

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEŞİLIRMAK NEHRİNDE BAZI SU KALİTE  
PARAMETRELERİNİN TREND ANALİZİ VE  
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELİF SÜRÜCÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİMDALI

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Yasin DEMİR

BİNGÖL-2024

**YEŞİLIRMAK NEHRİNDE BAZI SU KALİTE PARAMETRELERİNİN TREND  
ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Doç. Dr. Yasin DEMİR danışmanlığında, Elif SÜRÜCÜ tarafından hazırlanan bu çalışma 11/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ramazan MERAL *İmza* :  
Üye : Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN *İmza* :  
Üye : Doç. Dr. Yasin DEMİR *İmza* :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun ...../...../..... tarih ve ...../.....  
nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Zafer ŞİAR**  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimime bugüne kadar katkıda bulunan, tez döneminde nasıl yol izleyebileceğimi paylaşan ve her türlü yardımda bulunan kıymetli hocam Doç. Dr. Yasin Demir'e sonsuz teşekkür ederim. Tez çalışmasına desteklerinden dolayı Bingöl Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Ayrıca lisansüstü eğitimi tezahüre katılmasına sebep olan değerli Prof. Dr. Abdülkadir SÜRÜCÜ'ye teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışma aşamasında yanımda olan fedakârlıktan kaçınmayan kardeşim Büşra Demirel'e, eşim Mahmut, oğlum Furkan Eren, kızım Feyza'ya ve son olarak dualarını esirgemeyen anneme ve erkek kardeşime teşekkür ederim.

**Elif SÜRÜCÜ**  
**Bingöl 2024**

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Çalışma Alanı.....	21
3.1.2. Su Kalite Parametreleri.....	22
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Trend analizleri.....	22
3.2.2. Sulama Suyu Kalitesinin Belirlenmesi.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Su Örneklerinin Genel Özellikleri.....	26
4.1.1. Akım Ölçümleri.....	26
4.1.2. Su Örneklerinin pH değerleri.....	27
4.1.3. Su Örneklerinin EC değerleri.....	28
4.1.4. Su Örneklerinin Sodyum (Na) içeriği.....	29
4.1.5. Su Örneklerinin Potasyum (K) içeriği.....	30
4.1.6. Su Örneklerinin Kalsiyum + Magnezyum (Ca+Mg) içeriği.....	31
4.1.7. Su Örneklerinin Karbonat (CO <sub>3</sub> ) içeriği.....	32
4.1.8. Su Örneklerinin Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> ) içeriği.....	33
4.1.9. Su Örneklerinin Klor (Cl) içeriği.....	34
4.1.10. Su Örneklerinin Sülfat (SO <sub>4</sub> ) içeriği.....	35

4.1.11. Su Örneklerinin yüzde sodyum (%Na) içeriği.....	36
4.1.12. Su Örneklerinin yüzde sodyum absorpsiyon oranları (SAR).....	37
4.1.13. Su Örneklerinin yüzde Bor (B) içerikleri.....	38
4.2. Su Kalite Parametrelerinin Trend Analizi.....	39
4.3. Yeşilırmak Nehri Suyunun Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi	44
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
6. KAYNAKLAR.....	48
7. EKLER.....	54



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ppm	: Derişim birimi (milyonda kısım)
mg/L	: Derişim birimi (milligram/litre)
meq/L	: Derişim birimi (miliekivalan/litre)
m <sup>3</sup> /sn	: Akım birimi
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
K	: Potasyum
Na	: Sodyum
HCO <sub>3</sub>	: Bilarbonat
CO <sub>3</sub>	: Karbonat
Z <sub>MK</sub>	: Mann-Kendal Eğilim Testi

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Yeşilirmak havzası su kalitesi gözlem istasyonları.....	21
Şekil 3.2.	A.B.D tuzluluk laboratuvarı diyagramı.....	24
Şekil 4.1.	Akım ölçümlerine ait aylık dağılımlar.....	27
Şekil 4.2.	Su örneklerinin pH değerlerine ait aylık dağılımlar.....	28
Şekil 4.3.	Su örneklerinin EC değerlerine ait aylık dağılımlar.....	29
Şekil 4.4.	Su örneklerinin Na içeriklerine ait aylık ortalamalar.....	30
Şekil 4.5.	Su örneklerinin potasyum içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	31
Şekil 4.6.	Su örneklerinin Ca+Mg içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	32
Şekil 4.7.	Su örneklerinin karbonat içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	33
Şekil 4.8.	Su örneklerinin bikarbonat içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	34
Şekil 4.9.	Su örneklerinin klor içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	35
Şekil 4.10.	Su örneklerinin sülfat içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	36
Şekil 4.11.	Su örneklerinin yüzde sodyum içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	37
Şekil 4.12.	Su örneklerinin SAR değerlerine ait aylık dağılımlar.....	38
Şekil 4.13.	Su örneklerinin Bor içeriklerine ait aylık dağılımlar.....	39
Şekil 4.14.	Su kalite parametrelerinin trend analiz sonuçlarına ait grafiksel dağılımlar.....	42

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	İstatistiksel önem derecesine göre trendlerin sınıflandırılması.....	23
Tablo 4.1.	Akım ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.....	26
Tablo 4.2.	pH değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler .....	27
Tablo 4.3.	EC değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler .....	28
Tablo 4.4.	Su örneklerinin Na içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler .....	29
Tablo 4.5.	Su örneklerinin potasyum içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.....	30
Tablo 4.6.	Su örneklerinin Ca+ Mg içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler .....	31
Tablo 4.7.	Su örneklerinin karbonat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.....	32
Tablo 4.8.	Su örneklerinin bikarbonat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.....	33
Tablo 4.9.	Su örneklerinin klor içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler....	34
Tablo 4.10.	Su örneklerinin sülfat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler .	35
Tablo 4.11.	Su örneklerinin yüzde sodyum içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.....	36
Tablo 4.12.	Su örneklerinin SAR değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler...	37
Tablo 4.13.	Su örneklerinin Bor değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.....	38
Tablo 4.14.	Su kalite parametrelerinin Mann-Kendall (ZMK) trend analiz sonuçları	40
Tablo 4.15.	Su kalitesi parametrelerine ait korelasyon tablosu.....	43
Tablo 4.16.	Yeşilırmak nehrinin A.B.D tuzluluk laboratuvarın diyagramına göre aylık sulama suyu sınıfları.....	44

# YEŞİLİRMAK NEHRİNDE BAZI SU KALİTE PARAMETRELERİNİN TREND ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Su bütün canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için hayati bir öneme sahiptir. Artan nüfusla birlikte ekosistemde meydana gelen değişimler su kaynaklarının korunmasını ve izlenmesini zorunlu hale getirmiştir. Doğal veya suni etkiler neticesinde herhangi bir bölgedeki su miktarında ve kalitesinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi sürdürülebilirlik için önemlidir. Bu çalışmada Yeşilirmak nehrinin tarımsal sulama açısından bazı su kalite parametreleri araştırılarak trend analizi yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Yeşilirmak nehrinin Samsun ili Çarşamba ilçesinde bulunan 47-00-27 nolu Su kalitesi gözlem istasyonunda Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından analiz edilen parametreler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 1995-2015 yılları arasında belirlenmiş olan akım, pH, elektriksel iletkenlik, sodyum, kalsiyum, magnezyum, potasyum, klor, karbonat, bikarbonat, sülfat, bor, sodyum absorpsiyon oranı ve yüzde sodyum parametreleri kullanılmıştır. Çalışmada parametrelerin trend analizi için, parametrik ve non-parametrik analizlerde yaygın olarak kullanılan Mann-Kendall yöntemi kullanılmıştır. Trend analizi sonuçları anlamlılık düzeyine beş sınıfta değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre suyun debisinde ocak ayında, pH ve karbonat içeriğinde ise şubat ayında anlamlı pozitif trend meydana gelmiştir. Suyun elektriksel iletkenlik değeri ile kalsiyum+magnezyum içeriğinde ocak ayında anlamlı negatif trend meydana gelmiştir. Diğer sonuçlarda anlamlı bir trend tespit edilmemiştir. Sulama sezonu olan aylarda anlamlı trendlerin olmaması dikkat çekmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşilirmak, Su kalitesi, Trend Analizi, Çarşamba Ovası, Sulama.

# TREND ANALYSIS AND EVALUATION OF SOME WATER QUALITY PARAMETERS IN YEŞİLIRMAK RIVER

## ABSTRACT

Water is of vital importance for all living things to survive. Changes in the ecosystem along with the increasing population have made it necessary to protect and monitor water resources. Determining the changes in water quantity and quality in any region as a result of natural or artificial effects is important for sustainability. In this study, some water quality parameters of the Yeşilirmak River in terms of agricultural irrigation were investigated and a trend analysis was made. For this purpose, the parameters analyzed by the State Hydraulic Works (DSİ) at the Water quality observation station numbered 47-00-27 located in Çarşamba district of Samsun province of Yeşilirmak river were used. Within the scope of the study, current, pH, electrical conductivity, sodium, calcium, magnesium, potassium, chlorine, carbonate, bicarbonate, sulfate, boron, sodium absorption rate and percent sodium parameters determined between 1995 and 2015 were used. In the study, the Mann-Kendall method, which is widely used in parametric and non-parametric analyses, was used for trend analysis of the parameters. Trend analysis results were evaluated in five levels of significance. According to the analysis results, a significant positive trend occurred in water flow rate in January and pH and carbonate content in February. A significant negative trend occurred in the electrical conductivity value and calcium + magnesium content of water in January. No significant trend was detected in other results. It was noteworthy that there were no significant trends in the months of the irrigation season.

**Keywords:** Yeşilirmak, Water Quality, Trend Analysis, Çarşamba plain, Irrigation.

## 1. GİRİŞ

Akarsular tarım, sanayi, sulama, hayvancılık, ulaşım ve rekreasyon gibi alanlarda başta su ve içme suyu olmak üzere çeşitli kullanımlara sahip dinamik sistemler ve temel kaynaklardır. Herhangi bir bölgedeki nehir suyunun kimyası, havza çökeltileri, atmosferik girdiler, iklim şartları ve insan etkileşimleri dahil olacak şekilde birçok birincil etkiye tabidir ve çökelti ve ana kaya jeolojisi gibi fiziksel şartlardaki değişimlerden doğal olarak etkilenmektedir. Doğal ve antropojenik kökenli, çözünmüş ve parçalanmış fazlarda büyük miktarda maddenin yatay, sürekli tek yönlü akışını taşımaktadır.

Günümüze bakıldığında, su kullanımı beşeri faaliyetlerinin neden olduğu genel kullanılması sebebiyle tehdit altında olduğundan, güvenli suya erişim kentsel ve kırsal çevreler için büyük bir endişe kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma için su kaynaklarına erişimin etkili ve pratik yönetimi esastır. Ancak yeterli miktarda ve kalitede tatlı su olmadan bunun mümkün olmadığı belirtilmektedir.

Endüstriyel ve tarımsal faaliyetler ile atık yönetimi gibi artan insan etkileri su kirliliğine yol açmaktadır. Aynı zamanda yeraltı suyunun yoğun kullanımı, su seviyelerinin düşmesi, deniz suyu girişi ve arazi çökmesi gibi pek çok faktör çevresel bozulmanın ve su kalitesinin sebepleri arasında bulunmaktadır.

Günümüzde sanayileşme ve nüfusun artmasıyla birlikte suya olan ihtiyaç da zamanla yükselmektedir. Diğer taraftan su kaynaklarının farklı sebeplerle kirlenmesi, kullanılabilir su miktarını da kısıtlamaktadır. Su kirliliği, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde, insan faaliyetlerinden kaynaklanan su kullanımını sınırlayan veya tamamen engelleyen ve ekolojik dengenin bozulmasına yol açan değişiklik olarak açıklanabilmektedir. Bu durum esas olarak arıtılmamış veya yeterince arıtılmamış evsel ve endüstriyel atıkların su ortamına salınması ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve pestisitlerin su ortamına boşaltılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Su kalitesi genellikle bir

su kütlesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin toplamıdır. Su kirliliğinin engellenmesinde su kalitesi değişkenlerinin bilinmesi oldukça önem arz etmektedir.

Entegre nehir havzası yönetiminde sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmak için su kaynaklarının miktarı ve kalitesi büyük önem taşımaktadır. Her nehir havzasında su kaynaklarının miktar ve kalitesinin düzenli şekilde kontrol edilmesi, günümüzde ve gelecek zamandaki halleri hakkında açıklama yapılması gerektiğinden nehir havzalarında kalite izleme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Nehir havzalarında su miktarı ve kalitesinin gelişiminin incelenmesi su hacmindeki artış veya azalışın belirlenmesi, su kaynaklarının planlanması ve kullanımı bakımından oldukça önem arz etmektedir.

Havza süreçlerinin dinamiklerini anlamak için, iyi tasarlanmış bir su kalitesi izleme ağı, kısa ve uzun süreli eğilimleri analiz etmek için kıyaslamalar oluştururken su kalitesi sorunlarını da tanımlamaktadır. Ekolojik dengenin ve su kaynaklarının verimli kullanımının sağlanması, su kaynaklarından beslenen ekosistemlerin korunması ve kontrol altına alınabilmesi için su kalitesinin kontrollü olarak izlenmesi, kirlilikteki değişimlere etki eden önemli faktörlerin belirlenmesi ve uygun tedbirlerin alınması gerekmektedir. Etkin su yönetimi için su kalitesi hakkında güvenilir bilgi toplanması, su kalitesindeki mekansal ve mevsimsel değişimlerinin değerlendirilmesi, kirlilik kaynaklarını ve su kalitesi durumunun belirlenmesi ve su kirliliğinin kontrol altına alınması çokça önem arz etmektedir.

Su kalitesindeki eğilimleri belirlemek ve olumsuz kalite değişikliklerine karşı gerekli önlemleri almak amacıyla son yıllarda parametrik olmayan bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları şu şekilde sıralanmıştır:

- Sen'in T,
- Spearman's Rho,
- Mann Kendall,
- Seasonal Kendall,
- Mann-Whitney,
- Kruskal Wallis.

Ülkemizin en büyük tarım potansiyeline sahip ovalarından biri olan Çarşamba Ovası'nda, delta bölgelerinde Yeşilirmak Nehri'nin kıyısında bulunmaktadır. Bölge, aşırı tarım ve hayvancılıktan kaynaklanan tarımsal ve endüstriyel atıkların yanı sıra şehir merkezinden geçen nehirlerden de büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu yüzden nehir suyu kalitesinin değerlendirilmesi için derinlemesine bir çalışmaya gereksinim bulunmaktadır. Bu çalışmada Yeşilirmak nehirlerindeki su kalitesindeki mevsimsel değişim karşılaştırılmıştır. Fiziksel ve kimyasal parametreler kullanılarak kirlilik kaynakları ile yüzey suyundaki ağır metal konsantrasyonları arasındaki ilişki çok değişkenli istatistikî yöntemlerden faydalanılarak saptanmıştır. Sonuç olarak akarsuların su kalitesi ve kirlilik potansiyeli incelenmiştir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gümüş (2006) yaptığı çalışmasında Fırat Havzası'ndaki istasyonların ortalama, minimum ve maksimum akımlarının trend analizini yapmış ve önemli bir trend araştırmış ve bunun nedenlerini ele almıştır. Akış verilerinde normallik, doğrusallık ve bağımsızlık gibi varsayımlar klasik parametrik testlerde yaygın olarak bulunmuştur. Bunun için bu çalışmada parametrik olmayan testlerden faydalanılmıştır. Fırat Havzası'nda ÇED tarafından işletilen 83 akış izleme istasyonundan toplam 22 istasyon için trend analizi testleri incelenmiştir. Bunlar arasında Mann-Kendall testi ve Spearman's Rho testi en yaygın olanı olarak gösterilmiştir. Trendin tespit edildiği istasyonlarda trendin başlangıç yılını belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall Çizgi Korelasyon Testi, trend trendlerini belirlemek için ise Sen's Trend Eğimi yönteminden yararlanılmıştır. Araştırmada, Aşağı Fırat Nehri'ndeki iki su istasyonunda yıllık ortalama azalma eğilimi, en alçak 10 istasyonda azalma eğilimi ve havza genelinde bir istasyonda artış eğilimi tespit edilmiş ve maksimum akışta önemli bir eğilim gözlenmemiştir. Gözlemlenen eğilimlerin sebepleri olarak iklim ve baraj etkileri araştırılmış ve iklim etkisi olarak değerlendirilen sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış parametreleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur. Baraj faktörleri açısından ise Atatürk ve Hacıhıdır barajlarından su çekilme yılları ile eğilimin başladığı yıllar arasında paralellik bulunmuş ve düşüşte önemli bir etkisinin olabileceği tespit edilmiştir. Ortalama yıllık akışta gözlenen azalma eğilimi, sınırı aşan nehir havzasının bir parçası olan alanlarda da görülmektedir.

Gümüş ve Yenigün (2006), yaptıkları çalışmada Aşağı Fırat'ta belirlenen istasyonların senelik ortalama debilerinin trend analizini yapmışlar ve anlamlı bir trend bulmuşlardır. Normallik, doğrusallık ve bağımsızlık gibi varsayımlar, geleneksel parametrik testlerdeki akış verilerinde yaygın olarak bulunmuştur. Bu yüzden bu çalışmada parametrik olmayan testlerden faydalanılmıştır. Aşağı Fırat Havzası'nda ÇED tarafından işletilen mevcut 40 izleme istasyonunun dördünde trend analizi testleri yapılmıştır. Yıllık ortalama verilerde seri eğilimlerini belirlemek için birden fazla test değerlendirilmiş ve parametrik olmayan Mann-Kendall testi tercih edilmiş ve en bilgilendirici olduğu görülmüştür. Trendin tespit

edildiği istasyonlarda trendin başlangıç yılını belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon testinden faydalanılmıştır. Araştırma kapsamında değerlendirilen istasyonların yarısında trend tespit edilmiştir. Trendin gözlemlendiği istasyonlarda sorunun azaldığı belirlenmiştir. Suriye sınırına yakın istasyonlarda ciddi grafik sıkıntısı bulunmuş ve 1973 ile 1985 yılları arasında azalmaya başlamıştır.

Doğan Demir ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, Murat Nehri'nin sulama suyu olarak kullanılacak su kalitesi parametrelerindeki eğilimleri ve zaman içinde su kalitesinde meydana gelen değişiklikleri belirlemek amacıyla yürütmüştür. Araştırmada, Murat Nehri'ndeki su kalitesi ölçüm istasyonlarından yıllar (1986-2010) boyunca alınan su kalitesi ölçümleri kullanılmıştır. Adıvar ölçüm istasyonu haricinde, Murat Nehri'nin su kalite sınıfı, elektriksel iletkenlik ve SAR düzeyinin dikkate alındığı sınıflandırmaya göre C2S1 şeklinde belirlenmiş ve sulama suyu olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir. Trend analizi sırasında kalite parametrelerinin en güçlü büyüme trendi 2102-Palu ölçüm istasyonunda izlenmiştir. Bu yüzden gelecek zamanda su kalitesinin izlenmesine karar verilmiştir.

Kalaycı ve Kahya (1998)'nin çalışmasında Susurluk havzasındaki nehrin su kalitesi verilerinde doğrusal bir eğilim bulunduğu kabul edilmiştir. Çalışmada kullanılan testler Spearman'ın Rho'su, Sen'in T'si, Mann-Kendall ve Kendall'in mevsimselliğidir. Aynı zamanda Van Belle ve Hughes (1984) tarafından geliştirilen homojenlik testi ve trend çizgileri için parametrik olmayan bir yöntem de analize eklenmiştir. Parametrik olmayan testlere göre akış ve sediment konsantrasyonunun azaltılması; su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum+magnezyum, bikarbonat ve klorürde artış eğilimi gözlenmiştir. Karbonat, pH, sülfat, organik madde ve bor konsantrasyonlarında hiçbir eğilim gözlenmemiştir.

Çetin ve ark. (2009), entegre nehir havzası yönetiminde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için su kaynaklarının miktarı ve kalitesi büyük önem taşımaktadır. Gediz Havzası'ndaki su kaynaklarının miktar ve kalitesinin düzenli olarak kontrol edilmesi, mevcut ve gelecekteki durumunun belirlenmesi gerektiğinden kalite kontrol çalışmaları yapılmıştır. Havza bilhassa evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklara açıktır. Araştırmada, Ege Bölgesi'nde önemli bir yer tutan ve önemli bir ekonomik potansiyele

sahip olan Gediz Havzası'nın yüzey suyu kaynağını temsil eden Gediz Nehri ve kollarının mevcut durumunun belirlenmesi istenmiştir.

Yolcu'nun (2012) araştırmasına göre Nilüfer Nehri, Marmara bölgesinin en önemli su kaynaklarından biridir. Nehir, halkın ve içme suyunun kaynağı ve aynı zamanda kanalizasyonun toplandığı yer olmasından dolayı Bursa kenti için çok önem arz etmektedir. Fakat nehir suyunun kalitesi özellikle son yıllarda bozulmuştur ve özellikle endüstriyel gelişme ve nüfus artışı sebebiyle tehdit altındadır. Nilüfer Nehri'nin su kalitesi 1990'ların sonundan bu yana BUSKİ Genel Müdürlüğü tarafından gözlemlenmektedir. Son çalışmada, 2002 yılından bu yana su kalitesinin takip edildiği 15 lokasyonda su kalitesi verilerinin istatistiksel analizi yapılmıştır. Su kalitesi verilerinin normal dağılıma uymaması nedeniyle değerlendirme çalışmasında parametrik olmayan yöntemlerden faydalanılmıştır. Bu anlamda Türkiye'de ve dünyada su kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan verilere trend analizi, temel bileşenler analizi ve zaman serisi analizi kullanılmıştır. Verilere Kendall yöntemi kullanılarak mevsimsel trend analizi uygulanmış ve seçilen parametrelerde izleme noktalarında artan veya azalan trendler saptanmıştır. Bunların yanında su kalitesini en iyi yansıtan parametreleri belirlemek için su kalitesi verilerine temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Ayrıca su kalitesinin geçmiş durumuna dayanarak yakın gelecekteki su kalitesine ilişkin tahminlerde bulunmak için zaman serisi analiz verileri ve matematiksel yöntemlerden yararlanılmıştır.

Göncü ve ark. (2017) çalışmalarında iklim değişikliği ve insan su kullanımı gibi faktörlerden dolayı göl seviyesinde önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu yüzden bilhassa son dönemde iklim değişikliği ve etkilerine ilişkin bilimsel çalışmalar artmıştır. Bu çalışmada Türkiye'deki Eğirdir, Burdur, Sapanca ve Tuz göllerinin seviyeleri Mann-Kendall ve Mevsimsel-Kendall gibi trend analizi yöntemlerinden faydalanılmıştır. Çalışmada, Elektrik Kaynaklarını Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü'nün 2007'de yayınladığı Göl Seviyeleri (1943-2005) kitabında yer alan verilerden yararlanılmıştır. Analiz sonucunda Burdur Gölü ve Eğirdir azalırken Sapanca Gölü'nün seviyesi yükselmiştir. Tuz Gölü'nün seviyesinde önemli bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Eğirdir Gölü'nün tükenmesinin, bu gölden beslenen Covada 1 ve 2 HES alanlarının enerji üretim kapasitesinin azalmasına yol açabileceği gibi, Burdur Gölü

sularının azalması da bölgedeki tarımsal faaliyetleri olumsuz etkileyebileceği belirlenmiştir. Sapanca Gölü'nün sularının artması nedeniyle bölgede su baskınları yaşanabileceği tahmin edilmiştir.

Şimşek ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada Karadeniz bölgesinin en büyük iki nehri olan Kızılırmak ve Yeşilirmak, havzadaki beşeri faaliyetler ve tarım ve hayvancılık faaliyetleri nedeniyle yüksek kirlilik baskısı altında bulunmaktadır. Bu kirliliğin sonuçlarının belirlenmesi amacıyla Samsun'da bulunan Kızılırmak ve Yeşilirmak'ın fiziko-kimyasal niteliklerinin ve su kalitesinin incelenmesi hedeflenmiştir. Örneklem Ekim 2018 ve Ağustos 2019 olmak üzere dört mevsimde yapılmıştır. Araştırma sonuçları yüzey suyu kalite sistemine (YSKY) göre ve mevsimsel şekilde su kalite indeksine (WQI) bakılarak incelenmiştir. Veriler arasındaki istatistiksel farklar için bağımsız t-testi, parametrelerin korelasyonunu belirlemek için Pearson korelasyon katsayısı (PCI) ve kontaminasyon kaynaklarını belirlemek için temel bileşen analizi (TBA/FA) ele alınmıştır. TBA/FA dört faktör tüm faktörlerin %90,118'ini oluşturduğunu belirlemiştir. YSKY'ye göre Kızılırmak I. ve II. Yeşilirmak sınıfı II. ve III. Birinci sınıf su kalitesi özelliğine sahiptir. WQI sonuçlarına göre Kızılırmak'ta su kalitesinin ilkbaharda "kötü" olduğu, Yeşilirmak'ta yalnızca kışın su kalitesinin "iyi" olduğu, öteki mevsimlerde su kalitesinin kötü ve çok kötü olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara göre Kızılırmak'ın içme, sulama ve sanayiye, Yeşilirmak'ın ise sadece sulamaya uygun olduğu görülmüştür.

Taş ve ark. (2021), Doğu Karadeniz'deki Elekçi Çayı'nın fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini ve su kalitesini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Örnekleme bir sene süresince her ay üç farklı habitatta gerçekleştirilmiştir. 20 ayrı su parametresinin incelenmesi zaman ve mekân açısından incelenmiştir. Nehir Suyu Kalitesi Yönetmeliğine göre nehir suyu kalite sınıfı oluşturulmuştur. Sudaki trofik seviye ve su kalitesi, çok değişkenli istatistiksel analiz, su kalitesi indeksi (WQI), çeşitlilik parametreleri, klorofil-a, Palmer kirlilik indeksi ve baskın cins parametreleri kullanılarak ele alınmıştır. Yıllık ortalama değerlere bakıldığında Elekçi Nehri, amonyak azotu ve toplam fosfor açısından ikinci, serbest klor dışındaki su kalitesi parametreleri açısından ise birinci sırada yer almaktadır. Elekçi Nehri'nin hava kalitesi indeksi değeri, su kalitesinin iyi olduğu görülmüştür. Faktör analizinde birinci faktöre göre su kalitesindeki değişimlerden

besinler sorumlu tutulmuştur. Öteki faktörler jeolojik yapı ve iklim faktörlerini içermektedir.

Elekçi Çayı'nda toplam 93 bentik diatom türü tespit edilmiştir. “Navicula, Nitzschia, Cymbella ve Gomphonema” en yüksek puanları almıştır. Shannon ve Simpson tarafından yapılan çeşitlilik indeksi analizi sonuçlarına göre Elekçi Çayı'ndaki çeşitlilik düzeyi “zayıf”, kirlilik düzeyi ise “orta” düzeydedir. Nemli subtropikal iklimde yer alan Elekçi Çayı alışılmadık bir rejime sahip bir nehirdir. Çevresel ve iklimsel etkenlerin nehirdeki diatom topluluğu üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Kirlilik indeksine göre çok düşük seviyelerde organik kirlilik saptanmıştır. Bir nehirdeki ötrofikasyon riski klorofil-a konsantrasyonuna bağlıdır. Baskın alg taksonlarına ait skor değerlerinin, Elekçi Deresi'nin trofik seviyesinin “ortalama-trofik/ortalama-zayıf”, su kalitesinin ise “ortalama/ortalama-zayıf” olduğu belirlenmiştir. Genel sonuçlara göre Elekçi Deresi'nin antropojenik faaliyetlerle ilişkili olabilecek farklı kaynaklardan gelen kirleticilerle kirlendiği ve diatom çeşitliliğinin bu durumdan etkilendiği gözlemlenmiştir.

Barbaros ve ark. (2021), araştırmalarında yoğun tarım alanlarına sahip olan Küçük-Menderes Havzası'nı seçmiştir. Bölgenin iklim niteliklerine göre araştırma dönemi soğuk ve sıcak olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Bu çalışmanın amacı yüzey suyu kalitesindeki değişimi parametrik olmayan istatistiksel yöntemler kullanarak araştırmak ve değişkenlerin mevsimsel eğilimlerini ortaya koymaktır. Çalışmanın sonuçlarına göre, çalışma süresi boyunca havza genelinde organik kirlilikte, nitrojen dönüşümünde önemli bir artış olduğu ve çözülmüş oksijen seviyelerinde önemli bir azalma tespit edilmiştir. Su kalitesi parametrelerindeki mevsimsel değişimlerin değerlendirilmesi ve araştırılmasının, kirlilik önleme planlarının hazırlanmasına temel oluşturması beklenmektedir. Gelecekteki planlamalara temel oluşturacak faktörlerin belirlenmesine yardımcı olacağı gibi yönetim ve kontrol sisteminin kararlarının değerlendirilmesine de destekleyici bir altyapı sağlaması öngörülmektedir.

Üstüner (2012) tarafından yapılan çalışmada Gediz Nehri'nin birtakım su kalitesi değişkenlerinin zamansal ve mekansal değişimleri Mann-Kendall veya Kendall-mevsimsel, Kendall-bölgesel ve Kendall-bölgesel-mevsimsel kullanılarak saptanmıştır. DSI ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi üç izleme istasyonundan alınan su kalitesi verileri

tarafından kullanılmış ve “elektriksel iletkenlik , sodyum ve potasyum” incelenmiştir. İstasyonlarda tüm kalsiyum + magnezyum ve sülfat seviyeleri ölçülmüştür. Klor, bikarbonat ve pH değişkenlerine adına trend analizi gerçekleştirilmiştir. Ancak DSİ istasyonları için biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, çözünmüş oksijen, ortofosfat ve nitrat nitrojen (NO<sub>3</sub> -N) değişkenlerinde yalnızca trend analizinin yapıldığı belirtilmiştir. Elde edilen verilere bakıldığında birçok istasyonda “BOİ<sub>5</sub>, o-PO<sub>4</sub>, EC, Ca+Mg, SO<sub>4</sub> ve HCO<sub>3</sub> parametrelerinde” istatistiki şekilde anlamlı artış eğilimleri tespit edilirken, bazı istasyonlarda ise “Na, SAR, K ve pH parametrelerinde” anlamlı düşüş eğilimleri tespit edilmiştir. DO, NO<sub>3</sub>-N ve Cl parametrelerinde anlamlı bir trend saptanmamıştır. Araştırma sonucunda Gediz Nehri'nin suyunun sulama suyu olarak kısmen bozulduğu, zaman zaman iyileştiği ancak su ortamında ötrofikasyon riskinin yükseldiği tespit edilmiştir.

Uncu'nun (2019) çalışmasında Akköprü Barajı, Muğla'daki Dalaman Nehri'nin alt kesimlerinde Bereketli hidroelektrik santraline bağlı beş nehir türü arasında en önemlilerinden biridir. Bu su kaynaklarıyla bölgenin elektrik, içme suyu, turizm ve tarımsal sulama gibi su gereksinimini giderilmesinin yanı sıra balık yetiştiriciliği gibi faaliyetler de bölge ekonomisinde önemli katkı sunan faaliyetler arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın, aşağı Dalaman Nehri'nin su kalitesini belirlemek amacıyla Aralık 2017 ile Kasım 2018 tarihleri arasında denizle temas noktaları bulunan yedi stratejik istasyonda gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Su örneklerinden alınan bazı fiziko-kimyasal parametreler; “su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, doymuş oksijen, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, nitrit-azot, nitrat-azot, amonyum-azot, ortofosfat, toplam fosfor, askıda katı madde, BOİ<sub>5</sub> ve bulanıklık testleri” aylık şekilde gerçekleştirilmektedir. Tercih edilen istasyonlardan elde edilen su örneklerinin analizleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Akredite Araştırma Laboratuvarları Merkezi Su Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Erişilen analiz verilerine bakıldığında, aşağı Dalaman Çayı'nın denizle bağlantısına kadar olan bölgede, Fevziye Çayı çevresinde yaşayanların atıklarını nehre karıştıran yoğun narenciye bitkilerinin yanı sıra kuru atıklar ve yaz aylarında da bulunmaktadır. Yakındaki bazı tatil köyleri, turistik tesislerden atık su boşaltarak toksinlerin tatil yerlerine girmesine neden olmaktadır. Bazı istasyonlarda su kalitesi ve kirlilik sorunları yaşanmıştır.

Bu çalışmada Alver ve Baştürk (2019), Aksaray'ın önemli bir içme suyu kaynağı olan Karasu Nehri'nin su kalitesini Aralık 2015 ile Kasım 2016 tarihleri arasında incelemiştir. Nehrin genel su kalitesi bir yıl boyunca üç farklı su seviyesinde izlenmiştir. Değerlendirme kalite gösterge modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İçme suyundan elde edilen veya planlanan yüzey suyu kalite standartları “NH4-N, BSB5, Co, dışkı koliformları, Ba, Cu, Zn ve Çözünmüş oksijen parametrelerinin” limitleri ve su kalitesini aştığı belirlenmiştir. Ana parametrelerin su kaynağının yüzey suyu kalitesi üzerinde ek bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Karasu Nehri'nin uygulanan modelinin sonuçlarına göre Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi Endeksi'ne göre su kalitesi “orta”, Kanada Su Kalitesi İndeksi'ne (ECWQI) göre “zayıf” ve Oregon Su Kalitesi Endeksi'ne (OWQI) göre “zayıf”, olarak derecelendirilmiştir.

Kırdemir (2009) bu çalışmasında Aşağı Sakarya Havzası'ndaki yıllık ortalama nehir akışlarının trend analizini yaparak faktörleri incelemiştir. Çalışmada 8 istasyondan 6'sında yıllık ortalama akımda belirgin bir düşüş eğilimi gözlemlenmiş, gözlemlenen eğilimlerin nedenselliği ile iklim ve baraj etkileri incelenmiş, iklim etkisi ve sıcaklık parametreleri arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmiştir. Barajla ilgili faktörler açısından Gökçekaya ve Sarıyar Barajı su üretim yılları ile ilk akış yılları arasında bir paralellik gözlenmiş ve bunun aşağı akış üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceği, Yenice'teki barajın ise aşağı akış üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna erişilmiştir. Enerji sektöründe önemli bir rol oynayan hidroelektriğin Türkiye'de 26 büyük rezervuarda üretimi yapılmaktadır. Sakarya Havzası da bu havzalardan biri ve en önemli su kaynaklarından biri olarak gösterilmektedir. Ancak bu akarsuların kullanımıyla hidroelektrik üretimi istenilen düzeye ulaşmamıştır.

Kılıç (2017) Devlet Su İşlerinin 2004-2014 seneleri arasında, Asi Nehri üzerine yürüttüğü çalışmada elde ettiği sonuçlara bakarak Asi Nehri'nin su kalitesinin zamansal ve mekânsal değişimleri buna sebep olan temel etmenlerin saptanması hedeflemiştir. 5 farklı istasyon üzerinde Asi Nehri sınırlarında mevsimlik toplanan Ca<sup>2+</sup>, oPO<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, BOD<sub>5</sub>, COD, NO<sub>2</sub>, EC, NO<sub>3</sub>, SS, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, TDS, T, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, DO parametrelerine ilişkin veriler ayrışma analizi (DA) ve kümeleme analizi faktör analizi / temel bileşenler analizinden yararlanılarak değerlendirme yapılmıştır. Kümeleme analizi neticesinde istasyonlar su kalitesindeki benzerlikleri doğrultusunda kirli alan ve az kirli alan olmak

üzere iki ayrı küme niteliğindedir. CA'ya gerçekleştirilen dönemsel gruplandırmaya göre yağışlı ve kurak sezonlar iki farklı dönem ayrıştırılmıştır. Ayrışma analizine göre mekânsal değişim üzerinde etkisini gösteren parametreler %92,2 doğruluk oranıyla SS, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, BOD<sub>5</sub>, ve Qanlık olarak; dönemsel değişimde etki eden parametreler ise %90,2 doğruluk oranıyla T, DO ve SO<sub>4</sub> şeklinde belirlenmiştir. Nehirdeki temel kirlilik kaynakları FA/PCA neticesine göre organik kirlilik, mineral kirliliği, tarımsal kirlilik, besin kirliliği olarak saptanmıştır. Kirliliğe yol açan temel etmenler endüstriyel deşarjlar, tarımsal faaliyetler, erozyon ve evsel olarak belirlenmiştir. Bunların dışında bölge üzerinde etkisini gösteren kirliliğin daha etkin olduğu anlaşılmış ancak şehir merkezlerine gidildiğinde antropojenik aktiviteler doğrultusunda kirlilik oranının artışta olduğu gözlemlenmiştir.

Kıymaz ve ark. (2016) bu çalışmada Kırşehir ili Seyfe Gölü havzasında Boztepe-Malya Devlet Üretim Çiftliği ve Eskidoğanlı yerleşim biriminde yer alan sulama kuyuları üzerinde oluşturmuştur. Bu çalışmada 2001-2009 yılları arasında yeraltı su kalitesi parametreleri (toplam tuz miktarları, potasyum, pH elektriksel iletkenlik, sodyum, kalsiyum, karbonat, bikarbonat, bor, klor, sülfat, nitrit, magnezyum, nitrat, amonyak, sertlik, organik madde ve sıcaklık) değişimleri incelenmiştir. İstatistiksel açıdan sulama mevsimi öncesi (Haziran) ve sonrası (Eylül) değişimleri parametrik t testiyle irdelenmiştir. Zaman içerisinde ortaya çıkan değişimler ise F testinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Ek olarak zaman içerisinde kimyasal parametrelerde ortaya çıkan değişim gidişatı üzerine ise trend analizinden yararlanılmıştır. Analiz neticesinde yıllara göre değişimin su kalitesi parametre bakımından farklı eğilimlerinin olduğu tespit edilmiştir.

Tülek (2006) bu çalışmasında Kızılırmak nehrinin su kalitesini saptamayı hedefleyerek bir yıllık (2005) izleme programını gerçekleştirmiştir. Saptanan 10 noktaya göre elde edilen örneklerde toplam AKM (mg/L), koliform (EMS/100 mL), pH, sıcaklık (0C), çözülmüş oksijen (mg/L), tuzluluk, (g/L), nitrat azotu (mg/L), iletkenlik (mS/cm), orto fosfat (mg/L), klorofil-a(mg/m<sup>3</sup>), toplam fosfor, nitrit azotu (mg/L), amonyak azotu (mg/L), kjeldahl azotu (mg/L) ve BO (mg/L) parametreleri analizleri ele alınmış gerçekleştirilen analiz neticesinde Kızılırmak Nehrinin baraj göl numune noktası, su kalite sınıfları ve trofik durum indeksi incelenmiştir. Bunun dışında gerçekleştirilen

çalışmada; nehirde aşırı besin zenginleşmesiyle ortaya çıkan ötrofikasyona bağlı risk değerlendirmesi ve risk yönetimi ele alınmıştır. Toplam klorofil-a. ve toplam fosfor parametreleri üzerine yapılan risk hesaplamaları genellikle risk kesri  $RQ > 1$  çıkmıştır . Bu sonuçlara göre numune noktaları üzerine yüksek veya potansiyel risk olduğu anlaşılmaktadır.

Davaslıgil (1998) bu çalışmasında ekosistem yönetimi, göl ve rezervuarlarda su kalitesi üzerinde yaygın ötrofikasyon kontrol yöntemleri ve bilgisayar modellerinin kullanımı incelemiş çalışmaya konu alınan Terkos Gölüne uygun su kalitesi koruma iyileştirme metotlarının saptanmasını amaçlamıştır. Ekolojik modelden yararlanılarak İstanbul ‘un en büyük ve en eski içme suyu kaynağı özelliği taşıyan Terkos Gölü ‘nün su kalitesinin yaşanabilecek değişimleri farklı yönetim sentezleri doğrultusunda ele alınmıştır. Ekolojik modelden yararlanılarak gerekli veri düzeni doğrultusunda yapılan tez kapsamında en başta Terkos Havzasının meteorolojik, topoğrafik, hidrojeolojik, hidrolojik açıdan yapısı incelenmiş ekolojik yapıyı temel unsurları saptanmıştır. Buna ek olarak havza içerisinde yer alan kirletici kaynakların yükleri, nitelikleri, gelecekteki potansiyel yükleri ele alınmıştır. Terkos Gölü su kalitesi saptanmış ve çalışma temel unsur olmuştur. Ekolojik model kavram incelemesinde kullanılan modelde faydalanılan mekanizma ve sürecin genel denklem ve ifadelerine incelenmiştir. Modelin çalışması için gerekli verilerin analizi ve model değerlendirilmesi üzerine yöntem seçimi, modelin akarsu ve göl üzerinde su kalite parametrelerinin başlangıç koşulları gösterilmiştir. Model doğrulanması ve kalibrasyonu üzerine farklı işlemler gerçekleştirilmiştir. Modelin doğrulanma sonrası Terkos Gölü’nün korunması için geliştirilen yönetim seçenekleri modele senaryolar şeklinde gösterilerek bunun sonucunda göl su kalitesindeki değişim 2000-2020 yılları arasında simüle edilmiş, sonuçlar tablo ve grafiklerle karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Öncelikle havzadaki tarım ağırlıklı arazi kullanımının gölün kirlenmesinde en önemli etken olması dikkate alınarak tarım alanlarının ormana çevrilmesi halinde su kalitesindeki uzun vadeli değişim şeklinde senaryo seçimi yapılmıştır. Sonrasında İstanbul çevresinde gerçekleşen nüfus artışı ve bununla birlikte kaçak yapılaşma ele alınarak artışa geçen yerleşim alanlarına bağlı olarak kirlilik yükünün yüzeysel akışla doğrudan göle ulaşması artış sonrası göle verilmesi durumu benzer şekillerde incelenmiştir. Özellikle günümüzde rezervuar ve göllerde geçerliliği

olan ötrofikasyon kontrol metotları belirtilmiştir. Tüm bunların sonucu varılan sonuçlar ve gölde ötrofikasyonun kontrolüne yönelik önerilere yer verilmiştir.

Coşkun (2020) bu çalışma Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Van Gölü kapalı havzası üzerine gerçekleştirmiştir. Türkiye'nin en büyük ikinci kapalı havzası olan Van Gölü Kapalı havzasında; havza içinde 30 yıl üzerinde rasatı bulunan 7 istasyonun (Ahlat, Van-Bölge, Tatvan, Muradiye, Erciş, Gevaş ve Özalp) ortalama yağış verileri trend analizi incelenmiştir. Uzun yıllar boyunca havza içerisinde ölçümü yapılan bölge istasyonlarının aylık ortalama yağış verileri dikkate alınarak mevsimlik ve yıllık eğilimleri incelenerek araştırmanın amacı ortaya konulmuştur. İklim değişikliğini etkilerinin kapalı havzalarda daha belirgin olduğu düşüncesiyle Van Gölü Kapalı havzası seçilmiştir. Bunun dışında literatüre iklim değişikliğine ilişkin bir Türkiye örneğinin kazandırılması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında yöntem olarak Spearman'ın Rho ve Şen Testi, Mann-Kendall Testi dikkate alınmıştır. Sonuçlar doğrultusunda Ahlat ve Gevaş istasyonlarında yıllık yağış azalırken, Van-Bölge istasyonunda bir artış yaşanmıştır. Ahlat ve Erciş istasyonlarında mevsimlik olarak anlamlı bir azalma yaşanırken, Van-Bölge alanında anlamlı olmayan bir yükseliş görülmüştür. Tatvan istasyonları ve Muradiye'de ise yağış bakımından genel olarak bir eğilime tespit edilememiştir. Havza geneli yıllık yağışların yanında mevsimlik yağışlarda da düşüş eğilimi ortaya çıkarken Van Bölge istasyonunda ise anlamlı olmayan düşüş eğilimi gözlenmektedir.

Coşkun'a (2020) göre bu çalışma Afyonkarahisar ve Konya illeri sınırında yer alan Akarçay Kapalı Havzası'nı temel almaktadır. Bu çalışmanın amacı, basında 30 yılı aşkın izleme tecrübesine (1970-2019) sahip üç meteoroloji istasyonundaki (Afyonkarahisar, Bolvadin ve Akşehir) ortalama sıcaklık ve toplam yağış analizlerini yapmaktır. Ayrıca çalışma, bu verilerin yıllık ve mevsimsel eğilimlerini, havzalarda uzun yıllar boyunca gözlemlenen ölçülen meteorolojik verilerle aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış verileriyle karşılaştırmalı olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, Türkiye'den bir örnek daha vererek ulusal ve uluslararası iklim araştırmaları literatürüne katkı sağlıyor. Araştırma yöntemi Mann-Kendall testi ve Spearman'ın rho testine dayanmaktadır. Sonuçlar, kapalı havzadaki ortalama sıcaklıkta hem yıllık hem de mevsimsel olarak önemli bir artış olduğunu gösterdi. Akarçay Havzası'nda sıcaklığın en olumlu olduğu

dönem yaz mevsimidir. Bu durum, soğutma ihtiyacı nedeniyle bölgedeki elektrik tüketiminin artmasının yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi üretimini de teşvik edebilir. Akarçay Havzası'nda yaz sıcaklıkları, orman yangınlarını artıracak ve havza ormanlarında kuraklığa neden olabilecek olumlu ve önemli güçlü eğilimlerdir. Yıllık yağış miktarı arttıkça istasyonlarda Bolvadin önemli ölçüde artarken, Akşehir önemli ölçüde azalıyor. Afyonkarahisar'da ise ciddi bir artış ya da azalma yok. Su genelinde gözlenen sıcaklık artışının yağış üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı açıktır.

Köklü (2010) bu çalışmada, DSİ tarafından 5 örnekleme noktası üzerinde 1995-2006 yılları arasında Büyük Melen Nehri ve kollarındaki 26 biyolojik, kimyasal ve fiziksel parametreye ilişkin ölçümlerden yararlanılarak yapay zeka teknikleri ve istatistiksel analiz yöntemleri uygulamalarından faydalanılmıştır. Ölçüm istasyonları verilerine göre istatistiksel dağılım ölçüleri, ortalama, tepe değeri ve ortanca değer grubuna giren standart hata, varyans, standart sapma gibi ölçüler tespit edilmiştir. Düşük debili ve yüksek debili olarak ikiye ayrılan su kalite verileri, geçen yıllar içerisinde düşük debili ve yüksek debili dönemler, debi ve yağış verileri bir arada ele alınarak irdelenmiştir. KÖÖH-YSA ve FA/TBA-ÇLR istatistiksel analiz yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak gerçekleştirilen analizlerde tüm istasyonların düşük debili, yüksek debili ve tüm dönemleri bakımından ilişkili parametreler saptanarak kirletici kaynakları tespit eden faktör ve gruplar sonucuna varılmıştır. Tüm yöntemler için istasyonlarda nehir sistemi üzerinde etkili olan kirletici kaynaklar; erozyon, suyun mineral yapısı, toprak yapısı, tarımsal faaliyetler, kentsel yüzeysel akış, katı atık depo alanları, kentsel ve evsel deşarjlar, mevsimsel etki, foseptikler ve çiftlik hayvanları gibi kirletici kaynaklar tespit edilmiştir. Bunların dışında tüm faktörler YSA ve ÇLR uygulanarak faktör/gruplar içerisindeki diğer parametreleri temsilcisi olan etken parametreler saptanmıştır. MTBS/ÇLR uygulamasıyla tüm parametrenin konsantrasyonuna kirletici kaynakların tamamının bileşeninin lineer maddesel katkısı tespit edilerek kaynak paylaşımı gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulama neticesinde bulanık mantık uygulamasıyla daha anlaşılabilir ve yalın bir şekilde bürünerek hangi kirletici kaynağın hangi parametreyi ne oranda etkilediği ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda yapay zeka teknikleri ve istatistiksel analiz çok boyutlu veri setlerinin daha açıklayıcı hale getirmesi için kullanılabilir olması üzerinde durulmuştur. Bunun dışında su kalitesinin yorumlanması ve

değerlendirilmesi kirletici kaynakların ve etkili kirletici parametrelerin belirlenmesi, su kalitesinde etkili bir yönetim için çok değişkenli yapay zeka teknikleri ve istatistiksel yöntemler etkili metotlar olduğu anlaşılmıştır. Havza izleme çalışmaları; bilhassa sürekli ve anlık verilerin yorumlanması ve değerlendirilmesi bakımından havza yöneticileri için denetleyici yapıda olduğu ve akademik kurumlara yarar sağlayacağı bilinmektedir.

Baykal (2018) bu çalışmada Gaziantep'in Yavuzeli ve Araban ilçelerinin önemli akarsularından olan, tarımsal sulama maksadıyla kullanılan ve tarımsal faaliyetlerin önemli noktasında bulunan Merzimen ve Karasu derelerinin inorganik kirlilik ve mevsimlik organik seviyeleriyle, derelerin su kalitesinin saptanması amaçlamıştır. Bunun dışında standart yöntemler temel alınarak mevsimsel su örnekleme gerçekleştirilmiştir. Suyun sıcaklığı ölçülmüş ve elde edilen su örnekleri suyun fizikokimyasal parametrelerinin biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), fosfor (PO<sub>4</sub>-P) toplam azot (TN) belirlenmesinde, organoklorlu insektisitler (4,4'-DDT, heksaklorobenzen, aldrin, isodrin, alfa-klordan, gama-klordan, endosulfan sülfat, endosulfan-I, endosulfan-II, dieldrin, endrin, toksafen ve alaklor) ile ağır metallerin (Fe, Pb, Cr, Zn, Ni ve Cu) varlığının ve seviyelerin analizinde yararlanılmıştır. Fizikokimyasal parametrelerin mevsimsel değişimle sıcaklığın uyum sağladığı, pH değerleri göz önünde bulundurulduğunda derelerin zayıf bazik karakter niteliği taşıdığı ve AKM değerlerinin yaz aylarında düşüşe geçtiği tespit edilmiştir. Suyun kalite seviyelerinin değerlendirilmesi maksadıyla sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) kıyaslandığında Merzimen ve Karasu Derelerinin sıcaklığı BOİ, pH, KOİ ve AKM değerleri bakımından I. sınıf, toplam azot değerleri bakımından III. sınıf, fosfor değerleri için ise II. sınıf su kalitesinin olduğu saptanmıştır. Organoklorlu pestisit konsantrasyonlarının içme suyu için analizi Avrupa Komisyonu Yönetmeliği tarafından tanımlanan izlenebilir sınırların altında bulunduğu, Karasu ve Merzimen Dereleri üzerinde pestisit derişimlerinin mevsimsel açıdan anlamlı bir değişikliğin olmadığı anlaşılmıştır. Tarım Örgütü (FAO) ve Milletler Gıda tarafından belirtilen sulama suyu maksimum element konsantrasyonları bakımından Karasu Deresinin sulamaya uygun olduğu, Merzimen Deresinin Zn içeriğinin ise izlenen maksimum değer üstünde olduğu saptanmıştır. Mevsimsel değişiklikler ağır metal düzeylerinde tespit edilmesine rağmen, genel olarak artış veya düşüşe rastlanmamıştır.

Alpaslan ve ark. (2016) bu çalışma Malatya Boztepe Recai Kutun Baraj Gölü su kalitesi tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ocak-Aralık 2014 tarihleri arasında sürdürülmüş ve üç örnekleme noktası aylık bakımdan yüzey ve farklı derinliklerden su örnekleri incelenmiştir. Su örnekleri pH, askıda katı madde, sıcaklık, secchi disk , çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, toplam sertlik, toplam alkalinite, biyolojik oksijen ihtiyacı, çözülmüş anyon (Nitrit, Klorür, Sülfat, Bromür, Nitrat, Fosfat) ve kanyonlar (Kalsiyum Amonyum, Magnezyum, Potasyum, Sodyum), toplam fosfor, toplam azot ve klorofil a ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda suda yalnızca yüzey suyu ölçümünün kullanımının göz önünde bulundurulması halinde, Baraj Gölü'nün "Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Anonim, 2012) Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine" göre genel koşulları açısından I.Sınıf, nutrient parametreleri ve oksijenlendirme parametreleri açısından II. Sınıf su kalitesinin olduğu saptanmıştır. Genel bakımından ele alındığında II. Sınıf su kalitesi olan suyun iyi durumda olduğu ve rekreasyon, alabalığın yanısıra diğer balık türlerinin yetiştirilmesi ve sulama suyu bakımından kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Terzi ve İlker (2020) bu çalışmada Türkiye'nin Kızılırmak havzasında yer alan sekiz şehir merkezindeki meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık verileri üzerinde trend analizinden yararlanılmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanan Trend analizi, 1980-2017 tarihleri arasındaki 38 yıllık sürece ait verilerden yararlanılarak Mann-Kendall testiyle gerçekleştirilmiştir. Sen trend testiyle değişim oranını saptamak amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen trend analizleri neticesinde pek çok noktada istatistiksel açıdan anlamlı artış trendi olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında havza sınırlarında yer alan sekiz istasyon genelinde ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklarda artış trendi olduğu anlaşılmıştır.

Yüce ve ark. (2018) bu çalışmasında, Seyhan Havzası yağış verileri gidişatı, parametrik olmayan Sen'in Eğim Analiz Testleri, Mann-Kendall testi, Mann Kendall Mertebe Korelasyon ve Spearmanın Rho testlerinden yararlanmıştır. Havza içerisinde yer alan 12 yağış gözlem istasyonu verileri en kısa süre 21, en uzun süre 52 yıllık (1964-2016) bir periyodu içerisinde almaktadır. Senelik toplam yağış verileri %95 ve %85 güven aralıkları doğrultusunda analiz gerçekleştirilmiştir. Yağış verilerinin ele alınması neticesinde Pınarbaşı istasyonu iki güven aralığı Çamardı istasyonunda ise yalnızca

%85'lik güven aralığında düşüş yaşandığı anlaşılmaktadır. Bunların dışında istasyon verilerinde herhangi bir eğilime rastlanmamıştır.

Küçükali (2019) bu çalışmada Filyos Nehri ve yan kollarının akarsu sıcaklığı, debi ve askıdaki sediment taşınım oranı istatistiksel açıdan ele alınmıştır. Çalışma sırasında elde edilen veriler Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nden 1966-2005 seneleri içerisinde veri dizisinden elde edilmiştir. Filyos Nehri üzerindeki debinin 2/3'ünü Yenice Irmağı'ndan; 1/3'ünün ise Devrek Irmağı'ndan sağlandığı anlaşılmıştır. Filyos Nehri üzerinde debi görülme imkanı eksponansiyel bakımdan düşüğe geçen bir fonksiyon ortaya çıkmış ve debi oranları %70 0–100 m<sup>3</sup>/s arasında etkisini ortaya koymuştur. Kış aylarında akarsu ortalama sıcaklığı 5.3, yaz aylarında ise 20.6 dereceyi görmektedir. Akarsu ortalama sıcaklık ortalama hava sıcaklığı ile lineer; askıda taşınan sediment miktarı ise debinin 1.6 -2.1 arasında değişiklik gösteren kuvvetleriyle ilişki kurulmuştur. Çalışma sonucunda sağlanan regresyon denklemleri Filyos Nehri'ne ilişkin eksik verilerin elde edilmesinde ve suyun kalitesi parametrelerinin tahmininde yararlanılabilmektedir.

Güneş (2019) bu çalışmada kurak ve yağışlı dönemin Bartın Nehri su kalitesi üzerinde gösterdiği etkinin saptanması hedeflenmiştir. Buna bağlı olarak temmuz-ağustos kurak dönemi; kasım, aralık, şubat ayları ise yağışlı dönemi temsilen örnekleme zamanları olarak ele alınmıştır. Bilhassa yaz mevsiminde yaşanan balık ölümleri ve rahatsız edici koku sorunuyla yaz ve kış mevsiminde nehir suyunda ortaya çıkan renk değişimi çalışmanın başlangıç noktası olmuştur. Bulanıklık, sıcaklık, toplam çözülmüş katılar (TÇK), askıda katı madde (AKM), renk, ve elektriksel iletkenlik (Eİ) fiziksel parametreler; oksijen ihtiyacı (KOİ), pH, SO<sub>4</sub>-2, çözülmüş oksijen (ÇO), NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>-3, kimyasal parametreleri alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Ortalama KOİ konsantrasyonu 116 mg/L olarak tespit edilmiş, IV. sınıf yüzeysel sular için saptanmış limit değerinin 1.66 katı olduğu anlaşılmıştır. Bunun dışında Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından içme suları bakımından açıklanmış limit değerinden (10 mg/L) daha yüksek değeri taşımaktadır. PO<sub>4</sub>-P ortalama 0.17 mg/L olup yüzeysel sularda ötrofikasyon için tespit edilmiş sınır değerinden (0.1 mg/L) daha fazladır. TÇK, Nitrat, sıcaklık, sülfat, fosfat ve Eİ yağışlı dönemde düşüğe geçerken; ÇO, pH, renk artışa geçmiştir. Nehir üzerinde şiddetli yağmur yağışı sonucunda bulanıklık ve katı madde AKM artışı görülmüştür. Tüm bunların dışında Horton Metodu doğrultusunda TÇK', pH, KOİ NO<sub>3</sub>, ve SO<sub>4</sub>-2, için su

kalitenin indeksinin hesaplaması yapılmıştır. İndeks oranı 394.47-795.83 değişiklik göstermiş olup endüstriyel kullanım, sulama suyu ve içme suyu için uygun fakat uygun su arıtma teknolojileriyle arıtım sağlandıktan sonra kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Sarı ve Karasah (2015), Hatila Vadisi Milli Parkı gibi doğal temalı alanların sürdürülebilirliğini ve benzersiz niteliklerinin katkısını sağlamak için objektif ve subjektif değerlendirmeleri bir arada incelemiştir. Her orman ekosisteminin görsel değerini farklı bitki türleri ile korumak için görsel değerlendirme yapılmıştır. İnceleme sırasında Hatila Vadisi Milli Parkı'nda 400-3000 metre yükseklikte uzanan orman yolu boyunca orman, nehir ve kayalık bitkilerin bulunduğu seyir noktalarına ait toplam 9 fotoğraf çekilmiştir. Görsel değerlendirme çerçevesi görsel kalite ve değerlendirmenin ilk aşamasında, 75 peyzaj mimarı ve Peyzaj Mimarlığı Lisans öğrencisi arasında 15 işaret çiftinin anlamsal fark tekniği kullanılarak sorgulandığı bir anket uygulanmıştır. İkinci aşamada görüntülerin fraktal boyutu hesaplanarak görsel kalite değerleri ile fraktal boyut değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Üçüncü aşamada görme kalitesini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla regresyon analizi uygulanmıştır. Sonuç olarak orman bitkilerinin ve kıyı bitkilerinin görsel kalite açısından en yüksek değeri aldığı ortaya çıkmıştır. Görüntülerin ortalama fraktal boyutunun yüksek olduğu ve görüntülerin görsel kalite parametreleri ile fraktal boyut verileri arasında yakın bir trendin bulunduğu görülmüştür.

Cüce ve Bakan (2017) bu çalışmayı Kızılırmak Deltası'nda yer alan ve Ramsar alanı olarak korunan Şirnik Gölü'nün sediment kalitesini ve trofik durumundaki değişiklikleri belirlemek amacıyla yapmıştır. Temel amaç, göldeki tortul tabakaların yüzey sularının trofik seviyesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve incelemektir. Bu çalışmada göldeki su ve sediment kalitesi belirlenerek, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak trofik düzeyin döngüsel değişimi değerlendirilmiştir. Su ve sediment kalite parametrelerinin mekansal analizini yaptık. Şirnik Gölü'nde üç sezon boyunca (2010-2011) yapılan arazi testlerinin sonuçları, çökeltilerin yüksek düzeyde fosfat ve yüksek düzeyde organik karbon içerdiğini göstermiştir. Sonuçlar, kirlenmiş gölün tortul tabakasının gölün trofik seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olacağını ve dolayısıyla ötrofikasyon önlemlerine olan ihtiyacın altını çizdiğini belirtmiştir. Çalışmanın

sonuçlarına göre ötrofikasyona karşı stratejik eylem planının uygulanmasının yanı sıra orta ve büyük ölçekli önlemlerin de hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Özay (2019) tarafından yapılan bu çalışmanın temel amacı Kapağa Nehri'nde NT-HES'in neden olduğu nehir suyu hacmi, bazı su kalite parametreleri ve miktarındaki değişikliklerin niteliğini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda Kabaca Deresi 10 noktasında aylık su akışı ve TCM ölçülürken, aylık olarak bazı su kalitesi parametreleri ölçülmüştür. Sonuçlara göre, belirlenen numune alma zamanları ve noktaları dışında derenin su kalitesinin genel olarak temiz olduğu görülmüştür. Bu sonucun yüzde 90 oranında NTHES kullanılmasından kaynaklandığı öngörülmektedir. Su hacmini düşüren ve derenin su hacmini önemli ölçüde azaltan derenin, regülatör öncesi 2,53 m<sup>3</sup>/s olan ortalama debisi, regülatör yardımcı olduktan sonra yaklaşık 0,93 m<sup>3</sup>/s'ye düşmüştür.

Tunca (2016), araştırmasında Beyşehir Gölü'ndeki üç istasyonda su ve sedimanlardaki metal konsantrasyonlarını belirlemeyi ve sedimanlardaki antropojenik kirliliği değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Kirlilik derecesi, zenginleşme faktörü ve jeoakümülyasyon indeksi gibi tortu kirliliğinin mevcut durumuna dair bilgi elde etmek için çeşitli jeokimyasal yöntemler kullanılmıştır. Tortu kirliliğinin organizmalar üzerindeki etkisi, potansiyel çevresel risk faktörü gibi yöntemler kullanılarak ele alınmıştır. İkinci istasyonun diğer istasyonlara göre daha fazla kirli ve zehirli çökelti içerdiğini bulmuşlardır. Arsenikten orta derecede, diğer metallerden ise kuvvetli etkilendiği gözlemlenmektedir. Bu durumun, PERI değerlendirmelerinin de gösterdiği gibi, çökeltilerde bulunan As'nin organizmalar üzerindeki potansiyel toksik etkilerinin ciddi olduğu belirtilmektedir.

Nadire ve ark. (2004), Sakarya havzasında ÇED tarafından işletilen 11 akış izleme istasyonundan alınan aylık ortalama akış verilerini kullanmıştır. Aylık akış verilerindeki doğrusal eğilimleri saptamak adına üç ayrı parametrik bulunmayan yöntemden faydalanılmıştır. Trendlerin doğrusal eğimi, Sen tarafından geliştirilen parametrik bulunmayan bir yöntem olan Sen'in trend eğimi yönteminden yararlanılarak belirlenmiştir. Trendlerin meydana geldiği yıl sayısı, parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyon testi kullanılarak saptanmıştır. Aynı zamanda Van Belle ve Hughes tarafından geliştirilen yöntemden faydalanılarak aylık trendlerin homojenliği doğrulanmıştır. Analiz sonucunda

incelenen 11 istasyonda toplam 132 ayın yüzde 64'ünde 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı eğilimler saptanmıştır. Trendin görüldüğü aylarda ise değişikliğin genel olarak aşağı yönlü olduğu ifade edilmiştir.

Coşkun'un (2012) araştırmasında Malatya ili sınırları içerisinde bulunan Beylerderesi Nehri'ndeki su kalitesi parametreleri arazi ve laboratuvar testleri ile analiz edilmiştir. Dinamik akış modeli için doğrusal bağlı katı karışık reaktör yaklaşımı kullanılmıştır. Beylerderesi akışı dinamik olarak modellenmiş ve optimizasyon yapılarak kinetik parametreler düzenlenmiştir. Model parametreleri, dinamik bir örnekleme periyodu boyunca her gözlem noktasında durum değişkenlerinin deneysel ve tahmin değerleri arasındaki farkların karelerinin toplamından oluşturulan amaç fonksiyonunun minimize edilmesiyle saptanmıştır. Optimizasyon aşamasında SQP yönteminden yararlanılmıştır. Model simülasyonu, 9 akış durumu değişkeni ve kirletici yükleme ölçülerek yapılmıştır. 20 km'lik bir nehir uzunluğu boyunca simülasyon sonuçları ve deneysel ölçümler karşılaştırılarak ortalama mutlak yüzde hata bulunmuştur. Sonuçlara dayanarak, model tahminlerinin deneysel değerlerle açıkça uyumlu olduğu gösterilmiştir. Akış hızının en önemli göstergesi olan biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve çözünmüş oksijen değişkenlerinin belirlenen mutlak hata değerleri sırası ile %1,39 ve %0,95 şeklinde gerçekleşmiştir.

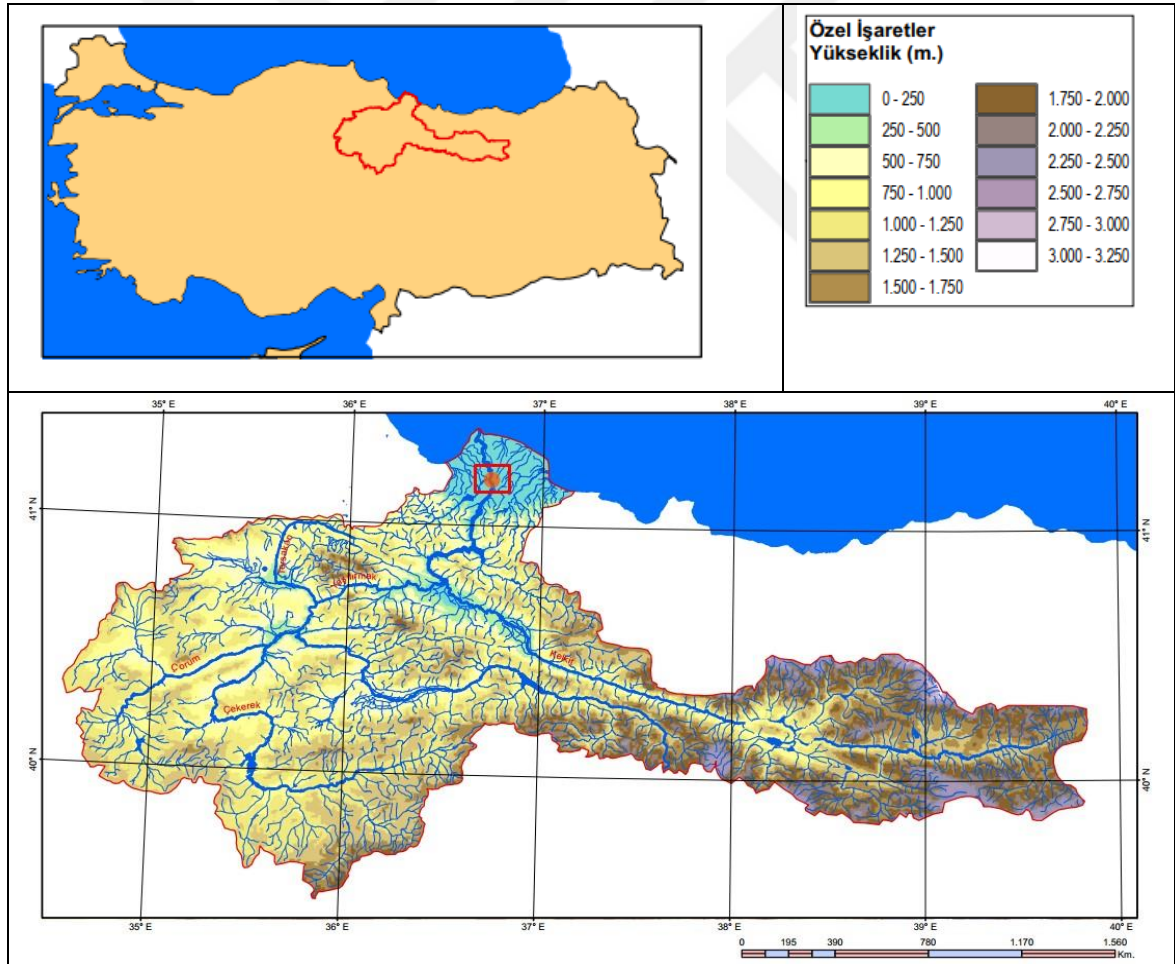
Yıldırım ve ark. (2020), Toros Dağları'nın Güzelyayla (Mersin) köyü yakınlarında başlayan ve Akdeniz'e doğru akan Deliçay'ın kaynağı ile ağzı arasında 11 farklı noktada nehir akışını tespit etmiştir. Bu kapsamda sahada fiziksel parametreler ölçülmüş ve akış yolu boyunca su numuneleri toplanmıştır. Toplanan su örneklerinin ana anyon/kasyon ve eser element içerikleri laboratuvarında spektrofotometri, iyon kromatografi, titrasyon ve ICP-MS yöntemleriyle incelenmiştir. Erişilen sonuçlar farklı grafiksel metotlardan yararlanılarak değerlendirilmiş ve tarımsal sulama amacına uygunluğu incelenmiştir. Sınıflandırmalara göre; Deliçay'dan toplanan su örneklerinin tamamının sulamaya uygun olduğu değerlendirilmiştir. Sonuç olarak nehir örneklerinde kirlilik göstergesi olabilecek parametrelerin nehir havzası ağzına doğru arttığı, bunun da tarımda ve evlerde kullanılan çeşitli kimyasalların kontrolsüz salınımindan kaynaklandığı saptanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma Yeşilırmak Havzasının en önemli Su kaynağı olan Yeşilırmak nehrinde yürütülecektir (Şekil 3.1). Çalışmada Samsun ili Çarşamba ilçesinde bulunan DSİ ye ait su kalitesi gözlem istasyonu veri kaynağı olarak kullanılacaktır.



Şekil 3.1. Yeşilırmak havzası nehri sayısal arazi haritası

### 3.1.2. Su Kalite Parametreleri

Çalışmada Samsun ili Çarşamba ilçesinde Yeşilirmak nehri üzerinde kurulu olan su kalitesi gözlem istasyonu verileri kullanılmıştır (İstasyon no: 14-07-00-027). Bunun için ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından yayınlanmış gözlem yıllıklarından veri temini yapılmıştır (EK-1). DSİ tarafından 1995-2015 arasındaki yıllarda analiz edilen su kalitesi parametreleri verileri resmi olarak talep edilerek temin edilmiştir. Çalışmamızda kullanılmak üzere Yeşilirmak nehri Çarşamba gözlem istasyonunda ölçülen, akım (m<sup>3</sup>/sn), pH, elektriksel iletkenlik (ms/cm), sodyum (mg/L), potasyum (mg/L), kalsiyum+magnezyum (meq/L), karbonat (meq/L), bikarbonat (meq/L), klorür (meq/L), bor (mg/L), sülfat (mg/L) ve Sodyum absorpsiyon oranı (SAR) parametreleri kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Trend Analizleri

Çalışmada EİE ve DSİ tarafından yapılan ölçümler sonucunda elde edilen verilerin trend analizleri Mann-Kendall yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Beyazıt, 1996).

**Mann-Kendall Yöntemi:** Bu yöntem, Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilmiş, sıralı parametrik olmayan bir testtir ve doğrusal veya doğrusal olmayan eğilimleri tespit etmede kullanılmaktadır (Hisdal ve ark., 2001; Wu ve ark., 2008). Bu testte, boş ( $H_0$ ) ve alternatif hipotezler ( $H_1$ ), sırasıyla gözlem verilerinin zaman serilerinde bir trendin olmamasına ve varlığına eşittir. Test için kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} j \sum_{j=i+1}^n (X_j - X_i)$$

$$\text{sgn}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & \text{if } (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{if } (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{if } (X_j - X_i) < 0 \end{cases}$$

$$VAR(S) = \frac{1}{18} (n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p (t_p - 1)(2t_p + 5))$$

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

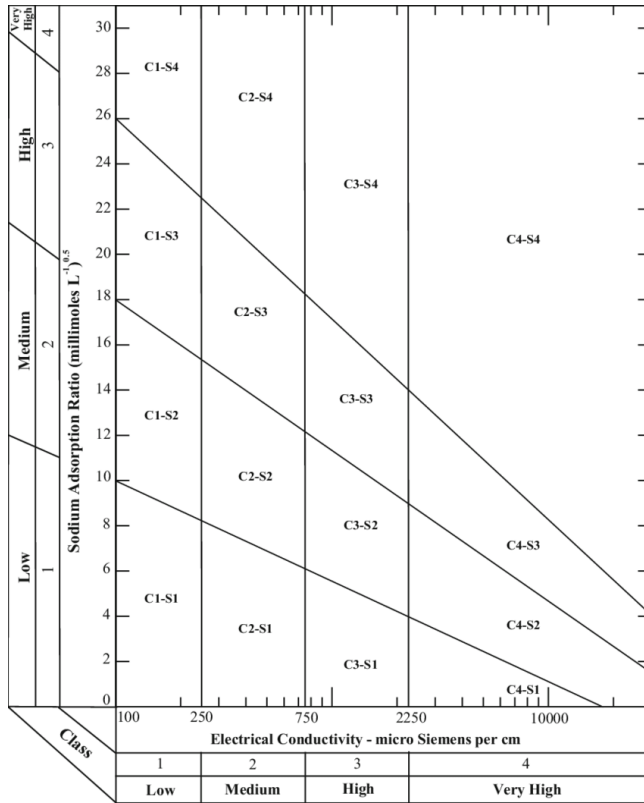
Burada; S man-kendall testi,  $Z_{MK}$  standardize edilmiş man-kendall testini,  $X_i$  ve  $X_j$ ,  $i$  ve  $j$  yıllarında zaman serilerinin sıralı veri değerleridir,  $n$ , zaman serisinin uzunluğudur,  $t_p$ ,  $p$ th değeri için bağ sayısıdır ve  $q$  ise bağlı değerlerin sayısıdır.  $Z_{MK}$  'nin pozitif değerleri artan trendleri gösterirken, negatif  $Z_{MK}$  değerleri zaman serilerinde azalan trendleri göstermektedir. Analizler sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir trendin belirlenmesi için  $Z$  değeri kullanılmış ve  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde  $|Z_{MK}| < \alpha / 2$  olması durumunda anlamlı bir trend olmadığı,  $|Z_{MK}| \geq \alpha / 2$  olması durumunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir trend olduğu ve  $S$  değerinin işaretine göre de trendin artan ya da azalan yönde olduğu sonucuna varılır. Bu çalışmamızda %95 güven aralığında  $Z_{MK}-\alpha/2$  değeri normal dağılım tablolarına göre  $\pm 1,96$  olarak alınmıştır. Analiz sonucunda her bir su kalitesi parametresi trend Tablo 1'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Tablo 3.1. İstatistiksel önem derecesine göre trendlerin sınıflandırılması

$Z_{MK}$	Açıklama
$Z_{MK} < -1,96$	Önemli Negatif Trend
$0 < Z_{MK} < -1,96$	Önemsiz Negatif Trend
$Z_{MK} = 0$	Trend Yok
$0 < Z_{MK} < 1,96$	Önemsiz Pozitif Trend
$Z_{MK} > 1,96$	Önemli Pozitif Trend

### 3.2.2. Sulama Suyu Kalitesinin Belirlenmesi

Su kalitesi parametreleri, sulama açısından A.B.D tuzluluk laboratuvarı diyagramına (Anonymous 1954) göre sınıflandırılmıştır (Şekil 3.2.) Bunun için aylık otlamalar veri kaynağı olarak kullanılmış ve her aya ait sınıflandırmalar belirlenmiştir.



Şekil 3.2. A.B.D tuzluluk laboratuvarı diyagramı

Bu yöntem, tuzluluk zararı (Elektriksel iletkenlik değeri EC, 25 oC de  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ve sodyumluluk zararı (Sodyum Adsorpsiyon Oranı, SAR) olmak üzere iki kriter açısından değerlendirilmektedir. Her iki kriterde dört sınıf altında toplanmış, tuzluluk zararı (C1 – C4) arasında, sodyumluluk zararı da (S1 – S4) arasında belirtilmiştir (Öztürk 2004).

- Düşük tuzlu sular (C1); elektriksel iletkenlik değeri 0 – 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır, her bitki ve her toprak için uygun olup; tuzluluk sorunu yaratmadan emniyetle kullanılmaktadır.
- Orta tuzlu sular (C2); elektriksel iletkenlik değeri 250 – 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasındadır, tuza orta derecede duyarlı bitkilerde sorun yapmadan kullanılmaktadır
- Yüksek tuzlu sular (C3); elektriksel iletkenlik değeri 750 – 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında, fazla miktarda tuz içeren sulardır. Sürekli kullanımları halinde tuzluluk problemi oluşmaması için sürekli yıkama ve özel toprak işleme uygulamasını gerektirmektedir.

- Çok yüksek tuzlu sular (C4); elektriksel iletkenlik değeri 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den daha yüksek sulardır. Normal koşullarda bu sular sulamaya uygun değillerdir. Bu sular ancak çok özel koşullarda kullanılmaktadır.
- Düşük sodyumlu sular (S1); her toprak ve bitki için uygun olup, topraklarda sodyum zararı yaratmadan sulamada kullanılmaktadır.
- Orta sodyumlu sular (S2); kaba bünyeli ve yüksek geçirgenlikteki organik topraklarda sorun yaratmadan kullanılmaktadır.
- Yüksek sodyumlu sular (S3); geçirgenliği yüksek ve toprak tuzluluğu düşük kumlu topraklarda kullanılabilirler. Uygun drenaj, fazla yıkama ve organik madde ilavesi gibi bazı özel toprak işleme programları uygulanmadıkça bu suyun kullanılması sakıncalı olmaktadır.
- Çok yüksek sodyumlu sular (S4); bu sular sulama için uygun değildir. Yalnızca yıkama ile birlikte kimyasal ıslah maddeleri ile birlikte sulamada uygulanmaktadır (Öztürk, 2004).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Su Örneklerinin Genel Özellikleri

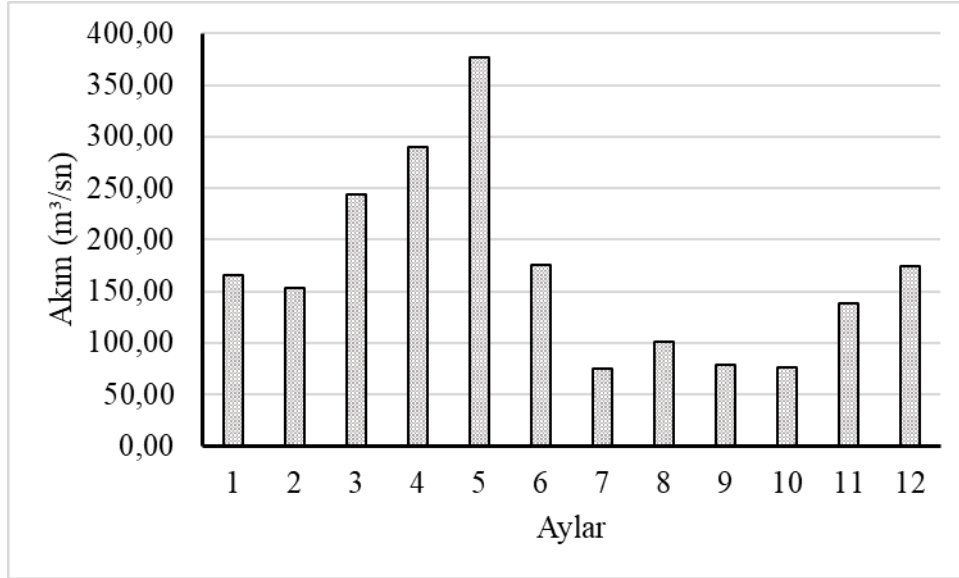
Çalışmamamızda Yeşilirmak nehrinin Samsun ili Çarşamba ilçesinde bulunan DSİ'ye ait gözlem istasyonundan alınan su numunelerinde yapılan analizlerin sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

#### 4.1.1. Akım Ölçümleri

Örneklemenin yapıldığı gözlem istasyonunda 1995-2015 yılları arasında yapılan akım ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.1'de verilmiştir. Akım ölçüm ortalamalarına ait grafiksel dağılım Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek akımın 1176,17 m<sup>3</sup>/sn ile Mayıs ayında gerçekleştiği görülmektedir. En düşük akım ölçümünün 2,01 m<sup>3</sup>/sn ile Haziran ayında meydana geldiği belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Akım ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	165,38	153,43	243,76	289,57	376,40	175,96	74,51	101,66	78,79	76,59	138,58	174,68
<b>Max</b>	244,51	208,35	576,02	572,51	1176,17	550,92	313,58	267,76	187,49	196,11	461,11	494,31
<b>Min</b>	78,95	78,64	94,64	169,39	3,25	2,01	4,58	2,68	6,43	2,38	7,65	12,40
<b>SD</b>	49,24	44,23	111,66	132,00	289,89	139,63	87,00	85,10	53,40	61,64	97,22	96,48



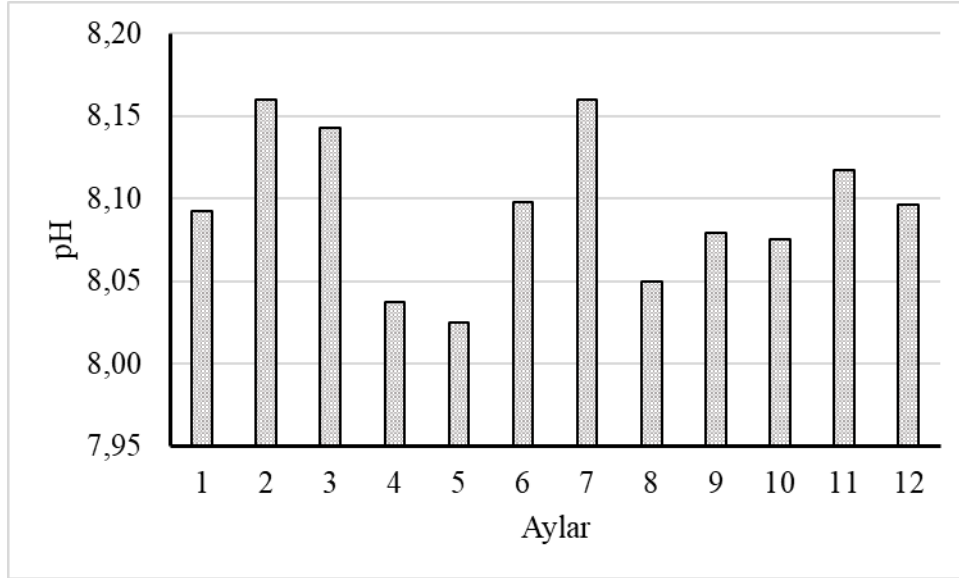
Şekil 4.1. Akım ölçümlerine ait aylık dağılımlar

#### 4.1.2. Su Örneklerinin pH değerleri

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda 1995-2015 yılları arasında yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin pH değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.2’de verilmiştir. Su örneklerinin pH ortalamalarına ait grafiksel dağılım Şekil 4.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek pH 8,94 ile kasım ayında gerçekleştiği görülmektedir. En düşük pH değerinin ise 7,10 ile yine kasım ayında meydana geldiği belirlenmiştir.

Tablo 4.2. pH değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	8,09	8,16	8,14	8,04	8,02	8,10	8,16	8,05	8,08	8,08	8,12	8,10
<b>Max</b>	8,49	8,60	8,40	8,54	8,82	8,74	8,64	8,70	8,50	8,51	8,94	8,90
<b>Min</b>	7,40	7,60	7,70	7,30	7,20	7,20	7,60	7,20	7,40	7,60	7,10	7,20
<b>SD</b>	0,28	0,25	0,19	0,37	0,40	0,37	0,24	0,34	0,29	0,31	0,40	0,36



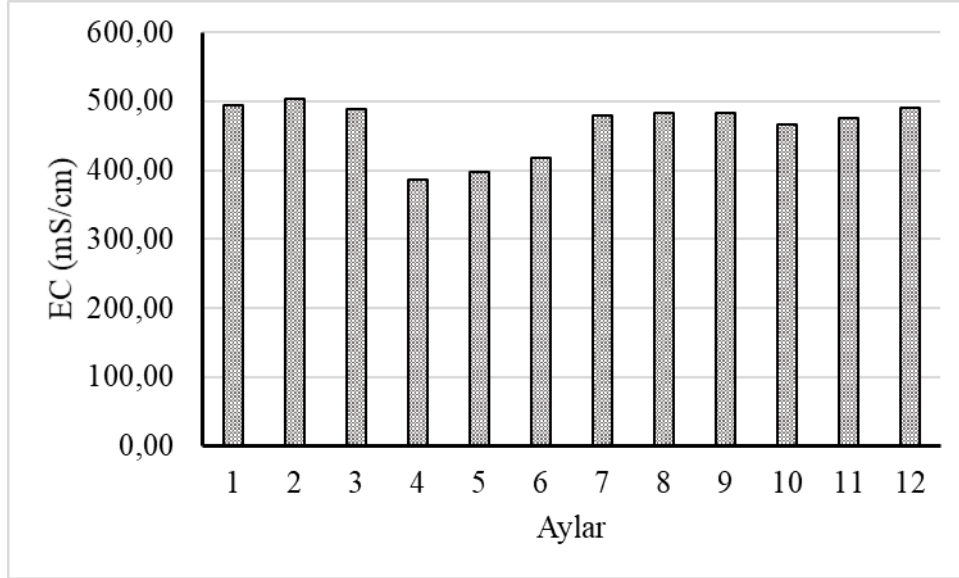
Şekil 4.2. Su örneklerinin pH değerlerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.3. Su Örneklerinin EC değerleri

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelerde su numunelerinin EC (Elektriksel İletkenlik) değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.3'te verilmiştir. Su örneklerinin EC ortalamalarına ait grafiksel dağılım Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek EC değeri Temmuz ayında 1067,00 mS/cm olarak gerçekleşmiştir. En düşük EC değeri ise Ekim ayında 65,00 mS/cm olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.3. EC değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	493,70	503,90	488,75	386,35	398,25	418,40	479,35	482,25	483,65	467,30	476,50	490,80
<b>Max</b>	650,00	741,00	894,00	500,00	639,00	529,00	1067,00	800,00	911,00	908,00	700,00	650,00
<b>Min</b>	253,00	421,00	125,00	138,00	125,00	286,00	372,00	388,00	272,00	65,00	350,00	294,00
<b>SD</b>	91,22	73,61	130,43	92,61	104,72	53,46	150,03	105,91	132,88	182,09	75,30	88,03



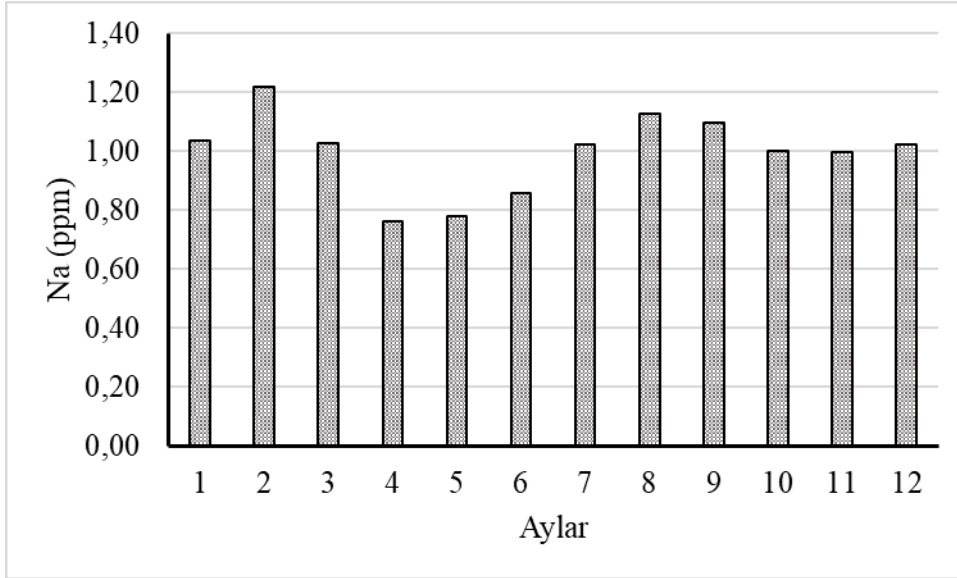
Şekil 4.3. Su örneklerinin EC değerlerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.4. Su Örneklerinin Sodyum (Na) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin Na (Sodyum) içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.4'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama Na içeriği Şubat ayında 1,22 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama Na içeriği ise Mayıs ayında 0,78 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Su örneklerinin Na içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	1,04	1,22	1,03	0,76	0,78	0,86	1,02	1,13	1,10	1,00	1,00	1,02
<b>Max</b>	1,53	3,80	2,58	1,07	1,76	1,09	1,82	1,95	2,72	1,86	1,39	1,30
<b>Min</b>	0,34	0,38	0,15	0,15	0,00	0,30	0,50	0,46	0,23	0,07	0,39	0,38
<b>SD</b>	0,22	0,72	0,44	0,26	0,36	0,19	0,29	0,38	0,51	0,42	0,21	0,19



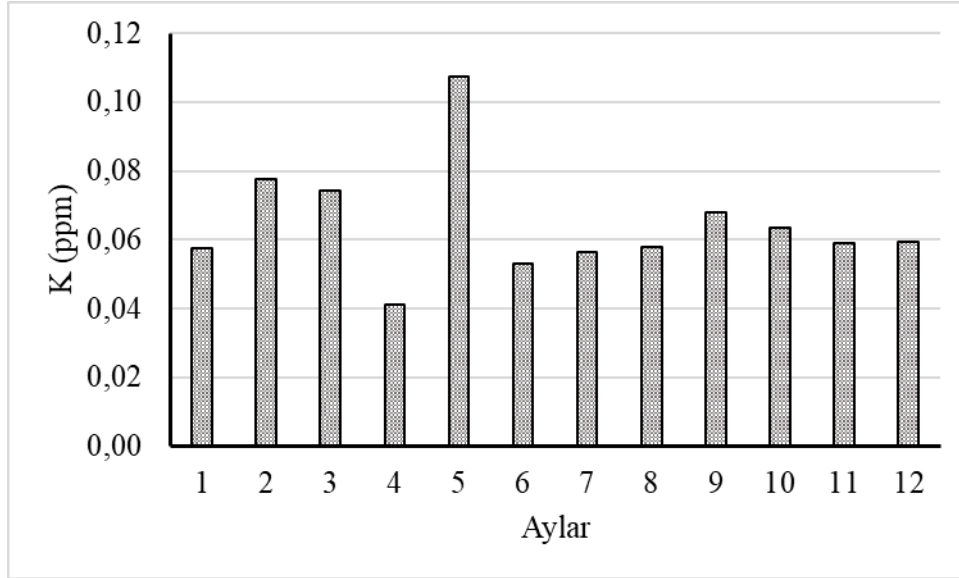
Şekil 4.4. Su örneklerinin Na içeriklerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.5. Su Örneklerinin Potasyum (K) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin potasyum (K) içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.5'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama potasyum içeriği Mayıs ayında 0,11 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama potasyum içeriği ise Nisan ayında 0,04 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Su örneklerinin potasyum içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	0,06	0,08	0,07	0,04	0,11	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
<b>Max</b>	0,12	0,39	0,45	0,07	1,02	0,12	0,16	0,14	0,31	0,17	0,08	0,13
<b>Min</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SD</b>	0,03	0,08	0,09	0,02	0,22	0,03	0,04	0,03	0,07	0,04	0,02	0,03



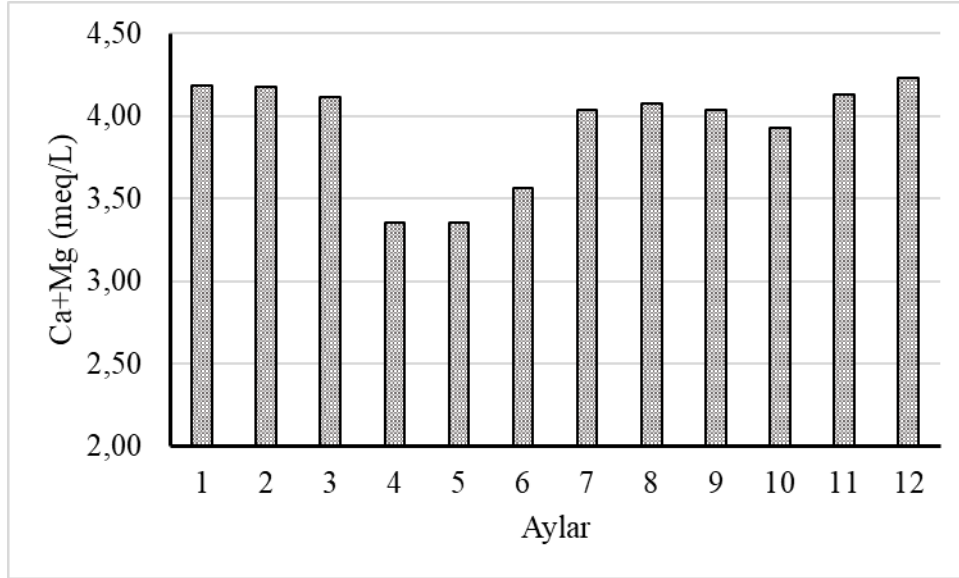
Şekil 4.5. Su örneklerinin potasyum içeriklerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.6. Su Örneklerinin Kalsiyum + Magnezyum (Ca+Mg) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin Ca+Mg (Kalsiyum ve Magnezyum) içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama Ca+Mg içeriği Aralık ayında 4,23 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama Ca+Mg içeriği ise Nisan ve Mayıs aylarında 3,35 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Su örneklerinin Ca+ Mg içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	4,19	4,18	4,12	3,35	3,35	3,56	4,04	4,07	4,04	3,93	4,13	4,23
<b>Max</b>	5,24	5,20	6,70	4,30	4,50	4,70	9,90	6,60	7,10	9,10	6,04	5,80
<b>Min</b>	2,32	2,00	1,20	1,20	1,30	1,98	3,10	3,10	2,60	0,60	2,72	2,50
<b>SD</b>	0,71	0,67	0,96	0,79	0,76	0,55	1,43	0,87	0,93	1,69	0,69	0,77



Şekil 4.6. Su örneklerinin Ca+Mg içeriklerine ait aylık ortalamalar

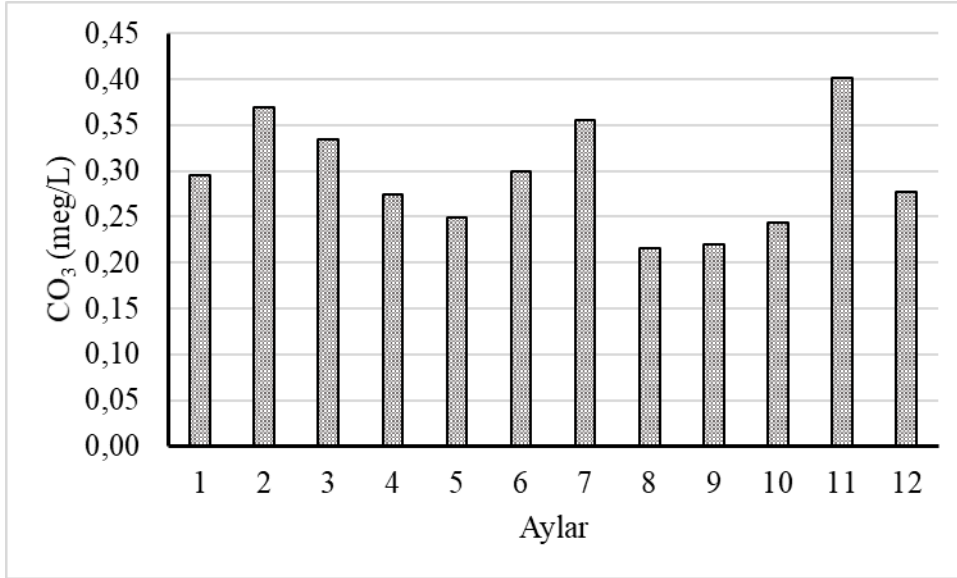
#### 4.1.7. Su Örneklerinin Karbonat (CO<sub>3</sub>) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin karbonat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.7'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama karbonat içeriği Kasım ayında 0,40 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama karbonat içeriği ise Ağustos ve Eylül aylarında 0,22 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.7. Su örneklerinin karbonat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	0,30	0,37	0,34	0,27	0,25	0,30	0,36	0,22	0,22	0,24	0,40	0,28
<b>Max</b>	0,92	1,10	1,00	0,80	0,52	0,60	1,42	0,70	0,60	0,90	0,90	0,72
<b>Min</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SD</b>	0,28	0,31	0,28	0,26	0,21	0,22	0,33	0,23	0,22	0,29	0,26	0,20



Şekil 4.7. Su örneklerinin karbonat içeriklerine ait aylık ortalamalar

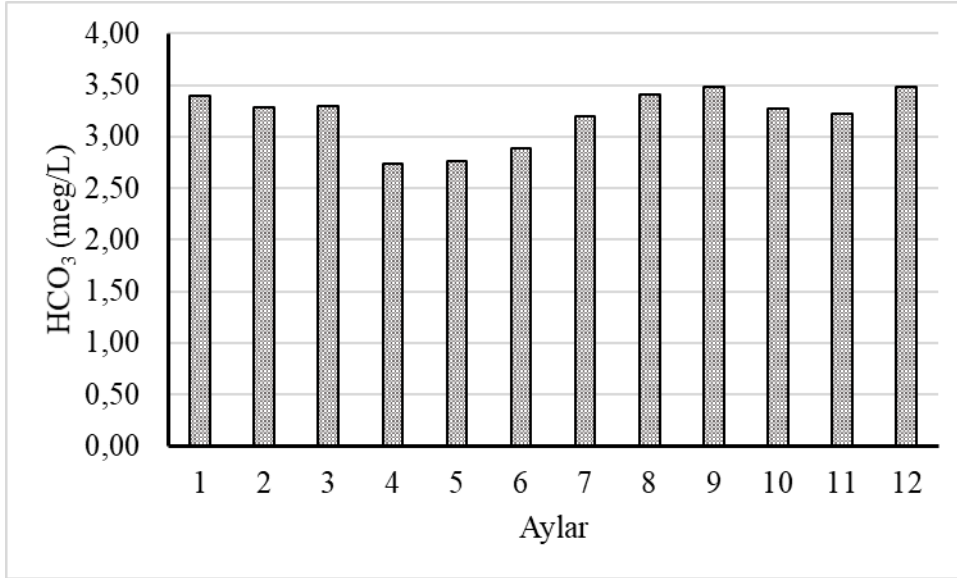
#### 4.1.8. Su Örneklerinin Bikarbonat (HCO<sub>3</sub>) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin bikarbonat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.8'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama bikarbonat içeriği Ocak ve Aralık aylarında 3,48 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama bikarbonat içeriği ise Nisan ayında 2,73 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Su örneklerinin bikarbonat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	3,40	3,29	3,29	2,73	2,76	2,89	3,20	3,41	3,48	3,27	3,22	3,48
<b>Max</b>	4,70	5,15	4,85	3,76	4,80	4,23	7,08	6,15	7,80	8,67	3,95	5,10
<b>Min</b>	1,88	2,30	0,67	0,95	0,88	1,24	2,20	2,40	1,95	0,45	1,73	1,70
<b>SD</b>	0,67	0,66	0,78	0,71	0,84	0,52	1,03	0,84	1,24	1,64	0,55	0,72



Şekil 4.8. Su örneklerinin bikarbonat içeriklerine ait aylık ortalamalar

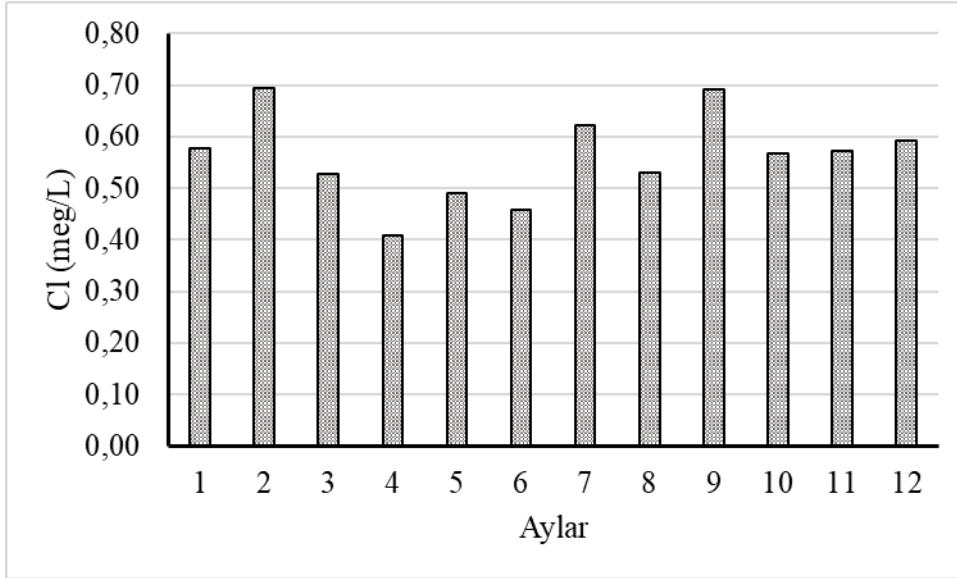
#### 4.1.9. Su Örneklerinin Klor (Cl) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin klor içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.9'da verilmiştir.

Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama klor içeriği Şubat ve Eylül aylarında 0,69 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama klor içeriği ise Nisan ayında 0,41 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.9. Su örneklerinin klor içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	0,58	0,69	0,53	0,41	0,49	0,46	0,62	0,53	0,69	0,57	0,57	0,59
<b>Max</b>	2,00	2,00	1,74	1,00	1,36	1,25	1,86	1,44	2,61	2,60	2,00	2,50
<b>Min</b>	0,23	0,34	0,26	0,18	0,20	0,24	0,28	0,28	0,21	0,06	0,26	0,26
<b>SD</b>	0,39	0,47	0,32	0,19	0,30	0,27	0,45	0,33	0,60	0,56	0,40	0,50



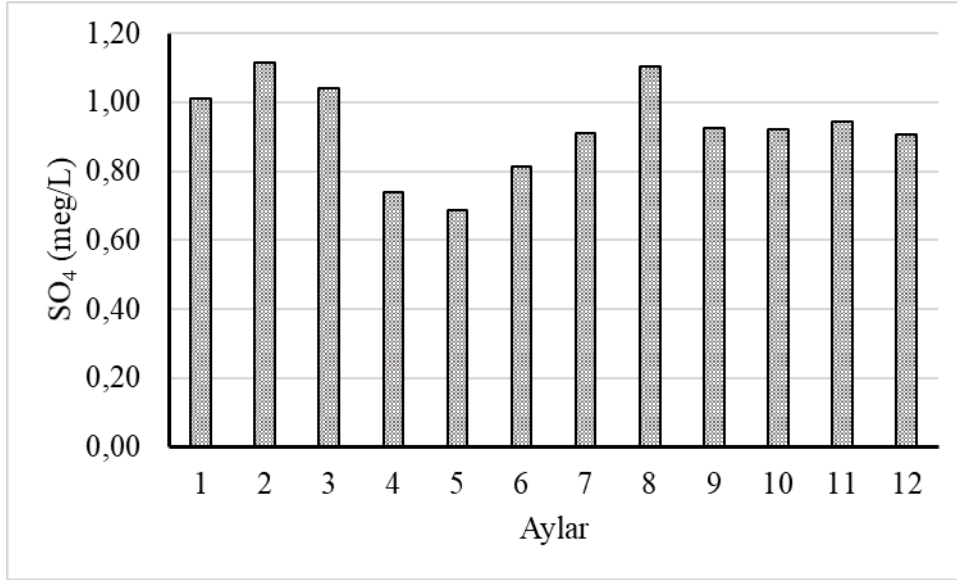
Şekil 4.9. Su örneklerinin klor içeriklerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.10. Su Örneklerinin Sülfat (SO<sub>4</sub>) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda 1995-2015 yılları arasında yapılan örnekleme su numunelerinin sülfat içeriklerine dair tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.10'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama sülfat değeri Şubat ayında 1,12 mg/L olarak tespit edilmiş, en düşük ortalama sülfat değeri ise Mayıs ayında 0,69 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.10. Su örneklerinin sülfat içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	1,01	1,12	1,04	0,74	0,69	0,81	0,91	1,11	0,93	0,92	0,94	0,91
<b>Max</b>	1,54	2,27	2,74	1,31	2,07	1,28	1,52	1,71	1,38	2,00	1,52	1,52
<b>Min</b>	0,26	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,40	0,04	0,12	0,18
<b>SD</b>	0,26	0,38	0,53	0,41	0,44	0,25	0,33	0,37	0,24	0,48	0,37	0,33



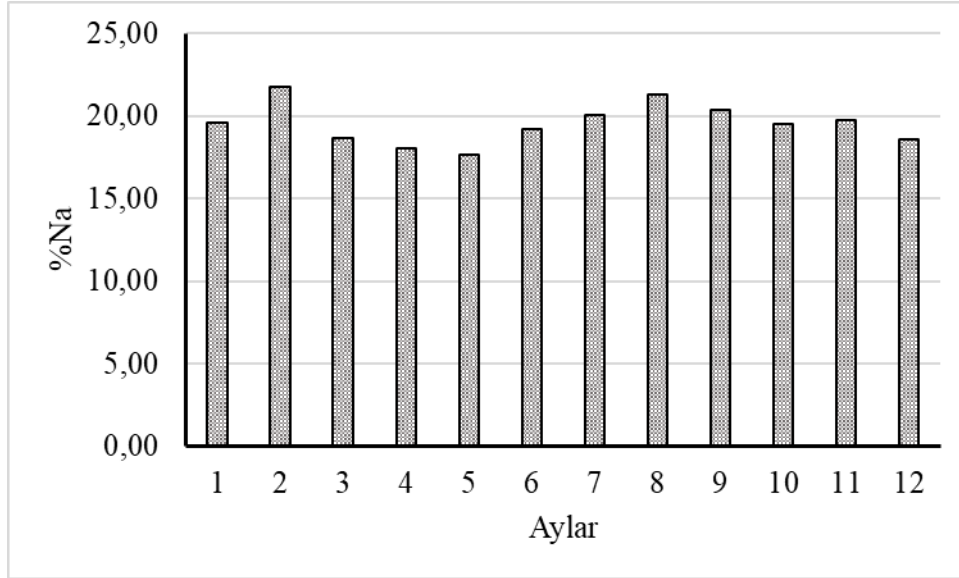
Şekil 4.10. Su örneklerinin sülfat içeriklerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.11. Su Örneklerinin yüzde sodyum (%Na) içeriği

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin %Na içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.11'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama % Na içeriği Şubat ayında % 21,78 olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama %Na içeriği ise Mayıs ayında % 17,68 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.11. Su örneklerinin yüzde sodyum içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	19,55	21,78	18,64	18,05	17,68	19,22	20,07	21,27	20,36	19,47	19,74	18,59
<b>Max</b>	26,02	65,52	26,52	23,98	27,46	31,44	25,80	37,38	30,73	26,78	28,17	29,20
<b>Min</b>	12,59	8,88	10,95	8,93	0,00	6,67	11,11	9,77	8,04	10,14	9,77	8,88
<b>SD</b>	3,09	11,12	3,54	4,27	6,72	4,44	3,45	5,27	5,15	4,42	4,08	4,35



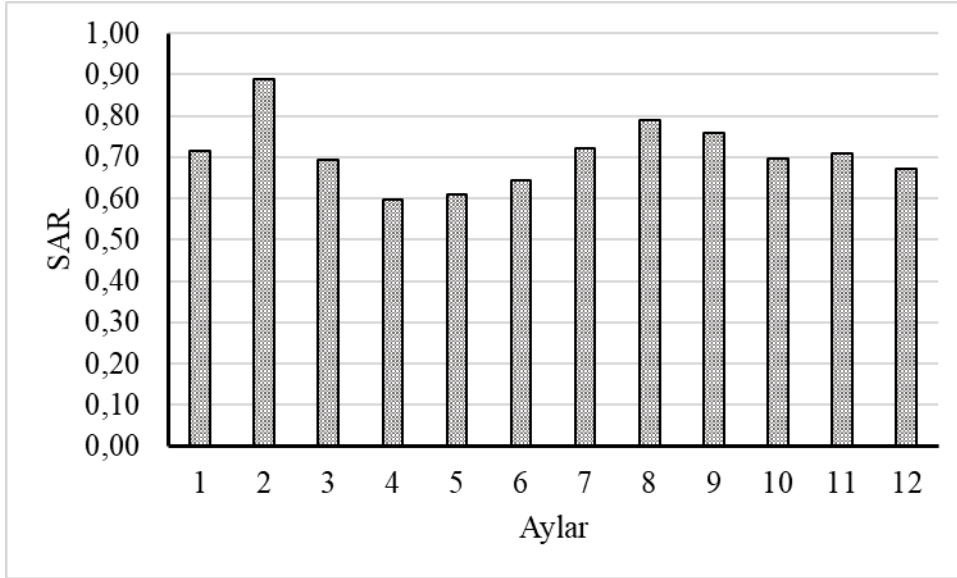
Şekil 4.11. Su örneklerinin yüzde sodyum içeriklerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.12. Su Örneklerinin yüzde sodyum absorpsiyon oranları (SAR)

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelemlerde su numunelerinin SAR (Sodyum Adsorpsiyon Oranı) değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.12'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama SAR değeri Şubat ayında 0,89 olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama SAR değeri ise Nisan ayında 0,60 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.12. Su örneklerinin SAR değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	0,71	0,89	0,69	0,60	0,61	0,64	0,72	0,79	0,76	0,70	0,71	0,67
<b>Max</b>	1,01	3,80	1,41	0,83	1,19	0,94	1,02	1,51	1,44	1,15	0,96	0,95
<b>Min</b>	0,32	0,27	0,19	0,17	0,00	0,21	0,35	0,32	0,20	0,13	0,29	0,27
<b>SD</b>	0,14	0,72	0,23	0,17	0,25	0,15	0,15	0,25	0,28	0,24	0,15	0,16



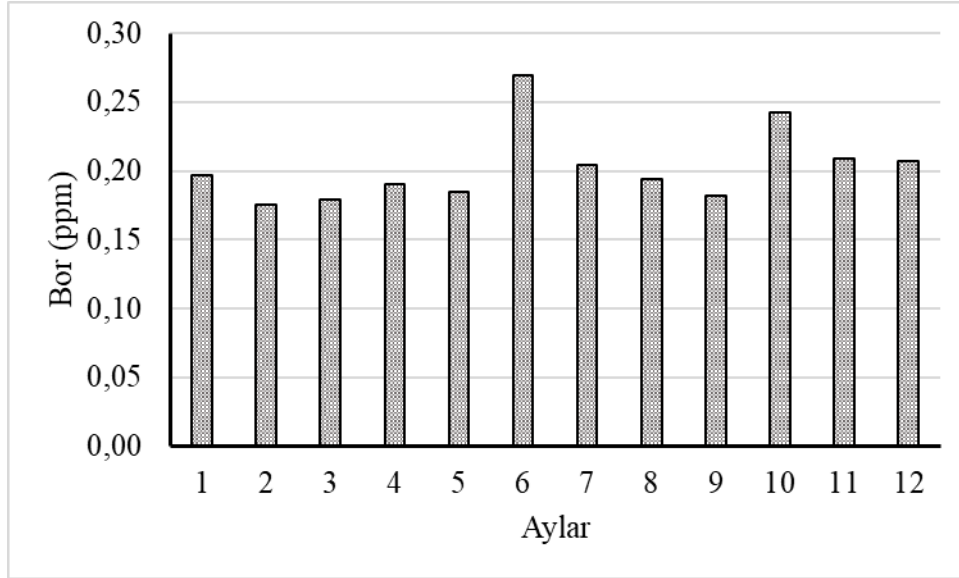
Şekil 4.12. Su örneklerinin SAR değerlerine ait aylık ortalamalar

#### 4.1.13. Su Örneklerinin yüzde Bor (B) içerikleri

Çarşamba ilçesindeki gözlem istasyonunda yapılan örneklemelerde su numunelerinin bor içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 4.13'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama bor içeriği haziran ayında 0,27 mg/L olarak gerçekleşmiştir. En düşük ortalama bor içeriği ise Şubat, Mart ve Ağustos ayında 0,18 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.13. Su örneklerinin Bor içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

İstatistikler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ortalama</b>	0,20	0,18	0,18	0,19	0,19	0,27	0,20	0,19	0,18	0,24	0,21	0,21
<b>Max</b>	0,60	0,50	0,45	0,65	0,50	0,90	0,90	0,60	0,60	0,70	0,90	0,55
<b>Min</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SD</b>	0,20	0,16	0,15	0,17	0,17	0,24	0,24	0,17	0,13	0,20	0,22	0,17



Şekil 4.13. Su örneklerinin Bor içeriklerine ait aylık ortalamalar

#### 4.2. Su Kalite Parametrelerinin Trend Analizi

Çalışmamızda su kalite parametrelerinin 1996-2015 yılları arasındaki aylık ortalama değerleri kullanılarak trend analizleri Mann-Kendall yöntemine göre belirlenmiştir (Tablo 4.14 Şekil 4.14). Elde edilen sonuçlara göre Yeşilırmak nehrinin debisi Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında pozitif bir trend göstermiştir. Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında ise negatif bir trendin meydana geldiği görülmüştür. Yapılan analizlerde nehir debisinin sadece Ocak ayında istatistiksel olarak pozitif önemli bir trend gösterdiği belirlenmiştir. Yeşilırmak nehrinin pH değeri değerlendirmeye alınan bütün aylar süresinde pozitif trend göstermiştir. Ancak sadece Şubat ayında pH değerinin istatistiksel olarak pozitif önemli bir trend gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Yeşilırmak nehrinin EC (Elektriksel İletkenlik) değeri Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında negatif bir trend göstermiştir. Mart ve Temmuz aylarında ise pozitif bir trendin meydana geldiği görülmüştür. Yapılan analizlerde, EC değerinin sadece Ocak ayında istatistiksel olarak negatif önemli bir trend gösterdiği belirlenmiştir.

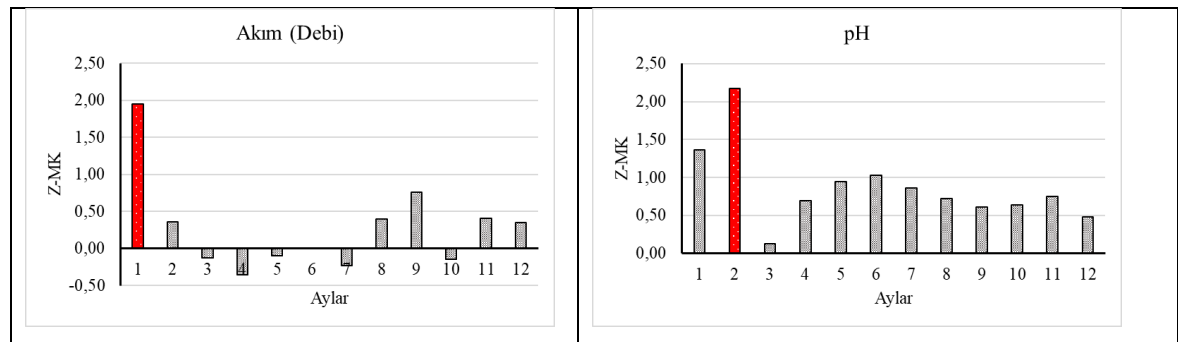
Elde edilen sonuçlara göre Yeşilırmak nehrinin sodyum (Na) değeri Ocak ve Şubat aylarında negatif bir trend göstermiştir. Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise pozitif bir trendin meydana geldiği

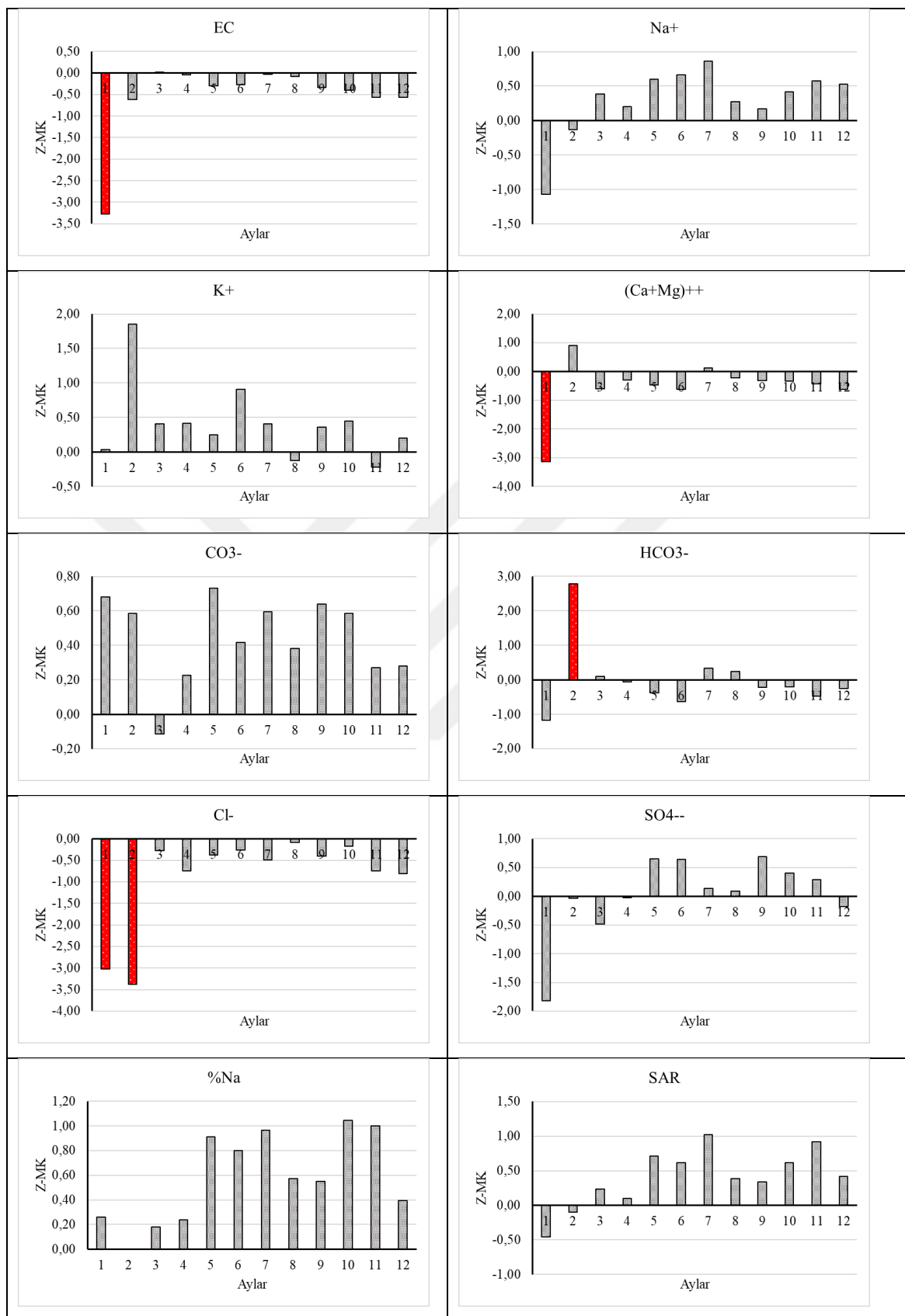
görülmüştür. Yapılan analizlerde, Na değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir. K değerleri Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim, ve Aralık aylarında pozitif bir trend göstermiştir. Ağustos ve Kasım aylarında ise negatif bir trend meydana gelmiştir. Yapılan analizlerde, K değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir. Ca+Mg değerleri Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında negatif bir trend göstermiştir. Şubat ve Temmuz aylarında ise pozitif bir trend meydana gelmiştir. Ca+Mg değerlerinin sadece Ocak ayında istatistiksel olarak negatif önemli bir trend gösterdiği belirlenmiştir.

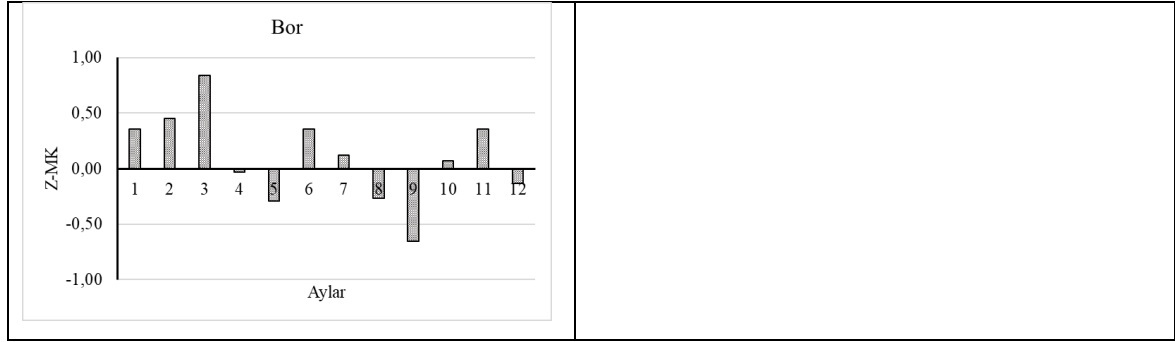
Tablo 4.14. Su kalite parametrelerinin Mann-Kendall (ZMK) trend analiz sonuçları

Su kalite parametreleri	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (m <sup>3</sup> .sn <sup>-1</sup> )	1,95 ↑*	0,36	-0,12 ↓	-0,36 ↓	-0,10 ↓	0,00	-0,24 ↓	0,39 ↑	0,76 ↑	-0,15 ↓	0,40 ↑	0,35 ↑
pH	1,36 ↑	2,17 ↑*	0,12 ↑	0,70 ↑	0,94 ↑	1,03 ↑	0,86	0,72 ↑	0,61 ↑	0,64 ↑	0,75 ↑	0,48 ↑
EC (µS.cm <sup>-1</sup> )	-3,28 ↓*	-0,62 ↓	0,02 ↑	-0,04 ↓	-0,30 ↓	-0,28 ↓	-0,03 ↓	-0,08 ↓	-0,34 ↓	-0,40 ↓	-0,56 ↓	-0,57 ↓
Na (mg.L <sup>-1</sup> )	-1,07 ↓	-0,13 ↓	0,38 ↑	0,20 ↑	0,60 ↑	0,66 ↑	0,86	0,27 ↑	0,17 ↑	0,42 ↑	0,57 ↑	0,53 ↑
K (mg.L <sup>-1</sup> )	0,03 ↑	1,85 ↑	0,40 ↑	0,42 ↑	0,25 ↑	0,91 ↑	0,40 ↑	-0,12 ↓	0,36 ↑	0,45 ↑	-0,22 ↓	0,20 ↑
Ca+Mg (meq.L <sup>-1</sup> )	-3,15 ↓*	0,91 ↑	-0,61 ↓	-0,29 ↓	-0,46 ↓	-0,62 ↓	0,11 ↑	-0,22 ↓	-0,31 ↓	-0,34 ↓	-0,44 ↓	-0,62 ↓
CO <sub>3</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	0,68 ↑	0,58 ↑	-0,11 ↓	0,22 ↑	0,73 ↑	0,42 ↑	0,60 ↑	0,38 ↑	0,64 ↑	0,58 ↑	0,27 ↑	0,28 ↑
HCO <sub>3</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	-1,17 ↓	2,79 ↑*	0,09 ↑	-0,07 ↓	-0,38 ↓	-0,63 ↓	0,34 ↑	0,25 ↑	-0,21 ↓	-0,20 ↓	-0,47 ↓	-0,25 ↓
Cl (meq.L <sup>-1</sup> )	-3,02 ↓*	-3,37 ↓*	-0,28 ↓	-0,74 ↓	-0,38 ↓	-0,27 ↓	-0,49 ↓	-0,09 ↓	-0,40 ↓	-0,17 ↓	-0,74 ↓	-0,81 ↓
SO <sub>4</sub> --	-1,82 ↓	-0,03 ↓	-0,48 ↓	-0,02 ↓	0,65 ↑	0,64 ↑	0,13 ↑	0,09 ↑	0,69 ↑	0,40 ↑	0,29 ↑	-0,18 ↓
%Na	0,26 ↑	0,00	0,18 ↑	0,24 ↑	0,91 ↑	0,80 ↑	0,97 ↑	0,57 ↑	0,55 ↑	1,04 ↑	1,00 ↑	0,39 ↑
SAR	-0,45 ↓	-0,10 ↓	0,24 ↑	0,10 ↑	0,71 ↑	0,62 ↑	1,02 ↑	0,38 ↑	0,34 ↑	0,62 ↑	0,92 ↑	0,42 ↑
Bor (mg.L <sup>-1</sup> )	0,36 ↑	0,45 ↑	0,84 ↑	-0,03 ↓	-0,29 ↓	0,36 ↑	0,12 ↑	-0,27 ↓	-0,65 ↓	0,07 ↑	0,36 ↑	-0,13 ↓

↑ : Artan yönde trend, ↓ Azalan yönde trend, \* : %5 düzeyinde önemli







Şekil 4.14. Su kalite parametrelerinin trend analiz sonuçlarına ait grafiksel dağılım

Su örneklerinin  $CO_3$  değerleri Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında pozitif bir trend göstermiştir. Mart ayında ise negatif bir trend meydana gelmiştir. Yapılan analizlerde,  $CO_3$  değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir.  $HCO_3$  değerleri Ocak, Nisan, Mayıs, Haziran, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında negatif bir trend göstermiştir. Şubat, Mart, Temmuz ve Ağustos aylarında ise pozitif bir trend meydana gelmiştir.  $HCO_3$  değerlerinin sadece Şubat ayında istatistiksel olarak pozitif önemli bir trend gösterdiği belirlenmiştir.

Su örneklerinin Cl değerleri Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında negatif bir trend göstermiştir. Yapılan analizlerde, Cl değerlerinin Ocak ve Şubat aylarında istatistiksel olarak negatif önemli bir trend gösterdiği belirlenmiştir. Su örneklerinin  $SO_4$  değerleri Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Temmuz ve Aralık aylarında negatif bir trend göstermiştir. Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında ise pozitif bir trend meydana gelmiştir. Yapılan analizlerde,  $SO_4$  değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir. Su örneklerinin %Na değerleri Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında pozitif bir trend göstermiştir. Şubat ayında ise hiçbir trend gözlenmemiştir. Yapılan analizlerde, %Na değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir.

SAR değerleri Ocak, Şubat aylarında negatif bir trend göstermiştir. Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise pozitif bir trend meydana gelmiştir. Yapılan analizlerde, SAR değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak

önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir. Su örneklerinin Bor değerleri Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Temmuz, Kasım aylarında pozitif bir trend göstermiştir. Nisan, Mayıs, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında ise negatif bir trend meydana gelmiştir. Yapılan analizlerde, Bor değerlerinin hiçbir ayda istatistiksel olarak önemli bir trend göstermediği belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen veriler pazı parametreler arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Tablo 4.15). Yapılan analizler sonucunda Yeşilırmak nehrinde debi (Q) ile EC, Na, Ca+Mg, HCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> arasında % 5 düzeyinde anlamlı negatif bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Debi miktarının artmasıyla su içerisindeki çözülmüş iyon konsantrasyonlarının azalması bu ilişkinin oluşmasına neden olmuştur. Bu durum Demir ve ark (2016) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermiştir. Diğer yandan suyun pH içeriği ile EC, Na ve Ca+Mg içeriği arasında % 5 ve pH ile CO<sub>3</sub> arasında % 1 düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Söz konusu tuzlar ile pH arasındaki ilişkiler bir çok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Hong ve ark., 2019; Kothari ve ark., 2021).

Tablo 4.15. Su kalitesi parametrelerine ait korelasyon tablosu

	Q (m <sup>3</sup> .sn <sup>-1</sup> )	pH	EC (μS.cm <sup>-1</sup> )	Na (mg.L <sup>-1</sup> )	K (mg.L <sup>-1</sup> )	Ca+Mg (meq.L <sup>-1</sup> )	CO <sub>3</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	HCO <sub>3</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	Cl (meq.L <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )
Q (m <sup>3</sup> .sn <sup>-1</sup> )	1									
pH	-,426	1								
EC (μS.cm <sup>-1</sup> )	-,671*	,652*	1							
Na (mg.L <sup>-1</sup> )	-,696*	,579*	,931**	1						
K (mg.L <sup>-1</sup> )	,454	-,091	-,042	-,007	1					
Ca+Mg (meq.L <sup>-1</sup> )	-,662*	,635*	,986**	,883**	-,134	1				
CO <sub>3</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	-,038	,782**	,270	,174	-,079	,309	1			
HCO <sub>3</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	-,701*	,404	,938**	,866**	-,117	,937**	-,027	1		
Cl (meq.L <sup>-1</sup> )	-,624*	,569	,804**	,834**	,188	,742**	,196	,744**	1	
SO <sub>4</sub> (meq.L <sup>-1</sup> )	-,577*	,553	,879**	,924**	-,107	,849**	,235	,785**	,584*	1
B (mg.L <sup>-1</sup> )	-,270	-,040	-,243	-,301	-,378	-,204	-,037	-,201	-,327	-,276

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed),

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Çalışmamızda EC ile Na, Ca+Mg, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> tuzları arasında % 1 düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte SO<sub>4</sub> tuzu ile Na, Ca+Mg, HCO<sub>3</sub> arasında % 1, Cl ile arasında ise % 5 düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Bor elementinin ise herhangi bir parametre ile ilişkisi bulunmamıştır. Elde edilen bu korelasyonlar suda bileşik oluşturma ve topraklarda çökelme açısından önemlidir.

### 4.3. Yeşilirmak Nehri Suyunun Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi

Yeşilirmak nehrinin 14-07-00-027 nolu akım gözlem istasyonunda ölçülen su kalitesi parametreleri, sulama açısından A.B.D tuzluluk laboratuvarı diyagramına (Anonymous 1954) göre sınıflandırılmıştır. Bunun için aylık otlamalar veri kaynağı olarak kullanılmış ve her aya ait sınıflandırmalar belirlenmiştir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Yeşilirmak nehrinin ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramına göre aylık sulama suyu sınıfları

	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SAR	0,71	0,89	0,69	0,6	0,61	0,64	0,72	0,79	0,76	0,7	0,71	0,67
EC	493,7	503,9	488,75	386,35	398,25	418,4	479,35	482,25	483,65	467,3	476,5	490,8
Sınıf	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

Tablo 4.16 da sulama suyu kalitesinin her ay için C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak sınıflandırıldığı görülmüştür. Bu sınıftaki sular tuza orta derecede duyarlı bitkilerde sorun yapmadan kullanılabilir. SAR değerinin düşük olması bu suların sodyum açısından sorunsuz olduğunu göstermektedir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Yeşilırmak nehrinin su kalitesi parametrelerinin aylık değişimlerini Mann-Kendall trend analizi yöntemiyle incelemiştir. Su kalitesi üzerine yapılan bu detaylı analiz, çevresel değişikliklerin nehir ekosistemine ve su kalitesine olan etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçlar, su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması açısından gereklilik taşımaktadır. Çalışma, nehirdeki değişimlerin ölçülmesi ve anlaşılması için kullanılan çeşitli su kalitesi parametrelerine odaklanmış, bu parametrelerin zaman içinde nasıl değiştiğini ve bu değişimlerin potansiyel çevresel nedenlerini analiz etmiştir. Bu girişim, su kalitesi yönetiminde bilinçli kararlar alınabilmesi için gereken bilimsel verileri sağlamakta ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını desteklemekte önemli bir adım oluşturmaktadır. Elde edilen bulgular, su kalitesinin korunması ve yönetimi için büyük öneme sahip olan detaylı bilgiler sunmaktadır.

Debi değerleri Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında pozitif trend göstermiştir. Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ekim aylarında ise negatif trend gözlenmiştir. Debi sadece Ocak ayında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir trend göstermiştir. pH değerleri tüm aylarda pozitif trend göstermiş olup, sadece Şubat ayında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir trend tespit edilmiştir. Bu bulgular, nehirdeki suyun asit-baz dengesinde meydana gelen değişikliklerin ve suyun taşıma kapasitesindeki mevsimsel dalgalanmaların, genel su kalitesi üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermektedir. EC (Elektriksel İletkenlik) değeri, Ocak ayında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir trend göstermiştir. Bu durum suyun mineral yoğunluğunun azaldığını göstermektedir. Diğer aylarda gözlenen negatif ve pozitif trendler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Na (Sodyum) değerleri, Ocak ve Şubat aylarında negatif trend göstermiş, diğer aylarda pozitif trendler gözlenmiştir. Ancak, Na değerlerinde hiçbir ayda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Bu, nehir suyunun iyonik kompozisyonundaki değişimlerin belirgin olabileceğini ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak sürekli önem taşımadığını göstermektedir. Potasyum (K) değerleri, çoğu ayda

pozitif trend göstermiştir; ancak istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir. Ca+Mg (Kalsiyum + Magnezyum) değerleri, Ocak ayında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir trend göstermiştir. Bu da suyun sertlik derecesinin o dönemde azaldığını ifade etmektedir. CO<sub>3</sub> (Karbonat) değerleri, genellikle pozitif trend göstermiştir ancak hiçbir ayda istatistiksel olarak anlamlı bir trend tespit edilmemiştir. Bu bulgular, nehir suyunun temel kimyasal özelliklerinin mevsimsel etkilere bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. HCO<sub>3</sub> (Bikarbonat) değerleri, Şubat ayında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir trend göstermiştir. Cl (Klor) ve SO<sub>4</sub> (Sülfat) değerleri genellikle negatif trendler sergilemiştir, özellikle Ocak ve Şubat aylarında Cl için istatistiksel olarak anlamlı negatif trendler gözlenmiştir. SO<sub>4</sub> değerleri, yıl boyunca hem negatif hem de pozitif trendler göstermiş, ancak hiçbir ayda istatistiksel olarak anlamlı bir trend bulunmamıştır. Bu sonuçlar, nehir suyunun alkalinite ve klorid konsantrasyonlarının çevresel faktörlerden etkilenebileceğini ve bu değişimlerin yerel su yönetimi politikalarında dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. %Na ve SAR değerlerinde çoğu ayda pozitif trendler gözlenmiştir, ancak bu trendler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu, nehir suyunun sodyum içeriği ve sodyum adsorpsiyon oranının genel olarak yükselme eğiliminde olduğunu, ancak bu değişimlerin yıl içinde sürekli olarak anlamlı olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, suyun sodyum düzeylerinin ve alüminyum riskinin yönetilmesi açısından önemli olup, özellikle tarım alanları için su kalitesi standartlarının belirlenmesinde dikkate alınmalıdır.

Bor değerleri Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Temmuz ve Kasım aylarında pozitif trend, diğer aylarda ise negatif trend göstermiştir. Ancak, hiçbir ayda istatistiksel olarak anlamlı bir trend tespit edilmemiştir. Borun nehir suyundaki konsantrasyonlarının mevsimsel dalgalanmalar gösterdiği ancak bu dalgalanmaların genel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Bor seviyelerinin düzenli izlenmesi, özellikle suyun endüstriyel ve tarımsal kullanımları açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları, Yeşilirmak nehrinin su kalitesinin aylık bazda değişkenlik gösterdiğini ve bu değişkenliklerin çeşitli çevresel etkenlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Su kalitesi parametrelerinin sürekli izlenmesi, bu değişkenliklerin anlaşılması ve yönetilmesi için hayati önem taşımaktadır. Ayrıca, bu çalışma su kalitesi yönetiminde proaktif stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunacak bilgiler

sağlamaktadır. Önerilen stratejiler arasında kirlilik kaynaklarının tespiti, kirliliğin önlenmesi ve kontrolü, su kalitesi standartlarının güncellenmesi ve halkın su kaynakları yönetimi konusunda bilinçlendirilmesi yer almaktadır.

Sonuç olarak, Yeşilırmak nehrinin su kalitesi üzerine yapılan bu kapsamlı çalışma, su yönetimi politikalarının şekillendirilmesinde önemli bir referans noktası oluşturmaktadır. Nehrin su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için alınacak önlemler, suyun sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve ekosistem sağlığını korumak için kritik önem taşımaktadır.



## 6. KAYNAKLAR

Ağca, N. ve Doğan, K. (2020). Asi Nehri'nin su kalite parametre düzeylerinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(1), 1-9. DOI: 10.37908/mkutbd.585057.

Alpaslan, K., Karakaya, G., Gündüz, F. ve Koçer, M. A. T. (2016). Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü su kalitesinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 22-29.

Alver, A. ve Baştürk, E. (2019). Karasu Nehri su kalitesinin farklı su kalitesi indeksleri açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 488-497.

Richards, L. A. (1954). Diagnosis and improvement saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60, USA. Retrieved from <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/riverside-ca/agricultural-water-efficiency-and-salinity-research-unit/docs/publications/handbook-no-60>.

Barbaros, F., Gül, G. O. ve Boyacıoğlu, H. (2021). Küçük Menderes Havzası örneğinde su kalitesinde mevsimselliğin parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 195-207.

Baştürk, E. ve Alver, A. (2019). Melendiz Nehri su kalitesi farklı kullanım amaçlarına göre değerlendirmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8( 2), 731-740.

Baykal, O. (2018). Karasu (Araban) ve Merzimen (Yavuzeli) Derelerinin Mevsimsel Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi.

Beyazıt, M., (1996). *İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri*(pp. 215-237). İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi: Matbaası.

Beyhan, T. A. Ş., Yılmaz, Ö. ve Ustaoglu, F. (2021). Ilıman bir Türkiye nehir havzasında dere su kalitesinin çok değişkenli analiz ve biyolojik yaklaşımlarla değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 17(1), 34-55.

Boyd, C. E. and Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. New York: Springer Science and Business Media

Coşkun, M. A. (2012). Akarsularda Su Kalitesi Belirleme ve Modelleme, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Coşkun, S. (2020). Van Gölü kapalı havzasında yağışların trend analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(2), 521-532.

Coşkun, Ü. S. (2020). Akarçay Kapalı Havzası'nın ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin eğilim analizi. *Journal of Academic Social Science Studies*, 13(81) 533-547.

Cüce, H. ve Bakan, G. (2017). Sığ sularda nutrient seviyelerine sediman kalitesinin etkisinin konumsal olarak değerlendirilmesi: Cernek Gölü örneği. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(5), 546-555.

Çetin, H. C., Harmancıoğlu, N., Sarıyıldız, A., ve Silay, A. E. (Ocak, 2009). Gediz Nehri Su Kalitesi Parametrelerinin Eğilim Analizi. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, İzmir.

Çiçek, N. L. ve Ertan, O. O. (2012). Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji* 21(84):54-65.

Dahmen, E. R. and Hall, M. J. (1990). *Screening of hydrological data: tests for tationarity and relative consistency* ( pp 58). ILRI, The Netherlands:: Springer.

Davaslıgil, Ö. (1998). Terkos Gölünün Su Kalitesinin Değerlendirilmesi İçin Önyaklaşım, yüksek lisans tezi, istanbul üniversitesi.

Demir, A., Şahin, Ü. ve Demir, M. (2016). Murat Nehri su kalite parametrelerinin trend analizi ve tarımsal açıdan kullanılabilirliği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 414-420.

Gedik, K., Verep, B., Terzi, E. ve Fevzioğlu, S. (2010). Fırtına Deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji*, 19 (76): 25-35.

Göncü, S., Albek, E. A. ve Albek, M. (2017). Burdur, Eğirdir, Sapanca ve Tuz gölleri su seviyelerinin nonparametric istatistik yöntemler ile eğilim analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17/2 .555-570.

Gümüş, V. (2006). Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gümüş, V. ve Yenigün, K. (Temmuz, 2006). Aşağı Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Geliőmeler Kongresi, Kastamonu Üniversitesi, İstanbul.

Güneş, G. (2019). Bartın Nehri'nin fizikokimyasal özelliklerinin yağışlı ve kurak dönemlerdeki değişimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(63), 761-774.

Hisdal, H., Stahl, K., Tallaksen L. M. and Demuth, S. (2001). Have streamflow droughts in Europe become more severe or frequent. *Int J Climatol* 21, 317–333.

Hong, H., Zhang, Z., Guo, A., Shen, L., Sun, H., Liang, Y. and Lin, H. (2020). Radial basis function artificial neural Network (RBF ANN) as well as the hybrid method of RBF ANN and grey relational analysis able to well predict trihalomethanes levels in tap water. *Journal of Hydrology*, 591, 125574.

Kalaycı, S., ve Kahya, E. (1998). Susurluk Havzası nehirlerinde su kalitesi trendlerinin belirlenmesi. *Journal of Engineering and Environmental Science*, 22, 503-514.

Keleő, R., ve Hamamcı C. (1998). *Çevrebilim*. Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.

Kendall, M. G. (1975). *Rank correlation methods*. Lond.:4. Baskı, Charles Griffin.

Kılıç, E. (2017). Asi Havzasındaki Su Kalitesinin Çok Değişkenli İstatiksel Yöntemler Kullanılarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kırdemir, M. (2009). Trend Analizi ile Aşağı Sakarya Havzasının Hidroelektrik Enerji potansiyelinin tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.

Kıymaz, S., Karadavut, U. ve Ertek, A. (2016). Seyfe Gölü Havzası yeraltı suyu kalitesinin zamana göre değişimin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 21-31.

Kothari, V., Vij, S., Sharma, S. and Gupta, N. (2021). Correlation of various water quality parameters and water quality index of districts of Uttarakhand. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9, 100093.

Kumarasamy, P., James, R. A., Dahms , H.U., Byeon, WC. and Ramesh, R. (2014) Multivariate water quality assessment from the Tamiraparani river basin. Southern India. *Environ. Earth Sci*, 71, 2441-2451

Küçük, S. (2007). Büyük Menderes Nehri su kalitesi ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. *ADÜ Zir. Fak. Dergisi*, 4 (1-2), 7-13.

Küçükali, S. (2019). Filyos Nehri'nin fiziksel su kalitesi parametrelerinin istatistiksel olarak incelenmesi. *Journal Of Anatolian Environmental And Animal Sciences*, 4(3), 519-524.

Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica* ,13, 245–259.

Nadire, Ö., Kalaycı, S., Sevimli, M. F. ve Büyükyıldız, M. (2004). Sakarya Nehri Havzası aylık akım verilerinin parametrik olmayan yöntemlerle trend analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19(2), 11-22.

Özay, G. (2019). Çoklu nehir tipi hidroelektrik santrallerinin (HES) Kabaca Deresi'nin su miktarı, su kalitesi ve askıda sediment değerleri üzerine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi.

Öztürk, A. (2004). *Tuzluluk ve Sodyumluluğun Oluşumu, Bitki ve Toprağa Etkileri* (pp 20-21). Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü Bildiriler Kitabı.

Padmalal, D., Remya, S. I., Jyothi, S.J., Baijulal, B., Babu, K. N. and Baiju R. S. (2012). Water quality and dissolved inorganic Fluxes of N. P. SO<sub>4</sub> and K of a small catchment river in the Coast of India. *Environ. Monit. Assess.* 184, 1541- 1557.

Phung, D., Huang, C., Rutherford, S., Dwirahmadi, F., Chu, C., Wang, X., Nguyen, M., Nguyen, N. H., Do, C. M., Nguyen, T. H. and Dinh TA. (2015). Temporal and spatial assessment of river surface water quality using multivariate statistical techniques: a study in Can Tho City, a Mekong Delta area, Vietnam. *Environ Monit Assess.* 187(5), 229.

Samarghandi, M. R., Nouri, J., Mesdaghinia, A. R., Mahvi, A. H., Nasserli, S. And Vaezi, F. (2007). Efficiency removal of phenol. lead and cadmium by means of UV/TiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> processes. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 4(1):19-25.

Selek, Z. ve Karaarslan, Y. (2019). Ekosistem Esaslı Su Kalitesi Yönetimi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Erişim tarihi: 07.08.2024.

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ekosistem%20Esaslı%20Su%20Kalitesi.pdf>.

Sarı, D. ve Karaşah, B. (2015). Hatıla Vadisi Milli Parkı'nda (Artvin) yer alan farklı vejetasyon tiplerinin görsel değerlendirilmesi üzerine bir çalışma. *Turkish Journal of Forestry*, 16(1), 65-74.

Singh, P., Chaturvedi, R. K., Mishra, A., Kumari, L., Singh, R., Pal, D. B., Giri, D. D., Singh, N. L., Tiwary, D. and Mishra P. K. (2015). Assessment of ground and surface water quality along river Varuna. Varanasi. India. *Environ. Monit. Assess.* 187, 170.

Taş, B., Yılmaz, Ö. ve Ustaoglu, F. (2021). Ilıman bir Türkiye nehir havzasında dere su kalitesinin çok değişkenli analiz ve biyolojik yaklaşımlarla değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 17(1), 34-55.

Tülek, S. (2006). Kızılırmak Nehri Su Kalitesi Belirlenmesi ve Ötrofikasyona Bağlı Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Uncu, Y. S. (2019). Aşağı Dalaman Çayının Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Konumsal Analizi ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

USGS. (2001). A Primer on Water Quality. USGS. <https://pubs.usgs.gov/fs/fs-027-01/pdf/FS-027-01.pdf> Erişim tarihi: 07.08.2024.

Üstüner, H. (2012). Gediz nehri bazı su kalite parametrelerinin zamansal ve mekansal değişimi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Wu, H., Soh, L. K., Sama, I. A. and Chen, X. H. (2008). Trend analysis of streamflow drought events in Nebraska. *Water Resour Manage* 22, 145–164.

WWF. (2014). *Türkiye'nin Su Riskleri Raporu*. WWF-Türkiye. [http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin\\_su\\_riskleri\\_raporu\\_web.pdf](http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin_su_riskleri_raporu_web.pdf). Erişim tarihi: 07.08.2024.

Yıldırım, Ü., Güler, C., Kurt, M. A., ve Güven, O. (2020). Kaynağından Akdeniz'e Deliçay'ın (Mersin) Debisi ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1121-1135.

Yolcu, İ. D. (2012). Bursa Nilüfer Çayı Su Kalitesi Parametrelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi.

Yu, Y. J., Guan, J., Ma, Y. W., Yu, S. X., Guo, H. C. and Bao, L. Y (2010). Aquatic environmental quality variation in Lake Dianchi watershed. *Procedia. Environ. Sci.* 2, 76-81.

Yue, S., Pilon, P. and Cavadias, G. (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *J Hydrol* 259, 254–271.

Yüce, Ş., Ercan, B., Eşit, M., Ünsal, M., ve Yüce, M. İ. (2018). Seyhan havzası yağış verilerinin eğilim analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 3(2), 47-54.

Zeeshan, M., and Azeez, P. A. (2016). Hydro-chemical characterization and quality assessment of a Western Himalayan river, Munawar Tawi, flowing through Rajouri district, Jammu and Kashmir, India. *Environmental Monitoring and Sssessment*, 188, 1-15.