunda, üç farklı bölgede artan, diğer bölgede ise azalan bir trend eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Seyhan Havzası'na ait iki Meteoroloji Gözlem İstasyonu (MGİ) ve iki Akım Gözlem İstasyonuna (AGİ) ait aylık ortalama yağış ve akım verilerinin trend eğilimleri parametrik olmayan testler kullanılarak elde edilmeye çalışılmıştır. Trend varlığının belirlenmesinde Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri, trend eğiminin belirlenmesinde ise Sen'in trend eğim metodu kullanılmıştır. Anlamlı bir trendin varlığı tespit edildiğinde, Mann-Kendall sıra korelasyon testi ile trend başlangıç yılı belirlenmiştir.

## Çalışma Alanı

Bu çalışmada, Şekil 1’de gösterilen Seyhan Havzası’na ait 17351 Adana ve 17802 Pınarbaşı MGİ’na ait aylık toplam yağış ve 1805 Gökdere

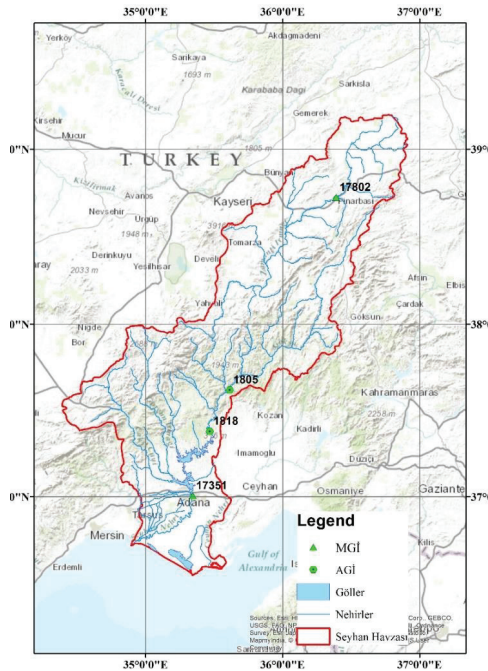
ve 1818 Üçtepe AGİ’na ait aylık ortalama akım verileri ele alınmıştır. Kullanılan MGİ’na ait bilgiler Tablo 1’de, AGİ’larına ait bilgiler ise Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Meteoroloji gözlem istasyonlarına ait bilgiler Meteoroloji, (2012)

İstasyon No	İstasyon Adı	Rasat Yılları	Enlem	Boylam
17351	Adana	1970-2012	37.0041°	35.3443°
17802	Pınarbaşı	1970-2009	38.7251°	36.3904°

**Tablo 2.** Akım gözlem istasyonlarına ait genel bilgiler (EİEİ, 2005)

İstasyon No	İstasyon Adı	Rasat Yılları	Enlem	Boylam	Kot (m)	Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )
1805	Göksu-Gökdere	1938-2005	37.6186°	35.6144°	312	4242.8
1818	Seyhan-Üçtepe	1966-2005	37.3797°	35.4686°	130	13846



Şekil 1. Çalışma alanı

## Yöntem

Bir zaman serisinde istatistiksel olarak anlamlı bir trendin olup olmadığı sıfır hipotezi ile

kontrol edilmektedir. “H<sub>0</sub>: trend yok” , “H<sub>1</sub>: trend var” olarak ifade edilen sıfır hipotezinin kontrolü için farklı yöntemler geliştirilmiştir (Beyazıt (1996)).

### Mann-Kendall Testi

Bir zaman serisinde trend varlığının belirlenmesinde  $H_0$  hipotezinin kontrolü için kullanılan Mann Kendall testi (Kendall, 1975; Mann, 1945), verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğunu aramayan ve parametrik olmayan bir testtir (Yu vd., 1993). Test istatistiği,

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $x_j$  ve  $x_k$  sırasıyla  $j$  ve  $k$  yıllarındaki gözlenen değerleri,  $n$  ise toplam yıl sayısını ifade etmektedir.  $n \geq 10$  için  $s$ 'nin ortalaması ve varyansı sırasıyla denklem 2 ve 3 kullanılarak belirlenir.

$$E(s) = 0 \quad (2)$$

$$\text{Var}(s) = \sigma_s = \sqrt{\left( n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^r t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right) / 18} \quad (3)$$

Burada,  $r$  veri setindeki tekrar gözlem sayıları,  $t_i$  değeri  $i$  uzunluğundaki bir seride tekrarlanan gözlemleri göstermektedir. Eşitlikteki toplama terimi sadece veride tekrar gözlem olduğunda kullanılır. Böylece;

$$Z = \begin{cases} (s-1)/\sigma_s, & s > 0 \\ 0, & s = 0 \\ (s+1)/\sigma_s, & s < 0 \end{cases} \quad (4)$$

şeklinde tanımlanan  $Z$  istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır.

Yukarıda açıklandığı şekilde hesaplanan  $Z$ 'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha$  anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın  $Z_{\alpha/2}$  değerinden küçük ise sıfır hipotezi kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde eğilim olmadığı, büyüğe eğilim olduğu ve  $s$  değeri pozitif ise artan yönde, negatifse azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, doğrusal trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir (Yue ve Wang, 2002). Sıra istatistiği olan  $R_{x_i}$  verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir. Spearman'ın Rho testi istatistiği  $r_s$  bağıntısı ile hesaplanır:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (R(x_i - i)^2) \right]}{(n^3 - n)} \quad (5)$$

$n > 30$  için  $r_s$  dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılır (Yue ve Wang, 2002). Bunun için  $r_s$ 'nin test istatistiği olarak tanımlanan  $Z$  aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (6)$$

eğer  $|z|$  değeri,  $\alpha$  önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen  $Z_{\alpha/2}$  değerinden büyük ise,  $H_0$  hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu,  $r_s$  değeri pozitif ise artan yönde, negatifse azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Parametrik olmayan bu test, uygulanan seride zamanla artma mı, azalma mı olduğunun tespiti için kullanılır. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir. Bu çalışmada trend olup olmadığını belirlemek için iki ayrı test kullanıldığı ve ayrıca eğim metodu ile bu sonuçlar desteklendiği için Mann Kendall sıra korelasyon testinin trend-başlangıç yılını belirleme özelliğinden yararlanılmıştır.

Hidro-meteoroloji zaman serisinde baştan başlayarak veriler,  $x_i$ , teker teker göz önünde bulundurularak veri yerine kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılır. Bu sayıya  $n_i$  denirse  $x_i$  veri değerleri bunlarla yer değiştirerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir.

Bu tam sayıların ardışık toplamları  $t$  ile gösterilirse:

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (7)$$

şeklinde tanımlanır. Bunun ortalaması;

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (8)$$

ve varyansı;

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (9)$$

Mann-Kendall test istatistiği  $u(t)$  ise;

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var}(t)}} \quad (10)$$

olarak hesaplanır (Sneyers, 1990).

Zamanla bir değişim yok varsayımı,  $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken  $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişimin olduğunu gösterir.  $u(t)$ 'nin  $\pm 1.96$ 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir.  $u(t)$  ise seri içinde geri yönde  $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafiksnel gösterimde trend bulunmaması halinde bu iki eğri birbirini birkaç kez altlı üstlü keserler. Trend olması durumunda ise, iki eğrinin birbirini kesmeleri yaklaşık olarak trendin başlangıç yılını verir (Yenigün vd., 2008).

### Sen'in Trend Eğim Metodu

Sen (1968) tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer doğrusal bir trend mevcut ise gerçek eğim (birim zamandaki değişim) için veri hatalarından veya ekstrem değerlerden etkilenmeyen, eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilen parametrik olmayan bir yöntem kullanılabilir (Yu vd., 1993). Burada veri sayısı  $n$  olmak üzere önce  $j$  ve  $k$  zamanlarındaki veriler  $x_j$  ve  $x_k$  ise ( $j > k$ )

$$N = n(n-1)/2 \quad (11)$$

adet olmak üzere  $Q_i$  parametresi:

$$Q_i = (x_j - x_k)/(j - k) \quad (i=1, \dots, N) \quad (12)$$

bağıntısı ile 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 trendin eğimini verir.  $N$  sayısının tek olması durumunda:

$$Q_{\text{medyan}} = Q_{(N+1)/2} \quad (13)$$

eşitliği, çift olması durumunda ise,

$$Q_{\text{medyan}} = \frac{[Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2}]}{2} \quad (14)$$

eşitliği kullanılarak, ilgili gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bu değer pozitif olması artan yönde, negatif olması ise azalan yönde bir eğilimin olduğunu gösterir.

### Bulgular ve Tartışma

Seyhan Havzası'nda bulunan iki farklı AGİ'den elde edilen aylık ortalama akım ve iki farklı MGI'den elde edilen aylık toplam yağış değerleri için Mann-Kendall (MKT) ve Spearman'ın Rho (SRT) testleri kullanılarak trend analizi Gümüş (2006) tarafından hazırlanan TAFW yazılımı ile yapılmıştır. Anlamli trend belirlenen istasyonlarda Mann-Kendall sıra korelasyon testi ile trend başlangıç yılları belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3, 4 ve 5'te verilmiştir. Tablo 3'te verilen meteoroloji istasyonlarına ait %95 güven aralığında yapılan analiz sonuçları incelendiğinde, herhangi bir ayda anlamli bir trendin olmadığı belirlenmiştir. Akım gözlem istasyonlarından, 1805 istasyonunda Mart ayında ve 1818 istasyonunda Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, Mann-Kendall (MKT) ve Spearman'ın Rho (SRT) testlerine göre azalan yönde bir anlamli trendin varlığı görülmektedir. Anlamli trend belirlenen istasyonlara ait Mann-Kendall sıra korelasyon testi ile hesaplanan trend başlangıç yılları Tablo 5'te verilmiştir. Burada, 1805 istasyonu için 1960 yılı, 1818 istasyonu için

ise Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 1973 yılı, Ekim ayında ise 2000 yılı trend başlangıç yılı olarak belirlenmiştir. Şekil 2’de, Mann-Kendall sıra korelasyon testine göre anlamlı trendin elde edildiği aylara ait  $u(t)-u'(t)$  değerlerinin değişim grafikleri verilmiştir. Şekiller incelendiğinde,  $u(t)-u'(t)$  değerlerinin anlamlı trendin belirlendiği yıllarda %95 güven aralığındaki Z değeri olan  $\pm 1.96$  değerini aştığı görülmektedir. Tablo 3 ve Tablo 4’te verilen trend eğim değerleri incelendiğinde, 17351

numaralı istasyondaki altı ayın, 17802 numaralı istasyonda ise beş ayın azalan bir eğim sergilediği görülmektedir. Ayrıca, 1805 numaralı istasyonda sekiz ayın, 1818 numaralı istasyonda ise 12 ayın tamamının azalan yönde eğime sahip olduğu anlaşılmaktadır. 1818 numaralı istasyonda en fazla azalmanın anlamlı trend belirlenmeyen 1818 numaralı istasyonun Ocak ayında olduğu, anlamlı trend belirlenen aylarda ise en yüksek eğimin Temmuz ayında olduğu görülmektedir.

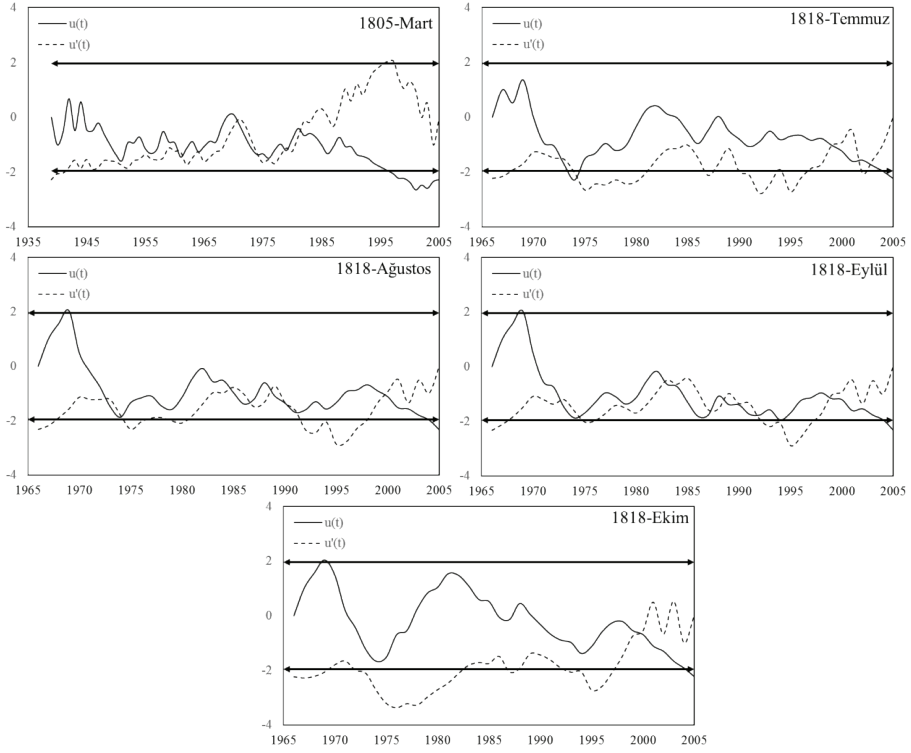
**Tablo 3.** 17351 ve 17802 numaralı istasyonlar için trend analizi sonuçları

	17351		17802			
	MKT	SRT	Eğim (mm/yıl)	MKT	SRT	Eğim (mm/yıl)
Ocak	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.10	0.00
Şubat	1.11	1.14	0.66	1.06	0.99	0.23
Mart	-0.27	-0.38	-0.13	1.03	0.90	0.30
Nisan	-0.82	-0.82	-0.43	-1.12	-1.12	-0.37
Mayıs	1.11	1.18	0.39	-1.42	-1.53	-0.68
Haziran	-1.37	-1.38	-0.11	-1.44	-1.51	-0.49
Temmuz	0.60	0.89	0.00	0.40	0.55	0.01
Ağustos	0.34	0.87	0.00	-0.06	-0.21	0.00
Eylül	-0.45	-0.38	-0.05	-0.84	-0.83	-0.12
Ekim	-0.57	-0.64	-0.18	0.15	0.25	0.04
Kasım	0.10	0.17	0.18	0.99	1.17	0.33
Aralık	0.16	0.21	0.25	-0.26	-0.39	-0.06

**Tablo 4.** 1805 ve 1818 numaralı istasyonlar için trend analizi sonuçları

	1805		1818			
	MKT	SRT	Eğim (m <sup>3</sup> /s/yıl)	MKT	SRT	Eğim (m <sup>3</sup> /s/yıl)
Ocak	-0.25	-0.07	-0.05	-1.53	-1.35	-1.84
Şubat	-1.46	-1.43	-0.3	-1.13	-1.15	-1.2
Mart	<b>-2.23</b>	<b>-2.38</b>	-0.77	-1.27	-1.38	-1.75
Nisan	-1.71	-1.7	-0.73	-0.55	-0.57	-0.9
Mayıs	-0.43	-0.44	-0.12	-0.96	-0.9	-0.9
Haziran	0.096	0.07	0.008	-1.35	-1.27	-0.61
Temmuz	-0.5	-0.53	-0.02	<b>-2.17</b>	<b>-2.24</b>	-0.6
Ağustos	-0.59	-0.66	-0.02	<b>-2.31</b>	<b>-2.46</b>	-0.41
Eylül	-0.72	-0.63	-0.02	<b>-2.28</b>	<b>-2.41</b>	-0.35
Ekim	0.091	0.271	0	<b>-2.2</b>	<b>-2.25</b>	-0.35
Kasım	1.268	1.253	0.056	-1.32	-1.44	-0.39
Aralık	0.787	0.916	0.063	-1.4	-1.35	-0.79

*Seyhan havzası aylık ortalama akım ve yağış verilerinin trend analizi*



Şekil 2. Mann-Kendall sıra korelasyon testine göre  $u(t)$ - $u'(t)$  grafikleri (%95 güven aralığında)

**Tablo 5.** Mann-Kendall sıra korelasyon testine göre trend başlangıç yılları

	1805	1818	17351	17802
<b>Ocak</b>	-	-	-	-
<b>Şubat</b>	-	-	-	-
<b>Mart</b>	1960	-	-	-
<b>Nisan</b>	-	-	-	-
<b>Mayıs</b>	-	-	-	-
<b>Haziran</b>	-	-	-	-
<b>Temmuz</b>	-	1973	-	-
<b>Ağustos</b>	-	1973	-	-
<b>Eylül</b>	-	1973	-	-
<b>Ekim</b>	-	2000	-	-
<b>Kasım</b>	-	-	-	-
<b>Aralık</b>	-	-	-	-

## Sonuçlar

Bu çalışmada, Seyhan Havzası içerisinde yer alan 17351-Adana ve 17802-Pınarbaşı meteoroloji istasyonlarına ait aylık ortalama

yağış ve 1805-Göksu-Gökdere ve 1818-Seyhan-Üçtepe istasyonlarına ait aylık ortalama akım değerlerinin %95 güven aralığında trend analizi yapılmıştır. Trend varlığının belirlenmesinde, lineer olmayan Mann-Kendall ve Spearman'ın

Rho testleri, trend eğimlerinin belirlenmesinde Sen'in trend eğim metodu ve trend başlangıç yıllarının belirlenmesinde ise Mann-Kendall sıra korelasyon testi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, 17351 ve 17802 meteoroloji istasyonlarında anlamlı bir trend belirlenmemiş olup, 1805 numaralı akım gözlem istasyonunda Mart ayında ve 1818 numaralı akım gözlem istasyonunda ise Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında azalan yönde eğilime sahip trend varlığı görülmüştür. Anlamlı trendlerin başlangıç yıllarının ise 1805-Mart ayı için 1960, 1818- Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için 1973, 1818 istasyonu Ekim ayı için ise 2000 yılı olarak hesaplanmıştır. 1818 numaralı istasyonda trend belirlenen dört ay içerisinde Temmuz ayının eğim değerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

## Kaynaklar

- Adarsh, S., Janga Reddy, M., "Trend Analysis of Rainfall in Four Meteorological Subdivisions of Southern India Using Nonparametric Methods and Discrete Wavelet Transforms". *International Journal of Climatology*, 35(6): 1107-1124, 2015.
- Altın, T. B., "Change in Precipitation and Temperature Amounts over Three Decades in Central Anatolia, Turkey". *Atmospheric and Climate Sciences*, 2(01): 107-125, 2012.
- Bahadır, M., Özdemir, M. A., "Climate Trend Analysis of the Level Changes of Iznik Lake in Turkey". *Journal of Biology and Life Sciences*, 2(3): 4-13, 2011.
- Beyazıt, M., "İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri", İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1996.
- Chowdhury, R. K., Beecham, S., Boland, J., Piantadosi, J., "Understanding South Australian Rainfall Trends and Step Changes". *International Journal of Climatology*, 35(3): 348-360, 2015.
- Erlat, E., Türkeş, M., "Analysis of Observed Variability and Trends in Numbers of Frost Days in Turkey for the Period 1950-2010". *International Journal of Climatology*, 32(12): 1889-1898, 2012.
- Gocic, M., Trajkovic, S., "Analysis of Changes in Meteorological Variables Using Mann-Kendall and Sen's Slope Estimator Statistical Tests in Serbia". *Global and Planetary Change*, 100: 172-182, 2013.
- Huang, J., Sun, S., Zhang, J., "Detection of Trends in Precipitation During 1960-2008 in Jiangxi Province, Southeast China". *Theoretical and Applied Climatology*, 2013.
- Jain, S. K., Kumar, V., "Trend Analysis of Rainfall and Temperature Data for India". *Current Science(Bangalore)*, 102(1): 37-49, 2012.
- Karpouzos, D. K., Kavalieratou, S., Babajimopoulos, C., "Trend Analysis of Precipitation Data in Pieria Region (Greece)". *European Water Resources Association*, 30: 31-40, 2010.
- Kendall, M. G., "Rank Correlation Methods", Charles Griffin, London, 1975.
- Mann, H. B., "Nonparametric Tests against Trend". *Econometrica*, 13(3): 245-259, 1945.
- Sen, P. K., "Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau". *Journal of the American Statistical Association*, 63(324): 1379-1389, 1968.
- Sneyers, R., "On the Statistical Analysis of Series of Observations", Secretariat of the World Meteorological Organization, 1990.
- Trajkovic, S., Kolakovic, S., "Wind-Adjusted Turc Equation for Estimating Reference Evapotranspiration at Humid European Locations", 2009.
- Yenigün, K., Gumus, V., Bulut, H., "Trends in Streamflow of the Euphrates Basin, Turkey". *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management*, 161(4): 189-198, 2008.
- Yu, Y.-S., Zou, S., Whitemore, D., "Non-Parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas". *Journal of Hydrology*, 150(1): 61-80, 1993.
- Yue, S., Wang, C., "The Influence of Serial Correlation on the Mann-Whitney Test for Detecting a Shift in Median". *Advances in Water Resources*, 25(3): 325-333, 2002.



## **Trend analysis of average monthly streamflow and rainfall at seyhan river basin**

### **Extended abstract**

*Trend analysis of hydrometeorological variables has great concern in the recent past because of the attention given to global climate change from the scientific community. Trend analysis can help in better understanding of the changing pattern of the prominent climatic variables in a river basin. Precipitation is a key component of the hydrologic cycle and changes in its pattern would directly influence the water resources of a region, as it affects streamflows, soil moisture and groundwater reserves*

*In this study, the effects of rainfall structure and atmospheric circulation variability on streamflow in the Seyhan River Basin is analyzed. Monthly mean streamflow obtained from two different gauging station and monthly rainfall data observed at the precipitation station within the Seyhan River Basin which is an important basin in Turkey are used to determine the the trend analyses. In the determination of streamflow and rainfall trends, non-linear Mann-Kendall and Spearman's Rho tests are used. The linear slopes of trends are calculated by a technique proposed by Sen. The Mann-Kendall rank correlation test is used to determine the years in which trends begin. From the present analyses it is found that among the studied stations there are decreasing trends in monthly streamflow data in 1801 and 1822 stations for five months, and there are no trend is found in monthly total precipitation data in 17351 and 17802 meteorological stations.*

**Keywords:** *Trend analysis, Mann-Kendall test, Spearman Rho test, Seyhan River Basin*

# mühendislik dergisi

