

# Akdeniz Bölgesi akarsularının su kalitesi sınıflarının ve trendlerinin belirlenmesi

**Kemal SAPLIOĞLU<sup>\*1</sup>, T.Suğra KÜÇÜKERDEM<sup>1</sup>, Rasha Salam Dawood ALQAYSI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

Makale Gönderme Tarihi: 01.04.2016

Makale Kabul Tarihi: 29.11.2016

## Öz

Günümüzde sanayileşmedeki ve nüfustaki hızlı artış suya olan ihtiyacı da beraberinde getirmiştir. Suya olan bu ihtiyaçta insanları yeni su kaynakları bulma ve eldeki su kaynaklarının optimum bir şekilde kullanma noktasına itmiştir. Mevcut su kaynaklarının optimum şekilde değerlendirilebilmek içinse projelendirme ve işletme aşamalarının iyi planlanması ile mümkündür. Ayrıca özellikle işletme aşamasında su kalitesinin dış etmenlerle bozulmasının engellenmesi şayet engellenemiyorsa geleceğe yönelik tahminler yaparak gerekli önlemlerin önceden alınması gerekmektedir. Bunun yollarından biriside trend analizleri yaparak su kalitesini etkileyen etmenlerin değişimlerini incelemektir.

Bu çalışmada Orta Akdeniz Müteferrik suları içerisinde yer alan Karpuz Çayı, Düden Çayı ve Kurşunlu Şelalesine ait su kalitesi verileri kullanılarak mevcut durumdaki su kaliteleri ve bu kalitelerdeki değişimler trend analizleri ile araştırılmaya çalışılmıştır. Trend analizleri için ise literatürde mevcut olan Mann-Kendall trend analizi, Eğilim testi, Şen Grafik testi ve Şen Grafik testini baz alarak oluşturulmuş istatistiksel analiz ile trendler ölçülmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen trend sonuçlarına bakılarak 100 yıl sonunda oluşacak yeni su sınıfları da elde edilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Su Kalitesi, Mann-Kendall, Şen Grafik testi, İstatistik,

## **Giriş**

Günümüzde suya olan ihtiyacın giderek artması suya olan ihtiyacı karşılamak için yeni su kaynaklarının bulunması gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Ancak bunun yanı sıra eldeki mevcut su kaynaklarının korunması ve gelecek durum tahminlerinin yapılması da en az yeni su kaynakları bulmak kadar önemlidir. Su kaynaklarının korunmasındaki en büyük problemlerden birisi mevcut hacimlerin korunmasıdır. Fakat mevcut hacimlerin korunması veya artırılması da tek başına bir önem arz etmemektedir. Bu nedenle mevcut su kalitelerinin belirlenmesi ile bu su kalitelerinin korunması ve iyileştirilebilmesi içinde önlemler alınması gerekmektedir. Mevcut bu konuların tamamının iyi bir şekilde analiz edilebilmesi içinde su kaynaklarına ait eğilimlerinin belirlenmesi çok önemlidir.

Trend analizleri farklı alanlarda gelecek tahmini yapabilmek için kullanılan yöntemlerdendir ve su kaynakları içinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmalar özellikle yağış trendleri (Partal & Kahya, 2006; Türkeş, et al., 2007; Karbulut & Cosun, 2009; Gloleau, et al., 2007), akarsu debi trendleri, (Onyutha, et al., 2015) sıcaklık trendleri (Vincent, et al., 2015) ve su kalitesi trendleri (Akkoyunlu & Akiner, 2012; Yu, et al., 2016) ile ilgili yapılan çalışmalardır.

Su kalitesini, belirleme (Sarkar & Pandey, 2015) ve trendleri (Kişi & Ay, 2014) ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu ise istatistiksel çalışmalardır. En çok kullanılan istatistiksel yöntemlerin başında ise Mann-Kendal trend testi gelmektedir. Kişi ve Ay (2014) yaptıkları Kızılırmak nehri üzerindeki çalışmada 5 adet istasyonun Mann-Kendall testine göre eğilimlerini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Şen (2012) tarafından ortaya konan grafiksel metotla elde edilen eğilimlerin Mann-Kendall testine göre avantaj ve dezavantajlarını incelemişlerdir. Şen grafik testi bilimsel çalışmalarda yeni kullanılmasına karşın pek çok çalışmada

(Saplıoğlu, et al., 2014) kullanılan ve değerlendirmesi kolay olan bir testtir. Örneđin Tabari ve arkadaşları (2011) İran'ın güneyinde bulunan istasyonlara ait sıcaklık ve yağış trendlerini, Saplıoğlu (2015) Burdur ve Isparta yağış trendlerini Şen grafik testi ve kendi önerdiği Şen grafik testini baz alan istatistiksel modelini kıyaslamak için, Syafrina ve arkadaşları (2015) Peninsular, Malezyada da saatlik Muson yağmurları için yaptıkları trend çalışmalarında, Mirzaei ve arkadaşları (2013) ise Güney Çin denizindeki dalga boylarının trendini tespit etmek amacı ile Mann-Kendall trend analizini kullanmışlardır. Bu çalışmalardan görüldüğü gibi Mann-Kendall test istatistiği çok farklı hidrolojik verilerin analizi için kullanılmıştır.

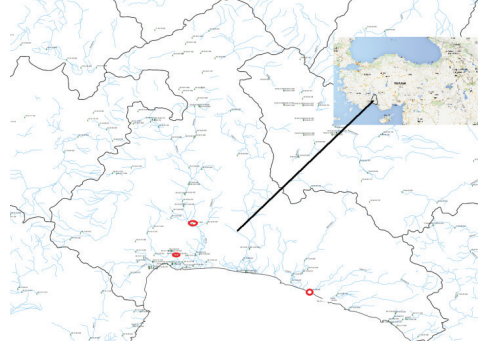
Bu çalışmada Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan 3 adet akım gözlem istasyonundan alınan su kalitesi verilerinin Mann-Kendall test istatistiği, Şen grafik testi, Şen grafik testini kullanılarak oluşturulmuş istatistiksel model (Saplıoğlu, 2015) ve eğilim testleri kullanılarak eğilimlerinin belirlenmesi çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar grafikler ve tablolar halinde özetlenmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Çalışma Alanı ve Kullanılan Veriler**

Bu çalışmada Orta Akdeniz Mütefferik sularında yer alan 3 adet akım gözlem istasyonundan alınan su kalitesi verileri kullanılmıştır. Bu veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmaya ait Elektrik İşleri Etüt İdaresinin verileri ile bu çalışmanın kapsamı genişletilmek istenmiş ancak eldeki verilerin 2005 yılına kadar sınırlı olması sebebiyle bu genişletme işleminden vazgeçilmiştir. Çalışmanın bölgeyi temsil etmesi amacıyla seçilen 3 istasyondan birincisi Kurşunlu Şelalesidir. 09-13-11-069 nolu bu istasyon 37<sup>00</sup>'10''N ve 30<sup>49</sup>'19''E koordinatlarında bulunmaktadır. Şekil 1'de gösterilen istasyonlar içerisinde en kuzeyde bulunan istasyondur. 09-13-00-035 nolu ikinci istasyon Şekil 1'de en batıda gösterilen

istasyondur. Bu istasyon 36°54'30''N ve 30°45'47''E koordinatlarında bulunmaktadır. 09-13-00-006 nolu ve istasyonlar içerisinde en doğuda bulunan bu istasyonun koordinatları ise 36°43'02''N ve 31°033'15''E dir. Çalışmada seçilen bu 3 istasyona ait pH, Sülfat, Sodyum ve su sertliği değerlerine göre mevcut su kalitesi sınıflandırması yapılması ve yine bu değerlerin trend analizleri yapılarak 100 yıl sonra beklenen su kalitesi sınıflandırmasının yapılması planlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan verilerin basit istatistiksel analizleri Tablo 1' de özetlenmeye çalışılmıştır. Bu tabloda veri sayıları, minimum ve maksimum değerlerinin yanı sıra ortalama ve standart sapma değerleri de mevcuttur.



Şekil 1. Su kalitesi gözlem istasyonlarının haritada görünümleri

Tablo 1. Su kalitesi verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

		VERİ SAYISI	MINİMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA	SU KALİTESİ	S.SAPMA
KURŞUNLU ŞELELESİ	PH	57	7	8.30	7.57	I	0.29
	SÜLFAT	55	6.20	48.40	20.84	I	8.72
	SODYUM	58	-	16.17	4.29	I	3.42
	SU SERT.	38	-	35.00	5.32	I	6.83
DÜDEN ÇAYI	PH	93	6.90	8.40	7.47	I	0.30
	SÜLFAT	94	13.20	106.00	58.97	I	21.01
	SODYUM	95	1.68	45.44	11.08	I	7.46
	SU SERT.	73	-	22.00	6.38	I	6.30
KARPUZ ÇAYI	PH	77	7.20	8.30	7.79	I	0.27
	SÜLFAT	77	8.60	85.00	38.91	I	17.54
	SODYUM	78	0.49	32.20	8.85	I	12.19
	SU SERT.	46	-	27.00	9.97	I	7.23

### Çalışmada Kullanılan Yöntemler

Çalışmada trend analizlerinin tespit edilebilmesi için literatürde en çok kullanılan yöntemlerden birisi olan Mann-Kendall Trend analizi, Eğilim testi, Şen Grafik testi ve Şen Grafik testini baz alan istatistiksel analiz kullanılmıştır.

#### a) Mann-Kendall Testi

Parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall test istatistiği sıfır hipotezine dayanan ve zamansal serileri kullanan bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntemde ilk kurulan hipotez trendin olmadığına yönelik olan hipotezdir. Bu istatistiksel yöntemde zaman serileri iki gruba ayrılır. Bu gruplardan birincisi zaman serisinin sondan başa doğru sıralanmış hali, ikincisi ise

zaman periyodunun baştan sona doğru sıralanmış halidir.

Öncelikle ilk serideki her  $i$ 'inci terimin  $i+1$ - $n$ 'inci terim aralığındaki seri elemanları ile kıyaslaması yapılır. Şayet söz konusu terim kıyaslandığı terimden büyük ise  $+1$  sayı eklenir. Kıyaslama bittikten sonra verilen bütün  $+1$  değerleri toplanır ve bu toplam  $P$  ile gösterilir. Bu aşamada yapılan işlemlerin aynı ikinci seri içinde tekrarlanır ve buradan elde edilen toplamda  $M$  ile gösterilir. İşlemler bittikten sonra oluşturulan istatistik ise  $S$  ile gösterilir.  $S$  ise Denklem 1'de gösterildiği gibi ifade edilir.

$$S=P-M \quad (1)$$

Veri sayısının 10'dan fazla olduğu serilerde test istatistiği aşağıdaki gibi ifade edilebilir

(Denklem 2). Denklem 3 ile elde edilen Z değeri istatistiksel olarak hipotezin reddi veya kabulü için kullanılmaktadır. Şayet  $Z/2$  değeri normal dağılımda  $\alpha$  önem derecesi ile belirlenmiş olan değerden küçük bir değer alırsa bu durumda hipotez kabul edilir ve trendin olmadığı varsayılır. Daha büyük bir değer alması durumunda trendin olduğu kabulü yapılır. Eğer S değeri pozitif bir değerse trendin pozitif olduğu, negatif bir değerse trendin azalan eğilimde olduğu kabul edilir (Yue & Hashino, 2003).

$$\mu_s = 0 \text{ ve } \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (2)$$

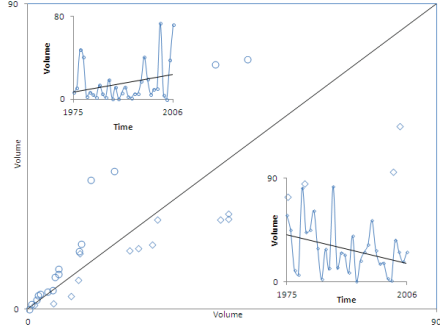
$$z = \begin{matrix} \frac{s-1}{\sigma_s} & s > 0 \\ 0 & s = 0 \\ \frac{s+1}{\sigma_s} & s < 0 \end{matrix} \quad (3)$$

Burada; n veri sayısını, z istatistik sonucunu ve s ise Mann-Kendall analiz sonucunu belirtmektedir.

#### b) Şen Grafik Testi

Şen (2012) tarafından Kartezyen koordinat sistemini üzerinde 1:1 çizgisine bağlı bir trend analiz metodu ortaya konmuştur. Buradaki 1:1 çizgisi ve bu çizgiye yakın bölgeler trendin olmadığı kısmı ifade etmektedir. 1:1 çizgisinin her iki tarafında da üçgenel alanlar mevcuttur. Bu üçgenel alanlar trendin oluşumu ve yönü ile ilgili bilgiler içerir (Şekil 2). Öncelikle zaman serili veriler sayıları eşit olan iki gruba ayrılır. Bu serilerden birincisi zaman serisini başlangıcından orta noktadaki veriye kadar olan zaman aralığındaki veriler, ikincisi ise orta noktadaki veri ile zaman serisinin son verisi arasındaki verilerdir. Bu verilerin her ikisi de kendi içerisinde büyükten küçüğe doğru sıralanır. Birinci grup veriler x eksenine ikinci grup verilerde y eksenine gelecek şekilde saçılım diyagramları oluşturulur. Son olarak bu saçılım diyagramının tam ortasından 1:1 çizgisi geçirilir. Saçılım diyagramında elde edilen

sonuçlar 1:1 çizgisinin altında kalırsa trendin azalma yönünde olduğu, üzerinde ise trendin artış yönünde olduğu kabul edilebilir. Ayrıca 1:1 çizgisi üzerinde veya bu çizgiye yakın değerler alındığı görülürse bu durumda da trend de herhangi bir eğilimin olmadığı söylenebilmektedir. Bunların dışında saçılımdaki diyagramındaki değerlerin 1:1 çizgisinin her iki tarafına da dağılım mevcut ise bu durumda grafiğin şekline göre sadece düşük değerlerde veya sadece büyük değerlerde artış ve azalış trendleri mevcuttur gibi yorumlarda yapılabilmektedir (Şen, 2012; Şen, 2014)



Şekil 2. Trend değişiminin Şen Grafik testi ile gösterimi

#### c) Şen Testinin İstatistiksel Analizi

Bu yöntem Şen'in grafik testinden esinlenerek oluşturulmuş bir yöntemdir. Bu yöntemde de Şen testinde olduğu gibi veriler eşit olarak iki kısma ayrılır ve küçükten büyüğe doğru sıralanır. Daha sonraki aşamada ikinci veri setinin birinci değerinden birinci veri setinin birinci değeri çıkartılır. Sonra ikinci veri setinin ikinci değerinden birinci data setinin ikinci değeri çıkartılır. Bu işlem tüm veriler bitinceye kadar devam ettirilir. Bir sonraki aşamada ise elde edilen bütün değerlerin ortalaması tespit edilir (Denklem 4).

$$MX = \sum_{i=1}^n (X_{2i} - X_{1i})/n \quad (4)$$

Burada i indis,  $X_1$  birinci veri seti,  $X_2$  ikinci data seti n her bir data setindeki veri sayısı ve MX ise data setleri arasındaki verileri farklarının ortalamasıdır.

Hipotez olarak H0 hipotezi kurulur. Bu hipotezde herhangi bir değişimin olmadığı kabul edilir. Kurulan hipotez sonuçları  $n \leq 30$  olduğu durumlarda t testi ile  $n > 30$  olduğu durumlarda ise z testi ile irdelenir. Bu irdemelerde şayet hipotez ret edilirse trend azalışı veya artışının olduğu kanaatine varılabilir. Birinci veri seti verilerin ilk yarısını kapsadığından dolayı, sonuçların eksi çıkması durumunda negatif bir trend artı çıkması durumunda da pozitif bir trend olduğu düşünülür (Saplıoğlu, 2015).

#### d) Regresyon Analizi

Regresyon analizi uygulamaları lineer ve lineer olmayan uygulamalar için yapılabilmektedir (Avcar & Saplıoğlu, 2015). İki veya daha fazla parametrelili verilerin birbiri ile olan uyumlarının elde edilmesi için kullanılırlar. Bu analizde bir adet bağımlı değişken (y) ve en az bir tane de bağımsız değişken olması gereklidir (Denklem 5).

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + c \quad (5)$$

Burada b katsayı c ise sabit sayıdır.

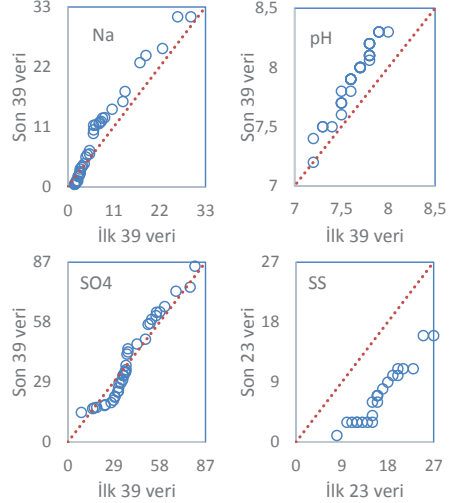
### Uygulama ve Başarımlar

Bu çalışmada 3 ölçüm istasyonundan alınan verilerin pH, Sülfat, Sodyum ve Su Sertliği değerleri Eğilim testi, Mann-Kendall test istatistiği, Şen grafik testi ve Şen grafik testini temel alarak geliştirilen istatistiksel analizlerine göre trendleri tespit edilerek grafik ve tablolar ile özetlenmeye çalışılmıştır.

#### a) Karpuz Çayı

1989-2015 yılları arasında ölçülmüş su kalitesi verileri kullanılarak testler yapılmış ve bu testlerde Su sertliği hariç diğer tüm verilerde 55 üzeri veri ile çalışılmış ancak su sertliğinde bu değer 38'de kalmıştır. Elde edilen sonuçlardan Şen Grafik testi Şekil 3'te gösterilirken,

Tablo 2'de elde edilen tüm sonuçlar özetlenerek gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3. Karpuz Çayı Şen Grafik Testi sonuçları

Şekil 3'de sodyum ve pH değerlerinde artış eğilimi gözlemlenmektedir. Su sertliği değerlerinde ise azalış eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Ancak sülfat değerlerinde küçük değerlerde kısmen azalma olmakta iken yüksek değerlerde de kısmen artış olmaktadır.

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde bütün trend analizlerinin birbiri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca sonuçlardan çıkarılacak en çarpıcı kısım yaklaşık 20 yıllık periyotta suyun sertlik derecesinin tamamen yok olacak olmasıdır. Bu sonucu ise son yıllarda alınan ölçümlerin çok düşük olmasından da görmek mümkündür.

Tablo 2. Karpuz Çayı trend analiz sonuçları

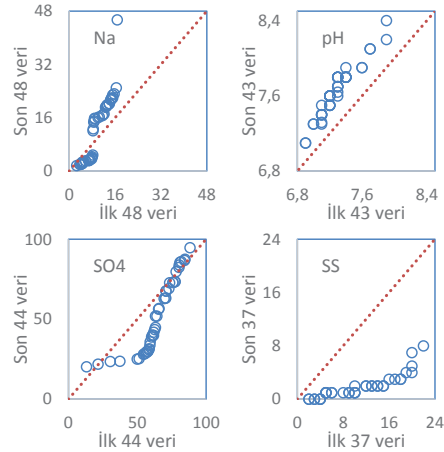
	Mann-Kendall İstatistiği		Test	Eğilim Testi		Şen Grafik Testi	Şen Grafik Testi İstatistiği				
	S	Z	%95 Güv. trend	Ort.	100 Yıllık Değişim	%95 Güv. trend	Top.Fark	Std Hata	Hata Ort.	Test ist.	%95 Güv. trend
pH	900	3.95	↑	7.79	1,16	↑	45.86	3.95	1.12	2.01	↑
N	546	2.35	↑	8.85	16.78	↑	125.28	10.12	3.21	1.98	↑
SO4	-221	-0.96	↔	38.91	-6.66	↔	-20.10	5.02	-0.52	-0.64	↔
SS	-520	-4.91	↓	9.97	-33.52	↓	-218.00	1.28	-9.48	-35.49	↓

## b) Düden Çayı

1990-2015 yılları arasında ölçülmüş su kalitesi verileri üzerinden testler yapılmıştır.

Şekil 4'de sodyum ve pH değerlerinde artış eğilimi gözlemlenmektedir. Su sertliği değerlerinde ise açıkça bir azalış olduğu görülmektedir. Ancak sülfat değerlerinde ise genel olarak küçük değerlerde kısmen azalma söz konusu iken yüksek değerlerde de trendin olmadığı gözlemlenmektedir. Tablo 3'deki sonuçlar irdelendiğinde bütün trend analizlerinin birbiri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak sülfat değerinde bulunmuş olan azalma Mann-Kendall trend testi ile ispatlanamamıştır. Eğilim testlerine bakıldığında sülfat ve su sertliği değerlerinin yaklaşık 50 yıllık periyotta yok olma noktasına ulaşacağı görülmektedir. Ayrıca bu değerlerde son dönemlerde görülen azalma miktarı da bu bulguyu desteklemektedir. Su sertliği değerinin 1990-2005 yılları arasındaki ortalaması 7.85 mg/L iken bu ortalama son 10 yılda 1.5 mg/L seviyelerine kadar gerilemiştir. Sülfat için ise 1990-2005 yılları ortalaması 67mg/L iken son 10 yılın ortalamasının 46mg/L seviyelerine kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Ph değerlerinde de 1990-2015 yılları arasında 7.3 ortalama pH değerine sahip olan suyun son 10 yılda 7.7 pH ortalama seviyesine çıktığı görülmektedir. Trend analizlerinden çıkan sonuçlara göre 100

yıllık periyot sonunda pH değerinin ortalama olarak 9'un üzerine çıkabileceği öngörülmektedir. Son yıl ölçüm ortalamalarına bakıldığında ortalamanın 7.9'u gösteriyor olması da bu veriyi desteklemektedir. Suyun kimyasalındaki değişimler nedeniyle bazik bir sıvıya dönüştüğü görülmektedir. Bu seviyenin fazla olmamak kaydıyla artması su kalitesinin artışı ve içilebilirlik değerini arttırmaktadır.



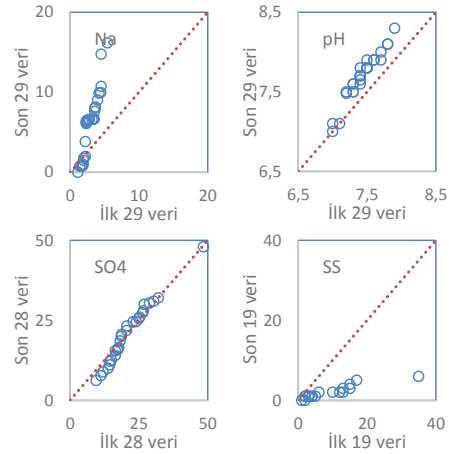
Şekil 4. Düden Çayı Şen Grafik Testi sonuçları

**Tablo 3.** Düden Çayı trend analiz sonuçları

	Mann-Kendall İstatistiği		Test	Eğilim Testi		Şen Grafik Testi	Şen Grafik Testi İstatistiği				
	S	Z	%95 Güv. trend	Ort.	100 Yıllık Değişim	%95 Güv. trend	Top.Fark	Std Hata	Hata Ort.	Test ist.	%95 Güv. trend
pH	1529	5,07	↑	7.47	1.92	↑	17.26	3.95	0.08	30.73	↑
Na	120	0.38	↔	11.08	32.00	↑	137.09	2.86	5.92	3.34	↑
SO4	-1025	-3.35	↓	58.97	-92.12	↓	-539.80	11.53	-11.49	-6.83	↓
SS	-1702	-8.10	↓	6.38	-72.00	↓	-328.00	4.41	-8.86	-12.24	↓

*c) Kurşunlu Şelalesi*

1990-2015 yılları arasında ölçülmüş su kalitesi verileri kullanılarak testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan Şen Grafik testi Şekil 5'te gösterilirken Tablo 4'de elde edilen tüm sonuçlar özetlenerek gösterilmiştir. Şekil 5'de sodyum ve pH değerlerinde artış trendi gözlemlenmektedir. Su sertliği değerlerinde ise azalış trendinin olduğu görülmektedir. Ancak sülfat değerlerinde bir trend görülmemektedir. **Tablo 4**'teki sonuçlar irdelendiğinde bütün trend analizlerinin birbiri ile uyumlu olduğu ancak pH değerindeki artış Mann-Kendall trend testi tarafından desteklenmemiştir. Ancak buradaki artış oranının oldukça fazla olması son yıllarda pH değerinin 8'in üzerinde olması trendin oluşumu konusunda bir ipucu vermektedir. Ayrıca diğer istasyonlarda olduğu gibi su sertliği konusunda çok kısa zamanda sıfır mertebesine düşeceği görülmektedir.



*Şekil 5. Karpuz Çayı Şen Grafik Testi sonuçları*

**Tablo 4.** Kurşunlu Şelalesi trend analiz sonuçları

	Mann-Kendall İstatistiği		Test	Eğilim Testi		Şen Grafik Testi	Şen Grafik Testi İstatistiği				
	S	Z	%95 Güv. trend	Ort.	100 Yıllık Değişim	%95 Güv. trend	Top.Fark	Std Hata	Hata Ort.	Test ist.	%95 Güv. trend
pH	222	1.48	↔	7.57	1.74	↑	7.73	0.09	0.27	15.15	↑
Na	442	3.03	↑	4.24	30.28	↑	83.71	3.18	2.89	4.88	↑
SO4	-103	-0.74	↔	20.84	-11.94	↔	-10.15	1.99	-0.36	-0.97	↔
SS	-316	-3.96	↓	5.32	-76.20	↓	-128.00	6.66	-6.74	-4.41	↓

## **Sonuçlar ve Tartışma**

Bu çalışmada Müteferrik Orta Akdeniz suları içerisinde yer alan Karpuz Çayı, Düden Çayı ve Kurşunlu Şelalesine ait istasyonlarda alınan sodyum, sülfat, pH ve su sertliği değerlerinin zamanla değişimleri incelenmiştir. Bu incelemelerde Mann-Kendall test istatistiği, Şen Grafik testi ve Şen grafik testini esas alan test istatistiği ve eğilim testleri yapılarak trendler belirlenmeye çalışılmıştır.

-Karpuz Çayı verileri incelendiğinde sülfat değerinde bir değişim olmadığı buna karşın sodyum ve pH değerlerinde bir artış olduğu görülmüştür. Su sertliği değerinde ise dikkat çekici bir azalış olduğu görülmüştür.

-Düden Çayı sonuçlarında ise Karpuz çayında olduğu gibi sodyum ve pH değerlerinde bir artış ve su sertliği değerinde de bir azalış trendi söz konusudur. Ancak burada sülfat değerinin değişiminde de yüksek miktarda bir azalış dikkati çekmektedir.

-Kurşunlu Şelalesinde yapılan analizlerde Karpuz çayında elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

-Yapılan analizler sonucunda elde edilen trend analiz sonuçlarının çoğunluğunun birbirini desteklediği ancak Kurşunlu Şelalesi pH değeri sonuçları ile Düden Çayı sodyum değerlerinin trend analizlerinde sadece Mann-Kendall test istatistiği tarafından desteklenmediği görülmüştür.

-Genel olarak bölgedeki tüm istasyon sonuçları dikkate alındığında su kalitesinde bariz bir şekilde iyileşme dikkati çekmektedir. Sodyum oranı yükselen, sülfat ve su sertliği oranı düşen bölgede suyun baziklik oranının da arttığı gözlemlenmiştir.

-Analizlerde eğilim testleri ile elde edilen sonuçlar, Şen grafik testi ve Şen grafik testini baz alarak oluşturulmuş olan istatistik test ile teyit edilmiştir. Genel olarak bu sonuçlara

Mann-Kendall trend analizi de destek vermesine karşın bazı durumlarda trendin var olduğu fakat bu trendin %95 güven aralığının altında bir sonuç verdiği bulunmuştur. Ancak diğer analizlerde trend oluşumu ispatlanmış olan eğilimin Mann-Kendall test istatistiğinden elde edilen sonuçlarında da %80 güven aralığının altına düşmediği de elde edilen bir diğer sonuçtur.

-Şen grafik testi ve Şen grafik testinin istatistiksel olarak ifade edilmesini sağlayan Saphioğlu testinde gözükken fakat Mann-Kendall testinde gözükmeyen trendlerin asıl nedeni çok azda olsa fark gösteren ölçüm değerleri ile aşırı derecede fazla sapmaya sahip verilerin temsil yeteneğinin aynı olmasıdır. Bu durum şen ve Saphioğlu testlerinde mevcut değildir. Bu testlerde veriler sapmaları uyarınca daha büyük etkiye sahip olabilmektedir.

-Son olarak su kalitesi sınıflandırılmasına bakıldığında mevcut durumda I. Sınıf kaliteye sahip su sınıfının önümüzdeki 100 yıl içerisinde değişmeyeceği ancak pH değerlerindeki artış oranlarının bu kategorideki sınıflandırmayı III. Dereceye kadar düşürebileceği sonucuna varılmıştır.

## **Kaynaklar**

- Akkoyunlu, A. ve Akiner, M., (2012). Pollution evaluation in streams using water quality indices: A case study from Turkey's Sapanca Lake Basin. Ecological Indicators, Cilt 18, pp. 501-511.
- Gloleau, A., Mailhot, A. ve Guillaume, T., (2007). Trend analysis of winter rainfall over Southern Quebec and Nev Brunswick. Atmosphere – Ocean, 45(3), pp. 153-162.
- Karbulut, M. ve Cosun, F., (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 7(1), pp. 65-83.
- Kişi, Ö. ve Ay, M., (2014). Comparison of Mann-Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. Journal of Hydrology, Cilt 513, p. 362-375.
- Mirzaei, A. Tangang, F., Juneng, L., Muzneena, A.M., Mohd, L.H., Mohd, L.H., (2013). Wave



- climate simulation for southern region of the South China Sea. *Ocean Dynamics*, 63(8).
- Onyutha, C. ve diğerleri, (2015). Analyses of rainfall trends in the Nile River Basin. *Journal of Hydro-environment Research*, pp. 1-16.
- Partal, T. ve Kahya, E., (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Proceses*, Cilt 20, pp. 2011-2026.
- Saplıoğlu, K., (2015). A New methodology for trend analysis: A case study in Burdur and Isparta, Turkey. *Fresenius environmental Bulletin*, 24(10a), pp. 3344-3351.
- Saplıoğlu, K., Kilit, M. ve Yavuz, B. K., (2014). Trend analysis of streams in the western mediterranean basin of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(1a), pp. 313-324.
- Sarkar, A. ve Pandey, P., (2015). River Water Quality Modelling using Artificial Neural Network Technique. *Aquatic Procedia*, Cilt 4, p. 1070 – 1077.
- Syafrina, A., Zalina, M. ve Liew, J., (2015). Historical trend of hourly extreme rainfall in Peninsular Malaysia. *Theoretical and Applied Climatology*, Cilt 120, pp. 259-285.
- Şen, Z., (2012). Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), pp. 1042-1046. .
- Şen, Z., (2014). Trend Identification Simulation and Application. *Journal of Hydrologic Engineering* , 19(3), pp. 635-642.
- Tabari, H., Somoe, B. ve Zadeh, M. R., (2011). Testing for long-term trends in climatic variables in Iran. *Atmospheric Research*, Cilt 100, pp. 132-140.
- Türkeş, M., Koç, T. ve Sarış, F., (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişiklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), pp. 57-73.
- Vincent, L. ve diğerleri, (2015). Observed trends in Canada's climate and influence of low-frequency variability modes. *American Meteorological Society*, 28(11), pp. 4585-4560.
- Yue, S. ve Hashino, M., (2003). Long term trends of annual and monthly precipitation in Japan. *Journal of the American Water Resources Association*, Cilt 39, pp. 587-596.
- Yu, S., Xu, Z., Wu, W. ve Zuo, D., (2016). Effect of land use types on stream water quality under seasonal variation and topographic characteristics in the Wei River basin, China. *Ecological Indicators*, Cilt 60, pp. 202-212.

## Water Quality Classification and Water Quality Examination in Mediterranean Region Waters

### Extended abstract

Nowadays, the rapid increase in industrialization and population has increased the water requirement. This requirement of water has forced people to find new water resources and to use available water resources optimally. In order to utilize the existing water resources in an optimum way, processes of the design and operation must be planned well. Also, especially during the management process, the deterioration of water quality by external factors should be prevented. If this situation is unavoidable, the necessary precautions must be taken in advance by making predictions for the future. One of the studies for these measurements is to examine the changes of the factors affecting water quality by making the trend analyses.

In this study, it has been aimed to investigate the water quality in the current situation and changes of them with the trend analyses by using data about the water quality of Kurşunlu waterfall, Düden Streamflow and Karpuz Streamflow located in the Mid-Mediterranean Miscellaneous Waters. For trend analyses, trends have been aimed to determine with Mann-Kendall trend analysis, the Tendency test, Şen's Graph test and statistical analyses formed basing on Şen's Graph test. Also, it has been attempted to acquire the new water classes by the end of next 100 years by looking at the trend of the results gained in this study and the results below are reached.

According to data of Karpuz Streamflow, it is appeared that there is no trend in sulphate value in spite of that increase in the values of pH and sodium. The decreasing value of the water hardness is quite remarkable.

According to the results obtained by Düden Streamflow, as in the Karpuz Streamflow, there is an increase for pH and sodium values and there is a decrease in water hardness. Nevertheless, dramatical change is noticed for the sulphate value.

The analyses carried out in Kurşunlu waterfall are similar to the results obtained by Karpuz brook.

Generally considering the results of all the stations in the region, there is an obvious improvement in water quality. It seems that the alkalinity of water rises in the region where the sodium level rises and water hardness rate decreases.

The majority of the results obtained from analyses were noticed to support each other. However, pH value results in Kurşunlu Waterfall and sodium values in Düden Streamflow are just not supported by Mann-Kendall test statistic.

The result obtained with the trend test in analyses confirmed with Sen's graph test and statistical test which formed basing on Sen's graph test.

Generally, Mann-Kendall trend analysis supports the result of this study. However, in some cases, there is a trend, that gave results below the 95% confidence interval.

Besides, the other result is that the propensity of trends gathered from other analyses in Mann-Kendall test statistics are not fall below 80% confidence interval.

Finally, according to water quality classification, water that has first quality in the present situation will not change the coming 100 years. However, increases in pH value can reduce third degree in this category classification.

**Keywords:** Water quality, Mann-Kendall, Sen's graph test, statistics