

## GÖKSU NEHRİ – HİMMETLİ İSTASYONU AYLIK ORTALAMA AKIM GİDİŞLERİNİN BELİRLENMESİ

Veysel GÜMÜŞ<sup>1</sup>, Kasım YENİGÜN<sup>2</sup>, M. Salih KIRKGÖZ<sup>1</sup>

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

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

**Özet:** Zaman içerisinde oluşabilecek su miktarındaki değişimlerin önceden bilinmesi, kullanım için depolanan ve depolanacak suyun daha ekonomik yönetimine ve planlanmasına yardımcı olacaktır. Bu bağlamda, Türkiye'nin önemli su havzalarından biri olan Seyhan havzasında yer alan 1801 numaralı Göksu Nehri-Himmetli akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık veriler için gidiş analizi yapılmış ve anlamlı gidiş varlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Gidiş varlığının belirlenmesinde, lineer olmayan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri, gidiş eğimlerinin belirlenmesinde Sen'in trend eğim metodu ve gidiş başlangıç yıllarının belirlenmesinde ise Mann-Kendall sıra korelasyon testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ele alınan istasyonun beş ayında gidiş varlığı belirlenmiş ve eğilimin azalan yönde olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Gidiş analizi, Mann-Kendall testi, Seyhan Havzası

## DETERMINATION OF MONTHLY MEAN STREAMFLOW TRENDS AT GÖKSU RIVER-HİMMETLİ STATION

**Abstract:** The determination of the future time-variations of the streamflow data is important for the economic management of the existing water storage and also for the reservoir planning for future developments. In this respect, trend analyses are made to determine the variations of monthly mean and annual mean streamflow data observed at the gaging station Göksu River-Himmetli Nr:1801 within the Seyhan River Basin which is an important basin in Turkey. In the determination of streamflow 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 at the studied station there are trends in five months, with decreasing tendency.

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

## 1. GİRİŞ

Bir büyüklüğün zaman boyunca ölçülen değerlerinde anlamlı bir azalma ya da artmanın bulunup bulunmadığı, yani gidişi, istatistik testlerle araştırılabilir. Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış gibi) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir [1].

Akımlardaki gidişin bilinmesi su kaynaklarının planlama ve işletmesinde büyük önem taşır. Ortalama ve düşük akımlarla ilgili hidrolojik bilgiler baraj haznelerinin kapasitesinin hesabında ve baraj işletmesinde, taşkınlarla ilgili bilgiler taşkın yapılarının projelendirilmesi ve işletmesinde, düşük akımlarla ilgili bilgiler su kalitesinin kontrolü ile ilgili problemlerde ve su temini projelerinde önem arz etmektedir. Akarsu akımlarındaki muhtemel gidişlerin bilinmesi gelecek için verilecek kararları önemli ölçüde etkileyecektir.

Klasik parametrik testlerdeki normalite, doğrusallık ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Aynı zamanda su kalitesi gidiş analizinde istatistiksel testlerin uygulanması, eldeki zaman serisinin çoğunlukla eksik, değerli ve kısıtlı verilerden oluşması yanı sıra kalite parametresinin akım debisi ile ilişkisi ve mevsimsellik gibi bazı problemlerden dolayı daha da karmaşık hale gelmektedir [2]. Bu nedenle, parametrik olmayan testlerin kullanılması parametrik testlere oranla daha uygundur. Gidiş analizi çalışmalarında kullanılan parametrik olmayan testlerden bazıları Sen'in T Testi, Spearman'ın Rho Testi, Mann-Kendall Testi, Mevsimsel Kendall Testi olarak sıralanabilir. Çalışmada Spearman'ın Rho ve Mann-Kendall testi kullanılmıştır.

Bayazıt ve ark. [3] yapmış oldukları çalışmada, Türkiye'de bulunan akarsulardaki yıllık ortalama ve minimum akımlar üzerine Mann-Kendall testini kullanarak gidiş analizi çalışması yapmışlar ve anlamlı gidiş belirlenen istasyonların eğilimlerinin azalan yönde olduğunu belirlemişlerdir. Yeniğün ve ark. [4], Fırat havzasında bulunan 22 akım gözlem istasyonunda yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarda yapmış oldukları çalışmada belirlenen eğilimlerin çoğunun azalan yönde olduğunu göstermişlerdir. Tonkaz ve ark [5], yaptıkları çalışmada, Güneydoğu Anadolu projesinde 16 buharlaşma gözlem istasyonunda uzun dönemli mevsimsel gidişleri incelemişlerdir. Her bir istasyon için 31 ve 41 yıllık kayıtlar kullanılmıştır. Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi, Sen'in Eğimi ve Spearman'ın Rho testi gidişi belirlemek için kullanılırken, on yıllık değişimleri belirlemek için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Yaz mevsiminde 15 istasyonda artma eğilimi, 1 istasyonda ise azalma olduğunu göstermişlerdir. Türkiye'de ve dünyada, hidrolojik veriler üzerinde yapılmış olan çalışmalarda parametrik olmayan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri başarılı olarak kullanılmıştır [6, 7, 8, 9].

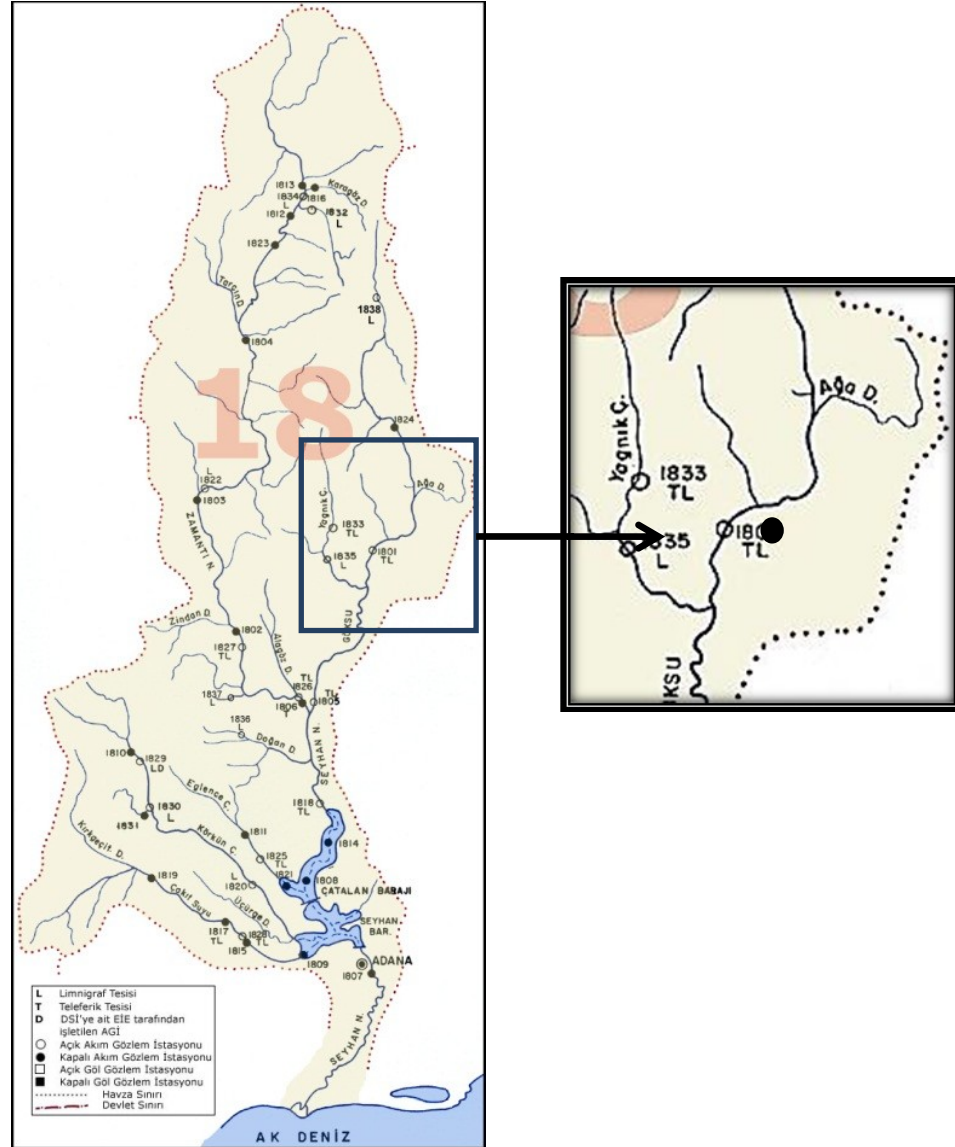
Bu çalışmanın amacı, Seyhan Havzasında bulunan 1801 numaralı Göksu Nehri-Himmetli akım gözlem istasyonunda gözlenen aylık ve yıllık ortalama akım verilerinin istatistiki anlamda eğilimlerinin parametrik olmayan testler kullanılarak gidiş içerip içermediğinin belirlenmesidir. Gidiş varlığının belirlenmesi için Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri, gidiş eğiminin belirlenmesinde ise Sen'in trend eğim metodu kullanılmıştır. Anlamlı bir gidişin varlığı tespit edildiğinde, Mann-Kendall sıra korelasyon testi ile gidiş başlangıç yılı belirlenmiştir.

## GÖKSU NEHRİ – HİMMETLİ İSTASYONU AYLIK ORTALAMA AKIM GİDİŞLERİNİN BELİRLENMESİ

### 2. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 2.1. Materyal

Bu çalışmadaki gidiş analizi için, Seyhan Havzasında bulunan ve EİEİ (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) tarafından işletilen 1801 numaralı Göksu Nehri-Himmetli akım gözlem istasyonunda kaydedilen 1936-2000 yılları arasında bulunan 65 aylık ortalama akım verisi kullanılmıştır (Şekil 1). İstasyon hakkında genel bilgiler Tablo 1 de, istasyona ait istatistikler ise Tablo 2 de verilmiştir. Veriler EİEİ akım gözlem yıllığından alınmıştır [10].



**Tablo 1.** 1801 numaralı akım gözlem istasyonuna ait genel bilgiler

İstasyon No	İstasyon Adı	Rasat Yılları	Enlem	Boylam	Kot (m)	Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )
1801	Göksu-Himmetli	1936-2000	36° 03' 32"	37° 51' 59"	665	2596.8

**Tablo 2.** 1801 numaralı akım gözlem istasyonu'na ait istatistikler

	Ort (m <sup>3</sup> /s)	S. Sapma (m <sup>3</sup> /s)	Çarpıklık K.	Min. (m <sup>3</sup> /s)	Maks. (m <sup>3</sup> /s)
EKİM	15.3	4.71	4.49	10.2	46.0
KASIM	17.2	6.24	2.56	10.6	46.1
ARALIK	22.6	11.03	1.33	10.0	61.7
OCAK	25.2	14.74	2.22	9.8	89.1
ŞUBAT	30.5	15.55	1.04	11.3	70.1
MART	56.0	23.71	1.08	19.8	134.0
NİSAN	73.3	28.08	0.29	21.4	149.0
MAYIS	47.3	16.23	0.39	17.5	104.0
HAZİRAN	27.4	7.23	-0.06	12.8	43.4
TEMMUZ	18.8	4.16	-0.33	10.2	26.7
AĞUSTOS	15.5	3.05	-0.24	9.3	21.3
EYLÜL	14.6	2.55	-0.20	9.2	20.2
YILLIK ORT.	30.3	7.60	-0.11	15.0	46.6

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Mann-Kendall Testi

Mann Kendall testi [11, 12] parametrik olmayan bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Bu test ile bir zaman serisinde gidiş olup olmadığı sıfır hipotezi ile; “ $H_0$ : gidiş yok” ile kontrol edilmektedir [13]. Testin uygulanacağı zaman serisi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  de  $x_i, x_j$  çiftleri iki gruba ayrılır.  $i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P$  ve  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M$  ile gösterilirse test istatistiği  $S=P-M$  şeklinde tanımlanır.

Kendall korelasyon katsayısı:

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

$n \geq 10$  için

$$\mu_s = 0 \quad \text{ve} \quad \sigma_s = \sqrt{\left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_i^r t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (2)$$

## GÖKSU NEHRİ – HİMMETLİ İSTASYONU AYLIK ORTALAMA AKIM GİDİŞLERİNİN BELİRLENMESİ

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

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \text{ için} \\ 0 & S = 0 \text{ için} \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \text{ için} \end{cases} \quad (3)$$

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, büyükse eğilim olduğu ve  $S$  değeri pozitif ise artan yönde, negatifse azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğu aranmadığı için özellikle kullanışlıdır [14].

### 2.2.2. Spearman'ın Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, doğrusal gidiş varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir [15]. Sıra istatistiği olan  $R_{x_i}$  verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir. Gözlem serisi  $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan  $H_0$  hipotezine göre  $x_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır,  $H_1$  hipotezine göre ise  $x_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ) değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman'ın Rho testi istatistiği  $r_s$  bağıntısı ile hesaplanır:

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

$n > 30$  için  $r_s$  dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılır [15]. Bunun için  $r_s$ 'nin test istatistiği olarak tanımlanan  $Z$  aşağıdaki gibi hesaplanır:

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

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

### 2.2.3. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Parametresiz olan bu test, uygulanan seride zamanla artma mı, azalma mı olduğunu tespit için kullanılır. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken gidişin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir. Bu çalışmada gidiş olup olmadığını belirlemek için 2 ayrı test kullanıldığı ve ayrıca eğitim metodu ile bu sonuçlar desteklediği için Mann Kendall sıra korelasyon testinin gidiş başlangıç yılını belirleme özelliğinden yararlanılmıştır.

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

Bu tam sayıların ardışık toplamları  $t$  ile gösterilirse:

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (6)$$

şeklinde tanımlanır. Bunun ortalaması

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (7)$$

ve varyansı:

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (8)$$

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

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var}(t)}} \quad (9)$$

olarak hesaplanır [17].

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 gidişin önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir.  $u(t)$  ise seri içinde geri yönde  $u(t)$  ye benzer şekilde hesaplanır. Grafikselleştirilerek gidiş bulunmaması halinde bu iki eğri birbirini birkaç kez altı üstü keserler. Gidiş olması durumunda ise, iki eğrinin birbirini kesmeleri yaklaşık olarak gidişin başlangıç yılımı verir [5].

#### 2.2.4. Sen'in Trend Eğim Metodu

Sen [18] tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer doğrusal bir gidiş mevcut ise gerçek eğim (birim zamandaki değişim) için veri hatalarından veya ekstrem değerlerden etkilenmeyen, eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilen parametrik olmayan bir yöntem kullanılabilir [14]. Burada veri sayısı  $n$  olmak üzere önce  $j$  ve  $k$  zamanlarındaki veriler  $x_j$  ve  $x_k$  ise ( $j > k$ )

$$N = n(n-1)/2 \quad (10)$$

adet olmak üzere  $Q_i$  parametresi

$$Q_i = (x_j - x_k) / (j - k) \quad (i = 1, \dots, N) \quad (11)$$

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

*GÖKSU NEHRİ – HİMMETLİ İSTASYONU AYLIK ORTALAMA AKIM GİDİŞLERİNİN  
BELİRLENMESİ*

$$Q_{medyan} = Q_{(N+1)/2} \quad (12)$$

eşitliği, çift olması durumunda ise,

$$Q_{medyan} = \frac{[Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}]}{2} \quad (13)$$

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

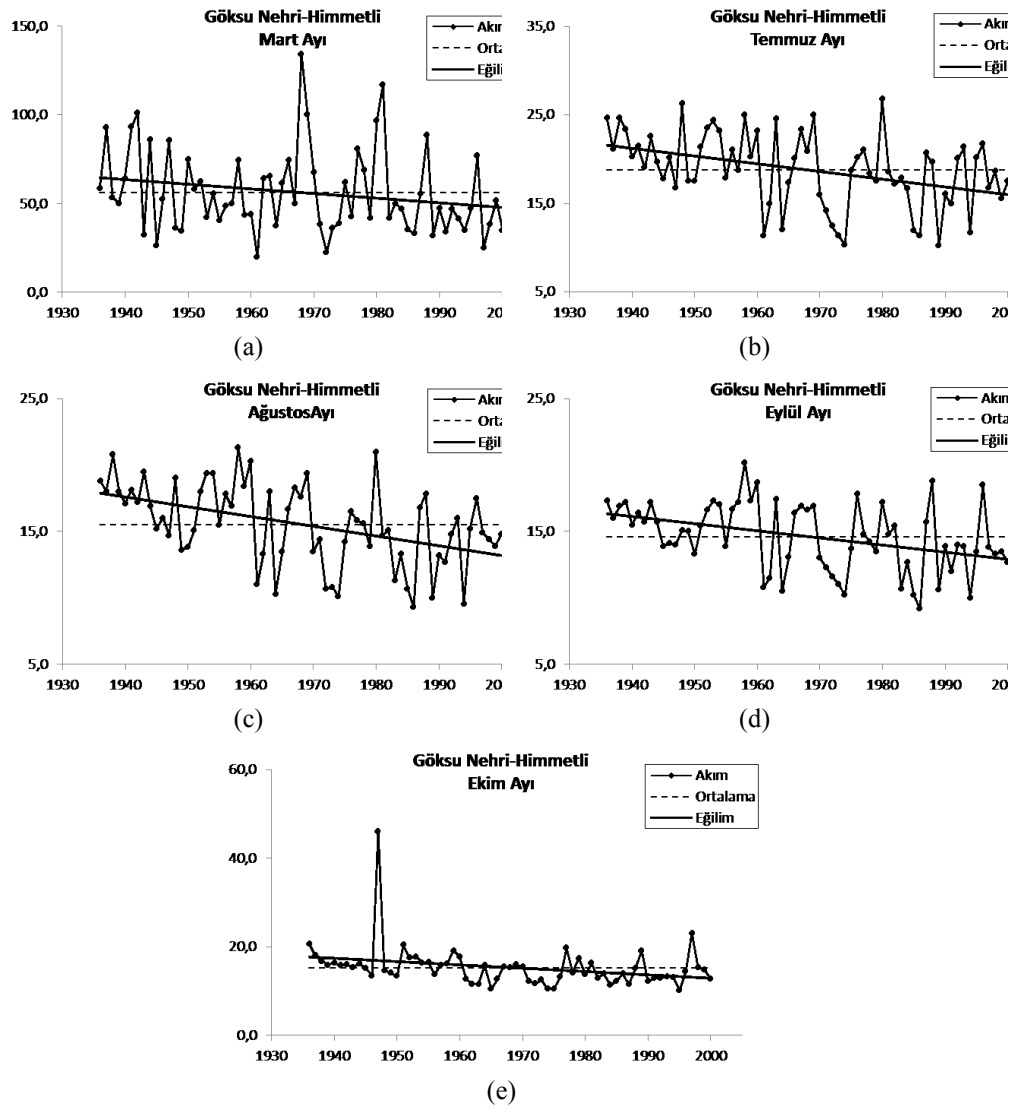
### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri kullanılarak TAFW yazılımı [19] yardımıyla yapılan gidiş analizi çalışmasında; mart, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında azalan yönde anlamlı gidişlerin varlığı tespit edilmiştir. Bu testlere ait Z ve p değerleri Tablo 3 de verilmiştir.

**Tablo 3.** Mann-Kendall ve Spearman testlerine ait Z ve p değerleri ( $\alpha=5\%$ )

	Mann-Kendall		Spearman'ın Rho		Sen Yöntemine Göre Eğilim ( $m^3/s/yıl$ )	Gidiş Başlangıç Yılı
	Z	p	Z	p		
EKİM	-3,438↓	0,000293↓	-3,439↓	0,000292↓	-0,059	1941
KASIM	-0,583	0,279863	-0,582	0,280283	-0,016	
ARALIK	-0,102	0,459407	-0,179	0,429361	-0,005	
OCAK	-0,413	0,339686	-0,255	0,280283	-0,035	
ŞUBAT	-1,466	0,071264	-1,410	0,079269	-0,109	
MART	-2,066↓	0,019390↓	-2,123↓	0,016876↓	-0,270	1955
NİSAN	-0,968	0,166483	-0,883	0,188888	-0,170	
MAYIS	-1,037	0,149850	-1,392	0,081961	-0,100	
HAZİRAN	-1,806	0,035447	-1,734	0,041459	-0,087	
TEMMUZ	-3,274↓	0,000530↓	-3,353↓	0,000399↓	-0,084	1944
AĞUSTOS	-3,795↓	0,000070↓	-3,846↓	0,000060↓	-0,071	1946
EYLÜL	-3,201↓	0,000690↓	-3,244↓	0,000589↓	-0,052	1945
YILLIK ORT.	-1,874	0,030463	-1,810	0,035147	-0,103	

Tablo 3 te görüldüğü gibi, Mann-Kendall testi ile yapılan analiz sonuçları Spearman'ın Rho testi bulguları ile uyumlu olup %5 anlamlılık düzeyinde, her iki testte de beş ayda azalan yönde gidiş olduğu görülmüştür. Eğim değerleri incelendiğinde, en hızlı azalmanın mart ayında olduğu ve gidiş belirlenen diğer aylarda ise eğim değerlerinin birbirine yaklaştığı görülmektedir. Gidiş belirlenen aylara ait saçılma grafikleri ve doğrusal gidişler Şekil 2 de verilmiştir.

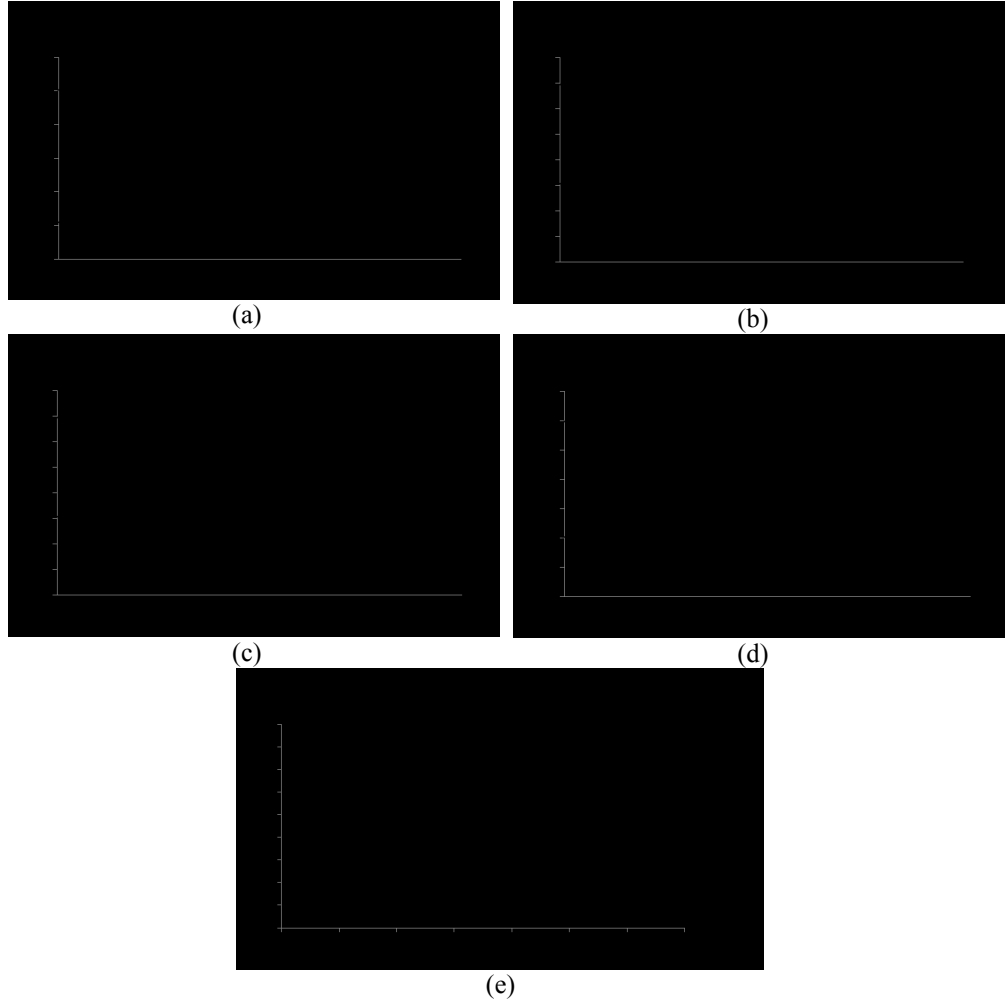


Şekil 2. 1801 numaralı istasyona ait ortalama akım, uzun süreli ortalama ve doğrusal gidişler: (a) Mart, (b) Temmuz (c) Ağustos, (d) Eylül, (e) Ekim

Mann-Kendall sıra korelasyon testine göre gidiş başlangıç yıllarının belirlenmesi için kullanılan  $u(t)-u'(t)$  grafikleri şekil 3 te verilmiştir. Şekil 3 te görüldüğü gibi test istatistiği değeri ( $\alpha=5\%$ ) güven aralığının üzerine çıkmıştır. Bu nedenle Mann-Kendall sıra korelasyon testinin, Mann-Kendall ve Spearman'ın rho testleri ile bulunan sonuçlarla benzer olduğu görülmüştür. Ayrıca eğrilerin birbirlerini ilk kestikleri nokta gidiş başlangıç yılı olarak değerlendirilmeye alınmıştır.



*GÖKSU NEHRİ – HİMMETLİ İSTASYONU AYLIK ORTALAMA AKIM GİDİŞLERİNİN  
BELİRLENMESİ*



**Şekil 3.** 1801 numaralı istasyona ait Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçları:  
(a) Mart, (b) Temmuz (c) Ağustos, (d) Eylül, (e) Ekim

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada Seyhan havzasında bulunan 1801 numaralı Göksu Nehri-Himmetli akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akımların eğilimleri parametrik olmayan Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri kullanılarak araştırılmıştır. Test sonuçlarından mart, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında %5 anlamlılık düzeyinde azalan yönde anlamlı gidiş varlığına rastlanmıştır. Gidiş başlangıç yılları, Mann Kendall sıra korelasyon testi ile sırasıyla 1941, 1955, 1944, 1946, 1945 yılları olarak bulunmuştur. Sen'in trend eğim metodu ile gidiş eğimleri hesaplanmış ve anlamlı gidiş belirlenen istasyonlardaki en büyük eğim değeri Mart ayında  $-0.270 \text{ m}^3/\text{s}/\text{yıl}$  olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının azalmasına karşı gerekli önlemler alınmalı, iklim değişikliğine ve nüfus artışına uyumlu bir su politikası uygulanmalıdır.

Bunun için özellikle tarımsal sulama yöntemleri daha dikkatli bir şekilde seçilmeli ve suyun daha verimli kullanılması sağlanmalıdır.

#### KAYNAKLAR

1. Helsel, D.R., and Hirsch, R.M. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. Elsevier, Amsterdam.
2. Kalaycı S. ve Kahya E. (1998). Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi. *J. of Engineering and Environmental Science*. 22:503-514.
3. Bayazıt, M., Cıgızoğlu, H. K. ve Önöz, B. (2002). Türkiye Akarsularında Trend Analizi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*. 420:8-10.
4. Tonkaz, T., Çetin, M., and Tülücü, K. (2007). The Impact of Water Resources Development Projects on Water Vapor Pressure Trends in A Semi-Arid Region, Turkey. *Climatic Change*. 82: 195–209.
5. Yenigün, K., Gümüş, V., and Bulut, H. (2008). Trends in Streamflow of Euphrates Basin, Turkey. *ICE Water Management*. 161(4):189-198.
6. Kadioğlu, M. (1997). Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal Of Climatology*. 17: 511-520.
7. Zhang, X., Harvey, K.D., Hoggy, W.D., ve Yuzyk, T.R. (2001). Trends in Canadian Streamflow, *Water Resources Research*. 37(4): 987-998
8. Kahya, E., Kalaycı, S. (2004). Trend Analysis of Stream flow in Turkey. *Journal of Hydrology*. 289:128–144.
9. Zhang Q., Liu CL, Xu CY, and Jiang T. (2006). Observed trends of annual maximum water level and streamflow during past 130 years in the Yangtze River basin, China. *Journal of Hydrology*. 324:255-265.
10. EİEİ. (2000). Akım Gözlem Yıllığı. Ankara.
11. Mann, H. B. (1945). Non-parametric Test Against Trend. *Econometrika*. 13:245-259.
12. Kendall, M.G. (1975). Rank Correlation Methods. *Charles Griffin*, London.
13. Bayazıt, M. (1996). İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. *İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası*. İstanbul.
14. Yue, S., Zou, S., Whitemore, D. (1993). Non-parametric Trend analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*. 150(1):61-80.
15. Yue, S., and Wang, C.Y. (2002). The Influence of Serial Correlation on the Mann-Whitney Test for Detecting a Shift in Median. *Advances in Water Resources*. 25(3):325-333.
16. İçağa Y. (1994). Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods. *Yüksek Lisans Tezi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
17. Sneyers, R. (1990). On the Statistical Analysis of Series of Observations. *W.M.O.* No:415.
18. Sen, P.K. (1968). Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *J. Am. Stat. Assoc.* 63 : 1379-1389.
19. Gümüş, V. (2006). Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.