

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Su sertliği değerlerine bakıldığında ise Köprüçayda yumuşak veya oldukça yumuşak bir su kalitesine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Eğirdir gölünün ise oldukça sert bir su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.
- Trend analiz sonuçlarına göre su sertliği değerlerinde tüm istasyonlarda bir azalış trendi gözlemlenmiştir. Bu gözlem hem Mann-Kendall hemde Şen grafik testi ile teyit edilmiştir.
- Mann-Kendall ve Şen Grafik testinin birbirini desteklediği görülmüştür. Ancak veriler arası farkını az olduğu durumlarda Şen grafik testini daha hassas sonuçlar vereceği görülmüştür.

Yazışma yazarı:

Elif Gülen KIR,
elifgulencimen@gmail.com

Referans:

Saplioglu, K., Kir, E. G., (2019) Isparta Antalya Bölgesi'ndeki Yüzeysel Suların Kalitesinin İncelenmesi, İklim Değişikliği ve Çevre, 4, (1) 9-16

Makale Gönderimi : 24 EYLÜL 2018
Online Kabul : 18 EKİM 2018
Online Basım : 25 MART 2019

Isparta – Antalya Bölgesi'ndeki Yüzeysel Suların Kalitesinin İncelenmesi

Kemal SAPLIOĞLU¹, Elif Gülen KIR¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye.

Özet Suya olan talep günümüzde hızla artmaktadır. Bu artışa gerek artan nüfus gerekse sanayileşmedeki gelişmeler neden olmaktadır. Bu da yeni su kaynaklarının bulunması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca sanayileşmedeki hızlı artış mevcut kullanılabilir su kaynaklarının da bozulmasına neden olmaktadır. Mevcut bu sorunlar yeni su kaynaklarının bulunması ile çözülebileceği gibi aynı zamanda eldeki mevcut su kaynaklarının korunması ve iyileştirilmesi ile de çözülebilir. Su kaynakları ile ilgili en büyük problemlerden birisi mevcut kaynakların korunmasıdır. Fakat mevcut kaynakların korunması veya artırılması da tek başına bir önem arz etmemektedir. Bu nedenle mevcut su kalitelerinin belirlenmesi ve bu su kalitelerinin korunması ve iyileştirilebilmesi için de önlemler alınması gerekmektedir. Bu amaçla Isparta ve Antalya bölgesine ait su kaynaklarının sınıflandırılması yapılmış ve trendleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Köprüçay, Mann-Kendall, Şen Grafik testi, Trend, Su kalitesi

Investigation Of Surface Water Quality In Antalya – Isparta Region

Abstract Demand for water is increasing rapidly today. The increase in demand for water is caused by both the increasing population and the developments in industrialization. This reveals the need to find new water resources. Moreover, the rapid increase in industrialization causes the deterioration of available water resources. These problems can be solved by the discovery of new water resources as well as the preservation and improvement of existing water resources. One of the biggest problems with water resources is the protection of existing resources. However, protecting or increasing existing water resources alone is not enough. For this reason, measures must be taken to identify existing water qualities and to protect and improve these water qualities. For this purpose, the classification of water resources in Isparta and Antalya regions has been made and their trends have been determined.

Keywords: Köprüçay river, Mann-Kendall, Şen's Graph Test, Water Quality, Trend

1. Giriş

Suya olan talep günümüzde hızla artmaktadır. Bu artışa gerek artan nüfus gerekse sanayileşmedeki gelişmeler neden olmaktadır. Buda yeni su kaynaklarının bulunması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca sanayileşmedeki hızlı artış mevcut kullanılabilir su kaynaklarının da bozulmasına neden olmaktadır. Mevcut bu sorunlar yeni su kaynaklarının bulunması ile çözülebileceği gibi aynı zamanda eldeki mevcut su kaynaklarının korunması ve iyileştirilmesi ile de çözülebilir. 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 ve bu su kalitelerinin korunması ve iyileştirilebilmesi içinde önlemler alınması gerekmektedir.

Su kalitesinin artırılması mevcut su kalitelerinin belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu nedenle pek çok çalışan su kalitesini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda su içerisinde bulunan organik ve kimyasal bileşenlerin konsantrasyonlarından faydalanabilmişlerdir. Akkoyunlu ve Akiner (2012) Sapanca Gölü Havzasındaki (Türkiye) dere suyu kalitesi için yaptıkları çalışmada, Kanada Çevre Bakanlığı Konsey'inin Belirlediği Su Kalitesi (CCME-EQI), Oregon Su Kalitesi, (OWQ), ve Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi (NFS-WQI) endekslerini baz almışlardır. Yu ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada arazi kullanımının topoğrafik etkileri toprak kullanımı ve dere suyunun kalitesi arasındaki ilişkiyi iyi anlamak için 2012 yılında kuru ve yağışlı mevsimlerde Çin'deki Wei Nehri Havzasında kullanılan topraklarla dere suyu kalitesi arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için, Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) ve Pearson korelasyon analizleri kullanmışlardır. Hou ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada Su kalite endeksi (WQI) metodu kullanılarak Yellow Nehri alt kısımlarındaki su rezervuarlarının su kalitesini ölçmek için dağlardan ve nehir rezervuarlarından altı yılı aşkın bir süre ile toplanan ana kirlenici numuneler toplamış ve bunlar incelemişlerdir.

Sarkar ve Pandey (2015) yapmış oldukları çalışmada dere suyu kalitesinin başlıca göstergesi olarak çözünmüş oksijen konsantrasyonları kullanılmışlardır. Cabria ve arkadaşları (2016) Kuzey İspanya'da çok büyük bir alanı kaplayan bütün nehir ağları için üç çok önemli su kalite değişkenininin, (su ısı, nitratların konsantrasyonu ve fosfatlar) mekânsal ve mevsimsel modellemesini yapmışlardır. Hasrul ve arkadaşları (2015) çalışmalarında ana nehir boyunca toplam sekiz istasyon numune (örnek) almak için kullanılmışlardır. Su Kalite İndeksini hesaplamak için biyolojik oksijen talebi, kimyasal oksijen talebi, çözünmüş oksijen, pH, katı madde süspansiyon hali ve amonyak azotu gibi seçilen altı parametreyi tercih etmişlerdir.

Kalitesi belirlenen suların gelecekte kalitelerinde değişim meydana gelip gelmeyeceği sorusu da çok önemlidir. Bu sorunun çözümü için de trend analizleri kullanılmıştır. Bu konuyla ilgili olarak çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları yağış, akış ve sıcaklık parametreleri gibi dolaylı olarak su kalitesine etki eden parametreler olduğu gibi bazıları da doğrudan akarsuda mevcut bileşenlerin konsantrasyonu ile ilgili çalışmalardır. Yağış trendleri (Partal ve Kahya, 2006; Türkeş, vd.,2007; Karbulut ve Cosun, 2009; Gloleau, vd.,2007) akarsu debi trendleri, (Onyutha, vd.,2015; Saplıoğlu, vd.,2014) sıcaklık trendleri (Vincent, et al., 2015) ve su kalitesi trendleri (Akkoyunlu ve Akiner, 2012; Yu, vd.,2016) ile ilgili yapılan çalışmalar bu konuda yapılmış olan çalışmalara örnek olarak verilebilir.

Su kalitesini, belirleme ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunlukla istatistiksel çalışmalardır. En çok kullanılan istatistiksel yöntemlerin başında ise Mann-Kendall trend testi gelmektedir. Örneğin Saplıoğlu (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 (Syafrina, vd.,2015) Peninsular, Malezyada da saatlik Muson yağmurları için yaptıkları trend çalışmalarında, Mirzaei ve arkadaşları (Mirzaei, vd.,2013) ise Güney Çin denizindeki dalga boylarının trendini tespit etmek amacı ile Mann-Kendall trend analizini kullanmışlardır. Görüldüğü gibi Mann-Kendall test istatistiği çok farklı hidrolojik verilerin analizi için kullanılmıştır. Grafikselsel bir metot olan şen grafik testinde en az Mann-Kendall trend testi kadar etkili bir yöntemdir (Şen, 2012). Pek çok çalışmada (Saplıoğlu, vd.,2017) kullanılan ve değerlendirmesi kolay olan bir testtir. Çalışmada $37^{\circ}8'34''N$ ve $31^{\circ}11'15''E$ koordinatların da bulunan 902 nolu Köprüçay Beşkonak ölçüm istasyonu ile $37^{\circ}52'53''N$ ve $30^{\circ}49'46''E$ koordinatlarında bulunan 905 nolu Eğirdir gölü istasyonu kullanılmıştır.

Çalışmada seçilen bu istasyonlara ait pH, sülfat, sodyum ve su sertliği değerlerine göre mevcut su kalitesi sınıflandırması yapılmıştır. Ayrıca bu değerlerin trend analizleri yapılmış ve geleceğe yönelik kalite değişim tahminleri oluşturulmuştur.

2. Veri ve Çalışma Alanı

Çalışmada Orta Akdeniz Mütefferik sularında yer alan 2 adet akım gözlem istasyonundan alınan su kalitesi verileri kullanılmıştır. Bu veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden ve Elektrik İşleri Etüt İdaresinden alınmıştır. Çalışmada 902 nolu $37^{\circ}8'34''N$ ve $31^{\circ}11'15''E$ koordinatların da bulunan Köprüçay Beşkonak ölçüm istasyonu ile 905 nolu $37^{\circ}52'53''N$ ve $30^{\circ}49'46''E$ koordinatlarında bulunan Eğirdir gölü istasyonu kullanılmıştır. Çalışmada seçilen bu 2 istasyona ait pH, Sülfat, Sodyum ve su sertliği değerlerine göre mevcut su kalitesi sınıflandırması yapılması ve yine bu değerlerin trend analizleri yapılması planlanmıştır.



Şekil 1. Su kalitesi gözlem istasyonlarının haritada gösterimi.

Çalışmada kullanılan pH, Sülfat, Sodyum ve su sertliği değerlerine ait ortalama, maksimum, minimum değerler ile bu verilere ait standart sapma değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan verilerin istatistiksel analizi.

		pH	Sülfat	Sodyum	Su Sertliği
Köprüçay	Ortalama	8,14	0,22	0,23	0,01
	Maksimum	8,58	3,48	1,99	0,80
	Minimum	7,50	0,03	0,04	0,00
	Standart Sap.	0,19	0,20	0,05	3,32
Eğirdir Gölü	Ortalama	8,32	0,27	0,49	19,50
	Maksimum	8,62	0,74	0,62	22,00
	Minimum	8,10	0,04	0,43	18,00
	Standart Sap.	0,14	0,16	0,06	0,90

3. Yöntemler

3.1 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'nci 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 ler toplanır ve bu toplam P ile gösterilir. Bu aşamada yapılan işlemlerin aynısı ikinci seri içinde tekrarlanır 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 (Gocic ve Trajkovic, 2013).

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

Veri sayısının 10'dan fazla olduğu serilerde test istatistiği aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Denklemler 2).

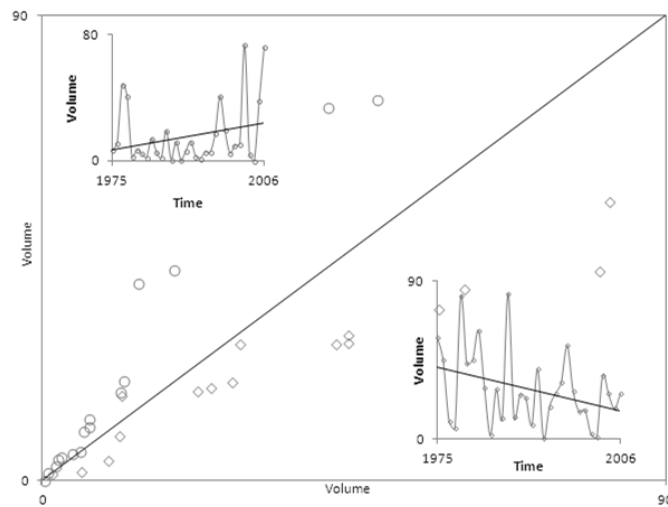
$$\mu_s = 0 \text{ ve } \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (2)$$

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

Denklemler 3 ile elde edilen Z değeri istatistiksel olarak hipotezin reddi veya kabulü için kullanılmaktadır. Şayet Z/2 değeri normal dağılımda α önem dercesi ile belirlenmiş olan değerden küçük bir değer alırsa bu durumda hipotez kabul edilir ve trendin olmadığı varsayılır. Daha büyük bir değer alması durumunda trend olduğu kabulü yapılır. Eğer S değeri pozitif bir değer ise trendin pozitif olduğu, negatif bir değer ise trendin azalan eğilimde olduğu söylenebilecektir (Hagemann, vd.,2014).

3.2 Şen'in 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 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 artış ve azalışlarının Şen Grafik testi ile gösterimi.

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. Beşkonak ölçüm istasyonu su kalitesi ve trend analizi sonuçları

4.1.1. Beşkonak ölçüm istasyonu su kalitesi sınıflandırma sonuçları

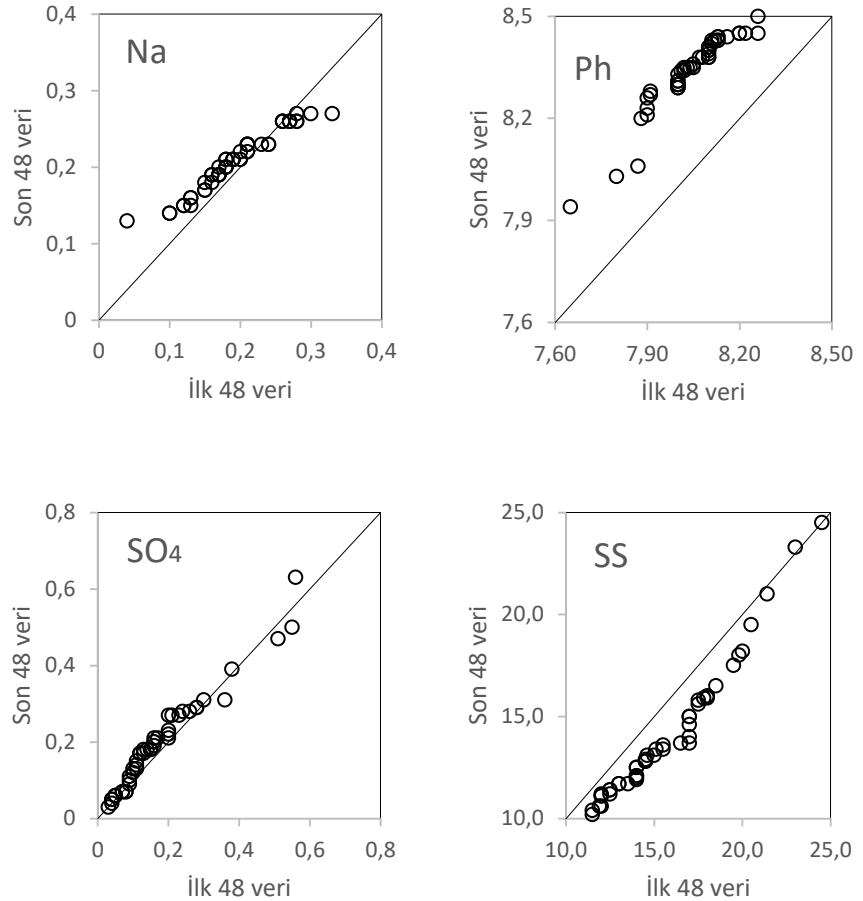
Bu bölümde Beşkonak ölçüm istasyonuna ait pH, sülfat, su sertliği ve sodyum değerlerine bağlı olarak su kalite değerlerinin yıllara göre değişimi gösterilmiş ve genel bir sınıflandırma yapılmaya çalışılmıştır.

Tablo 2. Köprüçay nehri yıllık su kalitesinin sınıflandırılması.

	Ph			Sülfat			Su sertliği			Sodyum		
	Min	Max	Orta-lama	Min	Max	Orta-lama	Min	Max	Orta-lama	Min	Max	Orta-lama
1990-1993	8,2	7,7	8,1	0,2	0,0	0,1	15,5	11,5	13,5	0,27	0,04	0,17
1994-1997	8,2	7,9	8,0	0,3	0,0	0,1	23,0	12,0	17,5	0,33	0,15	0,22
1997	8,1	7,9	8,0	0,6	0,1	0,2	24,5	11,5	16,1	0,28	0,12	0,19
1998	8,3	7,8	8,1	0,6	0,0	0,2	19,8	11,0	15,5	0,27	0,1	0,20
1999	8,4	7,9	8,3	1,7	0,1	0,4	24,5	9,0	15,5	0,26	0,14	0,20
2000	8,6	8,0	8,4	0,5	0,1	0,2	19,5	10,6	13,6	0,27	0,17	0,23
2001	8,5	8,0	8,3	0,4	0,0	0,2	23,3	10,2	13,7	0,27	0,15	0,22
2002	8,5	8,1	8,4	0,3	0,0	0,2	16,5	10,6	13,4	0,26	0,13	0,19

4.1.2. Beşkonak ölçüm istasyonu trend analiz sonuçları

1990-2002 yılları arasında ölçülmüş su kalitesi verileri üzerinden testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan Şen Grafik testi Şekil 3'de gösterilirken Tablo 3'de elde edilen tüm sonuçlar özetlenerek gösterilmeye çalışılmıştır. Şekil 3'e bakıldığında pH değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Bu artış değeri Mann-Kendall test istatistiği ile de desteklenmiştir. Su sertliği değerlerinde ise azalış mevcuttur yine bu değerde Mann-Kendall test istatistiği ile desteklenmiştir.



Şekil 3. Köprüçay nehri Şen grafik testi sonuçları.

Tablo 3. Köprüçay nehri trend analiz sonuçları.

	Mann-Kendall Test İstatistiği			Şen Grafik Testi
	S	Z	%95 Güv. trend	
pH	2391	7.56	↑	↑
Na	555	1.75	↔	↔
SO4	584	1.85	↔	↔
SS	-704	-2.2	↓	↓

4.2. Eğirdir Gölü su kalitesi ve trend analiz sonuçları

4.2.1. Eğirdir Gölü su kalitesi sınıflandırma sonuçları

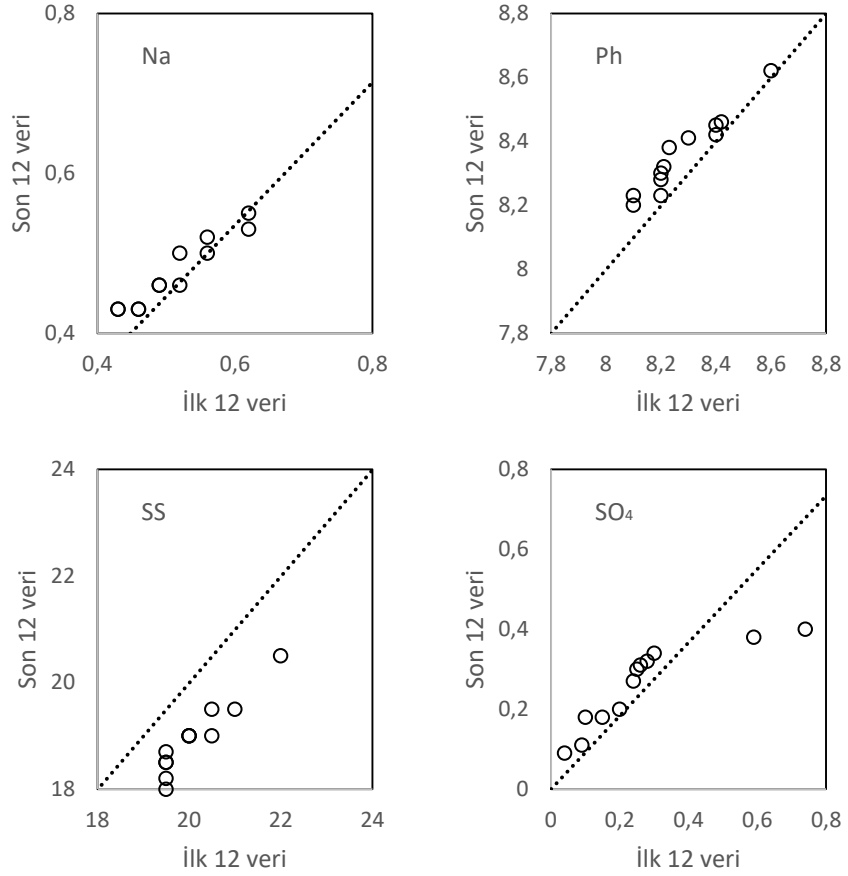
Bu bölümde Eğirdir gölüne ait pH, elektrik iletkenliği, klorür, sülfat ve su sertliği değerlerine bağlı olarak su kalite değerlerinin yıllara göre değişimi tablolar ve grafikler halinde gösterilmiş ve genel bir sınıflandırma yapılmaya çalışılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Eğirdir gölü yıllık su kalitelerinin sınıflandırılması.

	Ph			Sülfat			Su sertliği			Sodyum		
	Min	Max	Orta-lama	Min	Max	Orta-lama	Min	Max	Orta-lama	Min	Max	Orta-lama
1990 - 1994	7,20	7,80	7,45	9,40	28,80	20,26	6	35	16,14	2,00	5,40	3,73
1995 - 1999	7,00	7,60	7,37	11,20	32,00	20,14	2	13	4,57	1,71	4,50	2,62
2000 - 2004	7,00	8,00	7,55	15,00	48,40	24,42	1	10	3,29	0,77	2,44	1,70

4.2.2. Eğirdir Gölü trend analizi sonuçları

1996-1998 yılları arasında ölçülmüş kısa süreli su kalitesi verileri üzerinden testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan Şen Grafik testi Şekil 4'te gösterilirken Tablo 5'de elde edilen tüm sonuçlar özetlenerek gösterilmeye çalışılmıştır. Şekil 4'de bakıldığında Sülfat ve pH değerlerinde artış trendi gözlemlenmektedir. Su sertliği ve sodyum değerlerinde ise azalış trendinin olduğu söylenebilir. Tablo 5'deki sonuçlar irdelendiğinde azalış trendleri uyumlu olmasına rağmen Şen grafik testinde görülen artış trendi Mann-Kendall testi ile desteklenememektedir. Diğer istasyonlardan farklı olarak bu istasyondaki veri sayısının az olması buradaki sonuçların doğruluğunu sorgulanmaktadır. Bu nedenle Eğirdir gölüne ait daha uzun gözlemler alınarak yapılan işlemlerin tekrar edilmesi daha sağlıklı sonuçlar almamızı sağlayabilecektir.



Şekil 4. Eğirdir Gölü Şen grafik testi sonuçları.

Tablo 5. Eğirdir Gölü trend analiz sonuçları.

	Mann-Kendall Test İstatistiği			Şen Grafik Testi
	S	Z	%95 Güv. trend	
pH	60	1.55	↔	↑
Na	-105	-2.74	↓	↓
SO4	20	0.50	↔	↑
SS	-143	-3.75	↓	↓

5. Sonuç

Su kaynakların korunması günümüz artan nüfusu ve sanayileşmesi sebebi ile çok önemlidir. Mevcut su kaynaklarının korunması için öncelikle bu kaynakların mevcut kalitesini tespit etmek, daha sonrada gelecekle ilgili öngöründe bulunmak çok önemlidir. Bu çalışmada Eğirdir gölü ve Köprüçay nehri pH, sodyum, sülfat ve su sertliği değerleri tespit edilmiş ve trend analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın birinci kısmında yapılan su kalitesi değerlerine bakıldığında bütün istasyonlardaki su kalitesinin birinci sınıf olduğu ancak bazen II. ve III. sınıf durumlarına da geçtiği görülmüştür. Fakat genel itibari ile su kalitesinin I. sınıf olduğu söylenebilmektedir. Su sertliği değerlerine bakıldığında ise Köprüçayda yumuşak veya oldukça yumuşak bir su kalitesine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Eğirdir gölünün ise oldukça sert bir su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Trend analiz sonuçlarına göre su sertliği değerlerinde tüm istasyonlarda bir azalış trendi gözlemlenmiştir. Bu gözlem hem Mann-Kendall hemde Şen grafik testi ile teyit edilmiştir.

Sülfat değerlerindeki değişimin Eğirdir gölü hariç hemen hemen hiç olmadığı Eğirdir gölünde ise sadece Şen Grafik testine göre bir artış mevcuttur.

Sodyum değerlerinin her iki trend analiz sonucuna göre Köprüçayda değişmediği, Eğirdirde azaldığı belirlenmiştir.

pH değerlerinin iki istasyonda da artış trendinde olduğu ancak Eğirdir gölünde bu artışın Mann-Kendall ile desteklenmediği görülmüştür.

Çalışmada genel olarak elde edilen trendlerde Mann-Kendall ile Şen grafik testinin birbirini desteklediği ancak verilerdeki farkın çok belirgin olmadığı durumlarda Şen testinin kullanılmasının daha uygun olacağı görülmüştür.

6. Teşekkür

Veri sağlamamız açısından destek aldığımız TÜBİTAK 2209/A projesine teşekkürü bir borç biliriz.

7. 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*, 18, 501-511.
- Cabria, M., Barquín, J. ve Francisco, J., (2016). "Modelling the spatial and seasonal variability of water quality for entire river networks: Relationships with natural and anthropogenic factors." *Science of the Total Environment*, 545-546, p. 152-162.
- Gloleau, A., Mailhot, A. ve Guillaume, T., (2007). "Trend analysis of winter rainfall over Southern Quebec and New Brunswick." *Atmosphere -Ocean*, 45(3), 153-162.
- Gocic, M. ve Trajkovic, S., (2013). "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.
- Hagemann, N. ve diğerleri, (2014). "The long road to improving the water quality of the Western Bug River (Ukraine) – A multi-scale analysis." *Journal of Hydrology*, 519, p. 2436-2447.
- Hasrul, H., Jamil, N. ve Aini, N., (2015). "Water quality index and sediment loading analysis in Pelus River, Perak, Malaysia." *Procedia Environmental Sciences*, 30, p. 133 – 138.
- Hou, W. ve diğerleri, (2016). "Assessing water quality of five typical reservoirs in lower reaches of Yellow River, China: Using a water quality index method." *Ecological Indicators*, 61, 309-316.
- Karbulut, M. ve Cosun, F., (2009). "Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi." *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65-83.
- Mirzaei, A. ve diğerleri, (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*, 1-16.
- Partal, T. ve Kahya, E., (2006). "Trend analysis in Turkish precipitation data." *Hydrological Processes*, 20, (2011-2026).
- Saplıoğlu, K., (2015). "A New methodology for trend analysis: A case study in Burdur and Isparta, Turkey." *Fresenius environmental Bulletin*, 24(10a), 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), 313-324.
- Saplıoğlu, K., Küçükdemir, T. S. ve Alqaysi, R. S. D., (2017). "Akdeniz Bölgesi akarsularının su kalitesi sınıflarının ve trendlerinin belirlenmesi." *Dicle Üniversitesi Mühendislik dergisi*, 8(1), 33-42.
- Sarkar, A. ve Pandey, P., (2015). "River Water Quality Modelling using Artificial Neural Network Technique." *Aquatic Procedia*, 4, 1070-1077.
- Syafrina, A., Zalina, M. ve Liew, J., (2015). "Historical trend of hourly extreme rainfall in Peninsular Malaysia." *Theoretical and Applied Climatology*, 120, 259-285.
- Şen, Z., (2012). "Innovative trend analysis methodology." *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046.
- Şen, Z., (2014). "Trend Identification Simulation and Application." *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 635-642.
- 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), 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), 4585-4560.
- 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*, 60, 202-212.