

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TOPRAK KİRLİLİĞİNE OLASI ETKİLERİ BAKIMINDAN ANTALYA-  
BELEK ACISU DERESİ SU KALİTESİNİN DÖNEMSEL OLARAK  
İNCELENMESİ**

**Medine Merve KARATAŞ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ŞUBAT 2021**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TOPRAK KİRLİLİĞİNE OLASI ETKİLERİ BAKIMINDAN ANTALYA-  
BELEK ACISU DERESİ SU KALİTESİNİN DÖNEMSEL OLARAK  
İNCELENMESİ**

**Medine Merve KARATAŞ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ŞUBAT 2021**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK KİRLİLİĞİNE OLASI ETKİLERİ BAKIMINDAN ANTALYA-  
BELEK ACISU DERESİ SU KALİTESİNİN DÖNEMSEL OLARAK  
İNCELENMESİ**

**Medine Merve KARATAŞ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi  
tarafından FYL-2020-5333 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**ŞUBAT 2021**

**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK KİRLİLİĞİNE OLASI ETKİLERİ BAKIMINDAN ANTALYA-  
BELEK ACISU DERESİ SU KALİTESİNİN DÖNEMSEL OLARAK  
İNCELENMESİ**

**Medine Merve KARATAŞ**  
**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS**

Bu tez 09/02/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şule ORMAN (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Selim EKER

## ÖZET

### TOPRAK KİRLİLİĞİNE OLASI ETKİLERİ BAKIMINDAN ANTALYA- BELEK ACISU DERESİ SU KALİTESİNİN DÖNEMSEL OLARAK İNCELENMESİ

**Medine Merve KARATAŞ**

**Yüksek Lisans, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Şule ORMAN**

**Şubat 2021; 53 Sayfa**

Bu çalışmada Antalya ilinin Serik ilçesine bağlı Kadriye mahallesinden geçerek Belek'den denize dökülen Acısu deresinin çevreye ve toprak kirliliğine olası etkilerini ortaya koyabilmek için su kalitesi araştırılmıştır.

Mevsimsel değişiklikler göz önünde bulundurularak Acısu deresinden Ağustos 2019 ve Şubat 2020 olmak üzere iki dönemde ve belirlenen 9 farklı örnekleme istasyonundan su örnekleri alınmıştır. Alınan su örnekleri bazı kalite kriterleri ve ağır metaller açısından incelenmiştir. Bu kapsamda su örneklerinin pH ve EC düzeyleri ile toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , B elementlerinin konsantrasyonları analiz edilmiştir.

Acısu deresinin geçtiği bölgelerin etrafında meyve bahçeleri ve seralar gibi tarımsal faaliyet alanları, yerleşim yerleri, atık su arıtma tesisi ve oteller bulunmaktadır. Dere'nin akış hattı boyunca örnekleme yapılan bazı noktalarda kirlilik değerlerinin yükseldiği görülmüştür. Ancak, özellikle arıtma tesisi öncesi (7. ve 8. örnekleme istasyonları) ve arıtma tesisi sonrası 9. örnekleme istasyonundan alınan su örneklerinin EC, toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ve B konsantrasyonları diğer örnekleme istasyonlarından daha yüksek olarak belirlenmiştir. Acısu deresinin bu noktalarında suyun özellikle azot ve fosfor elementleri ile besin zenginleşmesi ile karşı karşıya olmasının ötrofikasyon riskini de beraberinde getireceği açıktır. Ağır metaller açısından değerlendirildiğinde “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”ne göre Cd, Zn, Mn, Ni ve Cr için 1., Fe için 2., Cu için 3. kalite su sınıfında yer alan değerler tespit edilmiştir. As ve Hg için eseri konsantrasyon saptanmış olup mevcut durumda risk teşkil etmediği belirlenmiştir. Sonuç olarak; Acısu deresi gibi su kaynaklarının kalitelerinin korunması ve kirliliklerinin önlenmesi için 3'er yıllık dönemler gibi belli sürelerde düzenli olarak analizlerle izlenmesi çalışmalarının yapılması son derece önem arz etmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Acısu Nehri, Ötrofikasyon, Ağır metal, Kirlilik, Su

**JÜRİ:** Prof. Dr. Şule ORMAN

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr. Selim EKER



## **ABSTRACT**

### **EXAMINATION OF ANTALYA - BELEK ACISU RIVER WATER QUALITY IN TERMS OF POSSIBLE EFFECTS ON SOIL POLLUTION**

**Medine Merve KARATAŞ**

**MSc. Thesis in Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şule ORMAN**

**February 2021, 53 pages**

In this study, water quality was investigated in order to reveal the possible effects of Acısu River, which passes through Kadriye in Serik district of Antalya and flows into the Sea from Belek, on the environment and soil pollution.

Water samples were taken from Acısu River in two periods, August 2019 and February 2020, from 9 different sampling stations with the consideration of seasonal changes. The water samples were examined in terms of some quality criteria and heavy metals. In the water samples, pH and EC levels, and concentration of total N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl<sup>-</sup>, B elements were analysed.

There are hotels, settlements, greenhouses, orchards and a water treatment plant in the region where Acısu River passes. It was observed that the pollution values increased in some points of the River due to residential and agricultural activities and the waste water facility along the River line. Especially in the water samples taken before (7. and 8. sampling stations) and after the treatment plant (9. sampling station) EC, total N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Cl<sup>-</sup>,  $\text{SO}_4^{2-}$ , B elements concentrations were determined to be higher than the other sampling stations. It is clear that at these points of the Acısu River, water is faced with risk of eutrophication caused by nutrient enrichment especially with nitrogen and phosphorus. When evaluated in terms of heavy metal concentrations, based on “Water Pollution Control Regulation”, values corresponding to the first class water limits for Cd, Zn, Mn, Ni and Cr, second class water limits for Fe and third class water limits for Cu were obtained. For As and Hg, insignificant concentrations that do not pose any danger in current state were obtained.

**KEYWORDS:** Acısu River, Eutrophication, Heavy Metal, Pollution, Water

**COMMITTEE:** Assoc. Prof. Dr. Şule ORMAN

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Prof. Dr Selim EKER

## ÖNSÖZ

Su, canlı hayatının sürekliliği için olmazsa olmaz, kokusuz ve tatsız doğal bir kaynaktır. Genel anlamda renksiz olarak bilinmesine rağmen, kızıl dalga boylarındaki ışığı emmesinden kaynaklı mavi renkli görünmektedir.

Su; canlıların sadece içme amaçlı kullandığı bir kaynak olmayıp tarımdan endüstriye kadar bütün işleyişler için gereklidir. Dünyanın %75'i sularla, %25'i ise karalarla kaplıdır. %75'in içerisinde ise %97'si deniz ve okyanuslarla, %2'si donmuş sularla, sadece %1'i kullanıma uygun su olarak bulunur. Canlıların yaşam serüvenleri boyunca su, yerleşim yeri seçimlerinde belirleyici bir faktörken, aynı zamanda boy, kabile ve devletlerarasında savaş sebebi olarak görüldüğü zamanlar olmuştur. Örneğin son yüzyılda; Ürdün, Ganj, Nil ve Parana ırmakları çevre ülkeler arasında problemler yaşanmıştır.

Günümüzde; sınırsız olmadığını çok iyi bildiğimiz su ve toprak gibi doğal kaynakların verimli kullanılması gereklilikten ziyade zorunluluktur. Tarımın sürdürülebilirliği açısından su vazgeçilmez bir kaynak olup kuraklıktan ve mevcut sulama sularının kirliliğinden en önce etkilenecek alanların başında tarım gelmektedir. Sürdürülebilir tarımsal üretim bir ülkede yaşayan insanların sağlıklı beslenmelerinin vazgeçilmezdir ve yetersiz tarımsal üretim açlık tehlikesini de beraberinde getirir. Bunun yanı sıra ekonomisinin büyük bir kısmı tarımsal ihracata dayalı ülkeler için de son derece önemlidir. Genel olarak toplam tüketilen su miktarının %70'i tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Bu çok yüksek bir oran olup, öncelikli olarak tarımsal üretimde kapalı sistem sulama yöntemlerine geçilmesi iklim değişikliği ve küresel ısınmanın belirgin şekilde hissedildiği günümüzde daha da önemli hale gelmiştir. Ayrıca yer üstü ve yer altı su kaynaklarının kullanımında israfa neden olabilecek uygulamalardan kaçınılması ve bu kaynaklarının antropojenik etkenlerle kirlenmemesi için gereken dikkat gösterilmelidir. Tarımda, kapalı sistem sulama yöntemlerine geçmek israfı önler, ancak, su kirliliğini önlemez ve kirlenmiş suların ister tarımsal faaliyetler ister başka amaçlar için kullanılması uygun olmaz. Örneğin kirlenmiş sularla tarımsal sulamaların yapılması toprak kirliliğine neden olabilir. Bu kısır döngü sonucu oluşabilecek toprak kirliliği ise kısa ve uzun vadede bitkisel üretimi sınırlayan başka bir sorun olarak karşımıza çıkabilir.

Dünyadaki tatlı su rezervinin kısıtlı bulunması, az olan kaynakların bilinçsizce tüketilip kirletilmesi canlılar için büyük sorunların habercisidir. Artan dünya nüfusu, şehirleşme, tarımsal faaliyetler ve en önemlisi gelişen sanayi tatlı suya ulaşımı gün geçtikçe zorlaştırmaktadır. Bu sayılan faktörlerden sanayinin, çevreye olan etkisi diğerlerinden çok daha fazladır. Çünkü sanayi kuruluşlarından çıkan sıvı atıklar kullanılabilir tatlı suya karışabilmekte ve dolaylı olarak bitki örtüsü ve toprak kirliliğine neden olarak doğanın tahribine sebep olmaktadır.

Tarımsal üretim sırasında zirai ilaç sınıfında kullanılan pestisitler özellikle insektisit grubu gibi zehirli ilaçlar uygulamalar sırasında toprağı kirletebilmekte ve topraktan yıkanma yolu ile yeraltı sularına karışabilmekte, ayrıca rüzgârla birlikte taşınarak da yerüstü sularının kirliliğine neden olabilmektedir. Üreticilerin, toprak ve su analizlerine dayalı olmadan kimyasal gübreleri bilinçsiz bir şekilde gereğinden çok fazla tüketmeleri



de toprağı verimsizleştirebilir ve doğada ki döngü ile birlikte su kirliliğini ortaya çıkarabilmektedir.

Türkiye göller ve akarsular yönünden zengin bir ülkedir. Ancak tüm dünyada olduğu gibi küresel ısınma, yağışların azalması ve bilinçsiz kullanımdan dolayı bu kaynaklarımız kurumakta ya da kirlenmektedir. Ülkemizde tatlı su kaynaklarımızın %72'si tarımda, %12'si sanayide, %16'sı da içme ve gündelik ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. Su kaynaklarının verimli kullanılabilmesi için mevcut ve alınması gereken önlemler göz önünde bulundurularak yönetilmesi mutlak bir zorunluluktur. Çünkü bu sayede su, hem etkin kullanılabilir hem de kirlilik durumu azaltılabilir.

Çalışmamızı gerçekleştirmiş olduğumuz Antalya ilinin, Serik ilçesi sınırlarında bulunan ve ünlü turizm bölgesi Belek'ten Akdeniz'e dökülen Acısu Deresi, bölgede gerek tarım için gerekse turizm için önem arz eden bir tatlı su kaynağımızdır. Acısu, Toroslardan doğmakta ve denize gelene kadar bölge halkının yoğun olarak gerçekleştirdiğı narenciye, zeytin, sera gibi tarım arazilerini, toplu mesken ve otellerin arasından ve arıtma tesisinden geçmektedir. Aynı zamanda Acısu deresinin denize yakın kısmında balık tutma ve su sporları gibi aktiviteler yapılmaktadır. Denize döküldüğü noktaya ulaşana kadar geçtiğı yerlerden dolayı farklı etkilere maruz kalması nedeniyle suyun kirlilik düzeyinin bazı kimyasal özelliklerinin ölçülerek belirlenmesi tarım ve çevre açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada Acısu Deresi'nin; pH ve EC düzeyleri ile  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , B, toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg konsantrasyonlarının analiz edilmesi sonucunda kirlilik riskinin varlığı ve düzeyinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimimde bilgi ve paylaşımlarıyla her zaman benim yanımda bulunan danışmanım Sayın Prof. Dr. Şule ORMAN'a saygılarımı sunarım. Ayrıca çalışmamda destek olan Zir. Yük. Müh. Aylin ZAMBAK ÖZGÜR'e teşekkür ederim. Tüm yaşamım boyunca yanımda olan sevgili annem Bedia DEMİR ve kardeşim Emre Karataş'a minnettarım. Ayrıca tez numunelerimin alınması taşınması ve yazım aşamasında bana her zaman yardımcı olan Ekonomist Kazım SEVGİLİ'ye de çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                          |      |
|----------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                | i    |
| ABSTRACT.....                                            | iii  |
| ÖNSÖZ .....                                              | iv   |
| AKADEMİK BEYAN .....                                     | viii |
| SİMGELER.....                                            | ix   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                     | x    |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                  | i    |
| 1. GİRİŞ .....                                           | 1    |
| 2. KAYNAK TARAMASI .....                                 | 3    |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                               | 10   |
| 3.1. Materyal .....                                      | 10   |
| 3.2. Metot .....                                         | 12   |
| 3.3. İstatistiksel Analiz Metodları .....                | 13   |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....                             | 14   |
| 4.1. Su Örneklerinin pH Düzeyleri .....                  | 21   |
| 4.2. Su Örneklerinin EC (Tuzluluk) Düzeyleri .....       | 22   |
| 4.3. Su Örneklerinin Toplam Azot Konsantrasyonları ..... | 23   |
| 4.4. Su Örneklerinin Fosfor Konsantrasyonları .....      | 24   |
| 4.5. Su Örneklerinin Potasyum Konsantrasyonları .....    | 25   |
| 4.6. Su Örneklerinin Kalsiyum Konsantrasyonları .....    | 26   |
| 4.7. Su Örneklerinin Magnezyum Konsantrasyonları.....    | 27   |
| 4.8. Su Örneklerinin Sodyum Konsantrasyonları .....      | 28   |
| 4.9. Su Örneklerinin Demir Konsantrasyonları.....        | 29   |
| 4.10. Su Örneklerinin Mangan Konsantrasyonları.....      | 30   |
| 4.11. Su Örneklerinin Çinko Konsantrasyonları .....      | 31   |
| 4.12. Su Örneklerinin Bakır Konsantrasyonları .....      | 32   |
| 4.13. Su Örneklerinin Kadmiyum Konsantrasyonları.....    | 33   |
| 4.14. Su Örneklerinin Nikel Konsantrasyonları.....       | 34   |
| 4.15. Su Örneklerinin Kurşun Konsantrasyonları .....     | 35   |
| 4.16. Su Örneklerinin Krom Konsantrasyonları .....       | 36   |

|          |                                                                                  |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.17.    | Su Örneklerinin Arsenik Konsantrasyonları .....                                  | 37 |
| 4.18.    | Su Örneklerinin Cıva Konsantrasyonları .....                                     | 37 |
| 4.19.    | Su Örneklerinin Klor Konsantrasyonları .....                                     | 37 |
| 4.20.    | Su Örneklerinin Karbonat Konsantrasyonları .....                                 | 38 |
| 4.21.    | Su Örneklerinin Bikarbonat Konsantrasyonları .....                               | 39 |
| 4.22.    | Su Örneklerinin Bor Konsantrasyonları .....                                      | 40 |
| 4.23.    | Su Örneklerinin Nitrat Konsantrasyonları .....                                   | 41 |
| 4.24.    | Su Örneklerinin Sülfat Konsantrasyonları .....                                   | 41 |
| 4.25.    | Su Örneklerinin Analiz Sonuçları Arasındaki İstatistiksel<br>Değerlendirme ..... | 43 |
| 6.       | SONUÇLAR .....                                                                   | 46 |
| 7.       | KAYNAKLAR .....                                                                  | 49 |
| ÖZGEÇMİŞ |                                                                                  |    |

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum Toprak Kirliliğine Olası Etkileri Bakımından Antalya-Belek Acısu Deresi Su Kalitesinin Dönemsel Olarak İncelenmesi adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

09/02/2021

Medine Merve KARATAŞ

## SİMGELER

As: Arsenik

B: Bor

Ca: Kalsiyum

Cd: Kadmiyum

Cl: Klor

CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>: Karbonat

Cr: Krom

Cu: Bakır

EC: Elektriksel İletkenlik

Fe: Demir

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:Bikarbonat

Hg: Civa

K: Potasyum

Mg: Magnezyum

Mn: Mangan

N: Azot

Na: Sodyum

Ni: Nikel

NO<sub>3</sub><sup>-2</sup>: Nitrat

P: Fosfor

Pb: Kurşun

SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>: Sülfat

Zn: Çinko

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.1.</b> Çalışma alanı .....                                                                                       | 10 |
| <b>Şekil 3.2.</b> Örnekleme istasyon numaraları .....                                                                       | 11 |
| <b>Şekil 3.3.</b> Acısu çevresindeki narenciye bahçeleri ve arıcılık faaliyeti .....                                        | 11 |
| <b>Şekil 3.4.</b> Acısu çevresindeki oteller, arıtma tesisi ve balıkçılık faaliyet alanları.....                            | 12 |
| <b>Şekil 3.5.</b> Su örneklerinin alımı .....                                                                               | 12 |
| <b>Şekil 4.1.</b> Su örneklerinin pH değerlerinin istasyonlara göre değişimi .....                                          | 22 |
| <b>Şekil 4.2.</b> Su örneklerinin EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) düzeylerinin istasyonlara göre değişimi.....               | 23 |
| <b>Şekil 4.3.</b> Su örneklerinin azot konsantrasyonlarının ( $\text{mg}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....        | 24 |
| <b>Şekil 4.4.</b> Su örneklerinin fosfor konsantrasyonlarının ( $\text{mg}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....      | 25 |
| <b>Şekil 4.5.</b> Su örneklerinin potasyum konsantrasyonlarının ( $\text{mg}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....    | 26 |
| <b>Şekil 4.6.</b> Su örneklerinin kalsiyum konsantrasyonlarının ( $\text{mg}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....    | 27 |
| <b>Şekil 4.7.</b> Su örneklerinin magnezyum konsantrasyonlarının ( $\text{mg}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....   | 28 |
| <b>Şekil 4.8.</b> Su örneklerinin sodyum konsantrasyonlarının ( $\text{mg}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....      | 29 |
| <b>Şekil 4.9.</b> Su örneklerinin demir konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....     | 30 |
| <b>Şekil 4.10.</b> Su örneklerinin mangan konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....   | 31 |
| <b>Şekil 4.11.</b> Su örneklerinin çinko konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....    | 32 |
| <b>Şekil 4.12.</b> Su örneklerinin bakır konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....    | 33 |
| <b>Şekil 4.13.</b> Su örneklerinin kadmiyum konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) istasyonlara göre değişimi..... | 34 |

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.14.</b> Su örneklerinin nikel konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g/L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....    | 35 |
| <b>Şekil 4.15.</b> Su örneklerinin kurşun konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g/L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....   | 36 |
| <b>Şekil 4.16.</b> Su örneklerinin krom konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g/L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....     | 37 |
| <b>Şekil 4.17.</b> Su örneklerinin klor konsantrasyonlarının ( $\text{mg/L}$ ) istasyonlara göre değişim.....        | 38 |
| <b>Şekil 4.18.</b> Su örneklerinin karbonat konsantrasyonlarının ( $\text{mg/L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....   | 39 |
| <b>Şekil 4.19.</b> Su örneklerinin bikarbonat konsantrasyonlarının ( $\text{mg/L}$ ) istasyonlara göre değişimi..... | 40 |
| <b>Şekil 4.20.</b> Su örneklerinin bor konsantrasyonlarının ( $\mu\text{g/L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....      | 41 |
| <b>Şekil 4.21.</b> Su örneklerinin sülfat konsantrasyonlarının ( $\text{mg/L}$ ) istasyonlara göre değişimi.....     | 42 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.1.</b> Örneklemeye istasyonlarından alınan su örneklerinin 2019 yılı ağustos ayı analiz sonuçları.....                                                                                                                         | 14 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Örneklemeye istasyonlarından alınan su örneklerinin Şubat 2020 yılı analiz sonuçları .....                                                                                                                              | 17 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Değişik Tablo1:RG -13/2/2008 – 26786 tablosundan özetlenmiştir).....                                                                                      | 20 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) iç sulara ve denizlerdeki istihsal yerlerine dökülmesi yasak olan zararlı maddeler ve alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler listesi (Anonim 2005)..... | 21 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı Su Tuzluluğu Sınıflandırması (Anonymous 1954).....                                                                                                                                  | 22 |
| <b>Çizelge 5.1.</b> Örneklemeye İstasyonlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunan elementlerin değişimi .....                                                                                                                         | 43 |
| <b>Çizelge 5.2.</b> Örneklemeye İstasyonlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunan elementlerin değişimi .....                                                                                                                         | 44 |



## 1. GİRİŞ

Dünya üstünde hava, su ve toprağın oluşturduğu sistemsel biçimde işleyen, ekolojik bir denge vardır. Bu denge o denli düzenli işler ki, tabiat devamlı kendini yenileme ve canlı atıkları sentezleme işlevini gerçekleştirmiş olur. Maalesef değişen dünya düzeni ve insan alışkanlıkları, kentleşme, doğaya bilinçli ya da bilinçsiz verilen zararlar, evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal yetiştirme teknikleri ve tarımsal atıklar ekosistemin dengesini bozabilmektedir. Son yıllarda kirleticilerin ciddi boyutlarda artması tabiatın hâlihazırda devam eden düzenini olumsuz yönde etkilemektedir.

Su, tüm canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için oksijenden sonra gelen son derece önemli bir maddedir. Suyun canlılar üzerine etkisi spesifik olup, yokluğunda hayati fonksiyonlarını yerine getiremezler. Canlılar ihtiyaç duydukları suyu, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından karşılamaktadırlar. Dünyanın kısıtlı kaynakları arasında yer alan su kaynaklarının verimli kullanılması ve dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Günümüzde Dünya nüfusunun % 40'ının susuzluk tehlikesi ile karşı karşıya ve 1 milyar insanın da sudan mahrum olduğu bildirilmektedir. Toplumların su talepleri ve tüketimleri gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstermektedir. İnsanlar suyu, evsel, kentsel, tarımsal ve endüstriyel amaçlı kullanmaktadır. Dünyada tarımsal sulama amaçlı su kullanımı toplam su tüketimi içerisinde en büyük paya sahip olup ortalama %73'tür.

Dünya tatlı su kaynaklarının gün geçtikçe yetersiz kalması ve artan nüfus, suların daha dikkatli ve titiz kullanılmasını gerektirmektedir. İnsanların yaşamını direkt etkileyen suyun varlığının yanında suyun kalitesi de en az varlığı kadar önem teşkil etmektedir. Son zamanlarda su kalitesi araştırmaları artmıştır. Yeraltı ve yerüstü sularının azot ve fosfor gibi besin maddelerince zenginleşmesi ötrofikasyon adı verilen istenmeyen bir olaya neden olabilir ve ayrıca ağır metallerin konsantrasyonlarının artışı da çeşitli toksik etkiler ortaya çıkarabilir. Ağır metaller ile kirlenmiş akarsular kentlere ve tarım alanlarına ulaşarak bitki, hayvan ve insan sağlığını kısa vadede olmasa da uzun vadede olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir.

Su kirlenmesi, su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerinin negatif olarak değişmesi şeklinde meydana gelir. Su kirliliği insan kaynaklı etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı azaltan veya engelleyen ekonomik dengeleri bozan kalite farklılıklarıdır. FAO ise su kirliliğini; canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmaları engelleyici ve su kalitesini bozan etkiler yapabilecek maddelerin suya katılması şeklinde tanımlamaktadır (Yanık ve Atamanalp 2001; Sönmez vd. 2008).

Su kalitesi sınıflarını tespit etmek ve kalitede olumsuz yönde bir değişim için gerekli önlemleri önceden almak için, son yıllarda bazı parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Su kalitesi değerlerinde genellikle klasik parametrik testlerdeki normalite, lineerlik ve bağımsızlık varsayımlarının olmaması, parametrik olmayan testlerin kullanımını sağlamıştır. Bununla beraber eksik değerler, kısıtlı veriler (belirli bir miktardan daha az kayıtlar), akım debisinin içeriğe etkisi ve mevsimsel özellikler gibi bazı problemler ile söz konusu trend analizleri daha da karışık bir hal almıştır.(Helsel ve Hirsch 1992).

Kimyasal su kirliliğinin en ciddi boyutunu ağır metal birikimi oluşturmaktadır. Ağır metal terimi esansiyel olan ve olmayan iz metalleri içine alır. Yani, kimyasal olarak; elektron verip (+) değerlikle iyon olabilen, asitlerde bulunan H iyonlarıyla yer değiştirebilen, ametallerle bileşik oluşturabilen ancak kendi içlerinde oluşturamayan, oksitleri bazik olan, fiziksel olarak da; civa hariç normal şartlarda katı olan, ısı ve elektriği iyi ileten, levha ve tel haline gelebilen ve metalik bir renk ve parlaklığa sahip bütün maddeler ağır metal olarak bilinmektedir. Bunların hepsi, canlı için potansiyel birer tehlike içermektedir (Rainbow 1995).

Atık suların olası gerektiği gibi arıtması yapılmadan akarsulara karışması ve birikmesi nedeniyle, nehirlerde yaşayan birçok canlı yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu gibi sorunlar da nehirlerin kirlilik düzeylerinin araştırılmasının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Minareci vd. 2004).

Antalya Türkiye'nin güney batısında ve çevresindeki Burdur, Isparta illerine göre bölgenin en büyük kenti ve merkezi durumundadır. Ayrıca şehir, Akdeniz sahil şeridi boyunca yerleşip uzanmasından kaynaklı ve birçok doğal kaynak yanında tarihsel geçmişi ile de bir sahil, turizm ve tarım şehridir. Şehirde; batıda Boğaçayı, doğuda ise Aksu, Acısu ve Manavgat ırmağı gibi akarsular yaz kış devamlı akmaktadır.

Acısu deresi Antalya'nın doğusunda bulunan Serik ilçesinin, Büğüş köyünden doğarak, 44 km uzunluğu ile bölgenin büyük akarsularındandır. Çevre açısından tarım, görsellik ve spor amaçlı kullanıldığından dolayı önemli bir doğal kaynaktır. Denize doğru yaklaşılan bölümlerinde kışın düzensiz yağış rejiminden kaynaklı ara ara taşkınlar gerçekleşmektedir. Derenin çevresinde bahçe tarımı ve sera tarımı olarak yoğun bir tarımsal aktive vardır. Ayrıca bölge turizm bölgesi olmasından dolayı son zamanlarda imara açılan yerler kontrolsüz yerleşme ve otellerin artması çevreyi ciddi anlamda etkilemektedir.

Bu projede, Antalya Belek-Acısu deresinin besin maddesi ve ağır metal konsantrasyonu gibi su kalitesi açısından önemli bazı kimyasal özellikleri dönemsel olarak incelenerek dereye yakın olarak gerçekleştirilen kentsel ve tarımsal faaliyetler sonucu mevcut durumu ortaya konulmuş ve tarımsal sulama amacıyla kullanılması durumunda toprak kirliliğine olası etkilerinin değerlendirilmesi çalışmaları yapılmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Bitki, hayvan, insan ve diğer canlıların yaşamlarının devam edebilmesi için su mecburi doğal bir kaynaktır. Su kalitesindeki değişim su kirliliği olarak kabul edilir. Suyun genel anlamda kullanım yerleri; tarım alanları, gündelik kullanım alanları evsel ihtiyaçlar ve endüstri alanlarıdır. Tatlı suyun kazanımı olarak önemli bir yerleri olan akarsuların devamlı olarak insan etkisine maruz kalması, tarımdan kaynaklı kirlenmelerin yaşanması gibi problemler ile kalitesi bozulmaktadır (Soylak ve Doğan 2000; Verep vd. 2005).

Şengün(2013), artan insan sayısı ve sürekli yenilenen sanayi ile birlikte insanlığın doğal kaynakları bilinçsizce tüketmesi yeryüzünü olumsuz etkilediğini, tatlı su kaynaklarının bilinçsizce kullanılması canlılık için önemli yere sahip olan su kaynaklarının da, daha dikkatli kullanılması gerektiğini söylemektedir.

Tatlı su kaynaklarının zamanla yetersiz durumda olması, nüfustaki hızlı artış birde insanların bilinçsiz su tüketimi ve kirletmesi suya olan hassasiyet kaygısını da beraberinde getirmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği, tarım arazileri ve içme amaçlı olarak tatlı sular kullanılmaktadır. Bu kadar geniş bir alanda kullanılmasından kaynaklı bulunma miktarının yanında suyun kalitesi de önem arz etmektedir. Bu yüzden son zamanlarda su kalitesi araştırmaları artış göstermiştir. Nüfusun hızlı yükseldiği düşünülürse insanlığın yiyecekleri bilinçli bir şekilde tüketmesi ve yiyecek artışı için yeni yollar bulması gerekmektedir (Egemen ve Sunlu 1996).

Su kaynağındaki ekolojik özelliklerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan bozulması olarak fark edilen; doğrudan veya dolaylı olarak su kalitesinde, insan sağlığında ve suyun farklı kullanım alanlarında bozulmalar ortaya çıkaran maddeler su kirliliği olarak bilinir (Anonim 2004).

Su yaşamımızı direk olarak etkilediğinden dolayı temiz olması hayat faaliyetlerimizi devam ettirmemiz için önemlidir. Su miktarı yeteri kadar sağlanmış olsa bile kalitesiz bir suyun kullanılmasında sorunlar ortaya çıkmaktadır. (Palmer 1980; Kocataş 2006)

Su kirliliğine neden olan faktörler evsel ve endüstriyel kökenli sular olarak adlandırılrsa da, su kirliliği karışık bir başlıktır. Evsel kökenli olanlar; banyo mutfak ve temizlik amaçlı kullanılan diğer sularla, kanalizasyon sularıdır. Kanalizasyon atıkları içerisinde ki mikroorganizmalar suları ciddi miktarda kirletmektedir (Mascher 1987; De vd. 1993).

Büyük akarsular çevresindeki karalardan gücüne göre madde ve su taşınımı fonksiyonuna sahiptir. Bu özelliğinden dolayı da kara ve su ekosistemi birbirine bağlar durumdadır. Akarsuların debisini ve kalitesini etkileyen en önemli faktörler su rejimini değiştiren kanal ve baraj inşaatlarıdır. Diğer yönden arazi kullanımındaki suyun kullanım özelliklerinde değişiklikler yapılması ve madde miktarındaki oran değişimi akarsularının durumunu etkilemektedir. Endüstriyel devrimden önce karasal azot döngüsündeki azotta 2 kat (Vitousek vd. 1997), fosfor da ise %75'lik (Bennett vd. 2001) artış gerçekleşmiştir.

Dere ağzı ekolojik koşullarının değişkenlik gösterdiği, akarsuların tuzlu suları karalara taşınması, tatlı su deniz suyu dinamiği ile ilgili olarak çok miktarda biyolojik aktivitelerin gerçekleştiği, ayrıca yine nehir ağzında insan kaynaklı atıkların akarsulara karışmasından dolayı kirlendiğini anlatmaktadır (Kocataş 2006).

En iyi sular kaynak sularıdır. Ancak bunlar miktar bakımından yeterli değildir. Kuyu suları da genellikle iyi kalitededir. Fakat bunlarda miktar bakımından azdır. Her iki kaynaktan alınan sular çoğunlukla hiçbir işleme tabi tutulmadan içilebilir. Ancak bunlar büyük şehirlerin su ihtiyacını karşılamaya yetmez. Bundan dolayı, su ihtiyacını karşılamak için nehir, dere ve göl sularından yararlanılır. Böyle sular miktar bakımından yeterli olmakla beraber kalite bakımından yeterli değildir (Uslu ve Türkman 1987).

Atık suların gerektiği gibi arıtım yapılmadan nehir sularına karışması ve birikimi nedeniyle, nehirlerde yaşayan birçok canlı yok olma tehlikesiyle karşılaşmaktadır. Bu gibi olaylar da nehirlerin kirlilik düzeylerinin araştırılması gerektiğini açıkça göstermektedir (Minareci vd.2004).

Çiçek ve Ertan (2012), Köprüçay Nehrin’de, nehrin özellikleri de göz önünde bulundurularak su kalitesinin öğrenilmesini amaçlamışlar, kaynaktan nehir ağzına kadar 7 farklı noktadan su örneklerini alarak fiziksel ve kimyasal verilere göre; suyun 1. Kalite de olduğunu, ancak farklı dönemlerde kirliliğe maruz kalılabileceğini söylemişlerdir.

Kaplan vd. (1999), Antalya’nın Kumluca ilçesinde kuyu sularında yaptıkları çalışmada, suların nitrat içeriğinin 2.46-164.91 mg/L aralığında değiştiğini ve nitrat düzeyinin ciddi boyutlarda olduğunu, dünya sağlık örgütü tarafından belirlenen 45 mg/L’lik sınır değerini aştığını ve sonuç olarak numunelerin %50’sinin nitrat yönünden kabul edilebilir derecede kirlendiğini söylemişlerdir.

Demre bölgesi kuyu sularında yapılan bir çalışmada, sulardaki ortalama nitrat miktarının 70.83 mg/L olduğu ve bölgedeki tarımsal amaçlı uygulamalardan kaynaklı yer altındaki suların kirlilik oranının arttığını, ayrıca sulama sularının nitrat içeriklerinin de belirlenmesi gerektiğini ön görmüşlerdir (Sönmez vd. 2007).

Bolin ve Arrhenius (1977), sularda kullanılan azot içerikli gübrelerin içerisindeki nitratin yaprağı yenen lahana, ıspanak gibi bitkiler ile domates, hıyar gibi sebzelerde birikme yaptığı oradan da besin zinciri vasıtasıyla insan ve hayvanlara ulaşarak sağlığı olumsuz etkilediği ve insan vücudunda bulunan nitratin bağırsak zarının tahrip olmasına sebep olduğu söylenmiştir.

İnsan vücuduna giren nitratin fazla olması durumunda, amonyağa indirgenme kısıtlanmaya başlamakta ve ara metabolizma ürünü olarak da vücutta nitratin biriktiğini anlatmıştır (Hatch 1982).

Chapman ve Kimstach (1996), yüzey sularında nitratin 5 mg/L’nin üzerinde olmasının nedeninin kaynakların çevresindeki tarımsal uğraşlar ve evsel atıklar olduğunu söylemiştir.

Kumbur vd. (2008), özellikle ağır metallerin sebep olduğu su kirliliğini kontrol altına alınabilmesi için tarımla iç içe olan su kaynaklarının, su analizlerinin mutlaka

yapılması gerektiğini bildirmiştir. Kirliliğin ilk aşamalarında kullanılan kimyasal maddelerin azaltılarak bu sorunun önüne geçilebileceğini söylemiştir.

Bitkisel üretimde kullanılan kimyasal maddeler; gübreler ve pestisitler olmak üzere 2'e ayrılmaktadır. Pestisitlerin (zirai ilaç) etken maddelerinde farklı metaller ve klorun bulunması tarım yapılan alanların çevresinde bulunan su kaynaklarının da ağır metal bulundurma oranını arttırmaktadır. Ayrıca kullanılan gübrelerin dolgu maddeleri, krom(Cr) ve nikel(Ni) gibi ağır metallerin toprakla birleşmesini ve alıcı su ortamlarına taşınması başlamaktadır (Alloway 1995).

Akarsular son zamanlarda birçok atık için masrafsız ve kolay bir imha yöntemidir. Gelişmiş birçok ülke durumu aynı şekilde değerlendirmektedir. Bununla beraber kimyasal maddelerin canlıların vücudunda birikmesi kirliliğin su içerisinde uzun süre kalması, günümüzdeki su kalitesinin giderek bozulduğunun göstergesidir. Tüm bu durumlar suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemesinden dolayı, çözümleri için farklı yollar üretilmiştir. Bu sebepten dolayı da kirleticilerin konsantrasyonları kimyasal analiz yöntemleri ile saptanmaktadır (Taylan vd. 2007).

Göksu (2003) ve Kumar vd. (2010), su içerisindeki ağır metal konsantrasyonlarının kirleticilerin ciddi bir kaynağı olduğu, bunlarında su yaşamında canlılar tarafından tüketilerek dokularında birikme yaptığı ve besin zinciri ile insan vücuduna kadar ulaştığı söylenmektedir. Ayrıca su ekosistemindeki ağır metallerin doğal kaynakları haricinde tarımsal, kentsel ve endüstriyel atıklar sonucu miktarında artış görülmüştür.

Bitkisel üretim yapılırken toprağa uygulanan kimyasal ve organik gübreler özellikle azot, iklim toprak ve sulama özelliklerine bağlı olarak  $\text{NO}^3\text{-N}$  formundan yer altı sularına karışarak alıcı ortamlarına ulaşır buda yüzey sularında ötrofikasyona neden olabilmektedir. Yine fosfor elementi de ötrofikasyonun bilinen nedenlerinden biri olmakla beraber farklı form ve bileşimlerde göl ve deniz sularına ulaştığı zaman alg sayısının artmasına sebep olmaktadır. Fosfor kaynaklarını denetlemek ve azaltmak için yapılan işlemlerde çoğu zaman toplam fosfor konsantrasyonu temel olarak alınmaktadır (Gerdes ve Kunts 1998).

Power ve Scheders (1989), Kuzey Amerika'da yapmış oldukları bir çalışmada kırsalda yaşayan nüfusun %90'dan fazlasının, su ihtiyaçlarını yer altı sularından sağladığı bundan dolayı da yer altı sularının kirlenmesine sebep olan faktörlerin ortadan kaldırılması gerektiği vurgulanmıştır. Geniş çaplı alanda nitrat kirliliğinin oluşmasının nedeni ise bitki kök bölgesinde ki nitrat birikmesini engellemek amacıyla uzun süreli yapılan sulamalardır. Bununda son 20-30 senelik süre zarfında azotlu gübre kullanımının çok miktarla artmasıyla gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Kumbur vd. (2008), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ile kıyaslandığında; ağır metal içermeleri bakımından Adanalıoğlu, Kazanlı ve Homurlu ilçelerinde bu noktalarda analiz sonuçlarına göre IV. Sınıf su sınıfına kadar düşüşler yaşandığını fark etmişleridir.

Oğuz (2001), Boğaçayı bölgesinde gerçekleşen faaliyetlerden sonra Antalya körfezine inen kirleticilerin teşhis edilmesi ve ardından çözüm yolların bulunması için

yaptıkları çalışmada Boğaçayı'nın kirlilik düzeyini havza bazında işlemiş ve öncelik olarak sayısal verilerden de yararlanarak daha çok tehlike arz eden yerleri belirlemiştir. Yapılan çalışmadan anlıyoruz ki Boğaçayı Türkiye'nin temiz körfezleri arasına giren Antalya körfezine bitki besin maddesi taşımaktadır. Çalışma bir yıl boyunca Boğaçayı'nı dan Akdeniz'e toplamda 112.99 milyon m<sup>3</sup> su ile taşınan toplam azot miktarının 107.33 ton, nitrat azot miktarının 97.88 ton ve fosfor miktarının da 47.64 ton olduğunu belirtmişlerdir. Yine 89.83 ton BOİ ile 1298.04 ton KOİ yükü taşıdığı da ortaya çıkmıştır. Araştırmacı Boğaçayı sayesinde Akdeniz'e ulaşan kirliliğin kontrol edilebilmesi için havzayı da içine alan çevrede önlemlerin alınmasının uygun olacağını bildirmiştir.

Şenel (2017), Antalya ilinin batısından denize dökülen Boğaçayı'nda yapmış olduğu çalışmasında alınan su örneklerinin Fe, Mn, Cu, Cd, Ni, Pb ve Cr konsantrasyonlarının "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine" göre yapılan sınıflandırmasında II., III. ve IV. kalite sınıflarında yer aldıkları tespit edilmiştir ve tarımsal sulama amaçlı kullanılması durumunda bitkilerde bor elementine karşı hassasiyetin takip edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Köse vd.(2016)'da, Porsuk çayında belirlenen 13 noktadan Mayıs 2010-Şubat 2011 aylarında mevsimsel özellikler baz alınarak su örneklerini almışlar ve sıcaklık, EC, pH, çözülmüş oksijen, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, toplam fosfor, toplam klor, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum olarak farklı parametreleri incelemişlerdir. Araştırması yapılan parametrelerin verileri noktalar arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmış ve faktör analizi yöntemiyle etki eden faktörler sınıflandırılmıştır.

Huan Feng vd. (2004) çalışmalarında, Yangtze Nehri çevresinde yüksek, orta ve düşük gelgit düzlüklerinde 3 adet kısa tortu çekirdeği (<20 cm) toplamışlar ve Cu, Pb Zn ağır metallerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Akçay vd. (2003), çalışmalarında, çevresel kirliliğin boyutunun belirlenebilmesi için ekonomik olarak önemli iki akarsu olan Gediz ve Büyük Menderes'i incelemişler, sıralı kimyasal ekstraksiyonu içeren eski bir analitik prosedür iyileştirilmiş ve partiküller az miktarda bulunan metalleri (Cu, Co, Cr, Mn, Fe, Zn, Pb ve Ni) bölebilmek amacıyla kullanmışlardır, farklı fazları içeren katyonik ve anyonik Mn ile Cr türleri sızıntı ekstraksiyonu ve iyon değişimi yöntemi ile belirlenmişlerdir. Sonuç olarak; Gediz nehrinde Pb, Cr, Mn ve Zn, Büyük Menderes nehrinde ise Co, Mn ve Zn'de için kirliliğin boyutunun ciddi olduğunu söylemişlerdir.

Rieumont vd. (2005), Almendares Nehrinde yapmış oldukları çalışmalarında planlı iyileşme uygulamalarından önce o an ki su kalite kriterlerini değerlendirebilmek adına nehrin sedimentlerinde on beş numune alarak istasyonları kararlaştırmışlardır.

Sakana vd. (2009), yapmış oldukları çalışmada Tisza Nehri'de Cu, Zn ve Pb ile hafif seviyede kirlilik gösterdiği ve Cr ile az kirlendiği, Tisza Nehri'nin endüstriyel alanların içinde bulunmasından ve yoğun kentleşmeden kaynaklı ağır metal birikimi için depo olduğu anlaşılmıştır.

Pearl River Nehrinde yapılan çalışmada 21 adet numune (3.65 m derinliğe kadar) alınmıştır. Sonuçlar, istasyonların neredeyse hepsinde Pb ve Zn içeriğinin yüksek olduğunu göstermiştir. Fe, Co, Ni ve Cu konsantrasyonları arasında benzer ilişkilerin olduğu anlaşılmış ve Pb dağılımının da bölgedeki kömür kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir (Li vd. 1999).

Beutel vd. (2016), nitrat azotu, ötrofikasyondan tut da sağlıksal açıdan tehlikelere hatta bebekleri bile etkileyen çevresel sorunlara sahip ciddi bir su kirliliği sebebidir.

Karasu nehrindeki yapılan çalışmada 5 ayrı noktadan su örnekleri alınmış, ağır metal yönünden içeriklere bakıldığında noktalar arasında büyük farklılıklar olduğu görülmüştür (Sönmez vd. 2012).

Elmacı vd.(2010), Ulubat gölünde yaptıkları çalışmada önceden belirlenen bazı parametrelerin sonuçları sayesinde suyun kalite kriterlerini belirleyen farklı ulusal ve uluslararası yönetmeliklerin sınır değerleri ile karşılaştırılmışlardır. Göl su kalitesi yönünden değerlendirilmeye alınmıştır. Bu değerlendirme de Ulubat gölü su kalitesi kontrol yönetmeliğine göre IV. Sınıf olduğunu, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliğine göre de amonyum, magnezyum, bakır, kadmiyum ve çinko konsantrasyonlarının sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanında bulunan akarsularda bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmada suların asıl kirleticilerini; bazı turizm tesisleri ve yerleşim yerlerinin arıtma yapılmayan suları, tarımsal alanların drenaj sularından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Örneklerin sonuçlarına göre su kirliliğinin; burada ki suların tarımsal sulamada kullanılmasını sınırlandırdığı ve içme amaçlı kullanılmasının tehlikeli olduğunu belirtmişlerdir.

Kurnaz ve Güngör (2002), Kızılırmak üzerine yapmış oldukları çalışmada bir sene içerisinde aylık yaptıkları örneklemelerde pH, Ec, askıda katı madde, BOİ ve KOİ analizleri yapmışlardır. Sonuçlara göre Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre Kalite Değerleri düşünüldüğünde Kızılırmak akarsuyunun I. ve II. Sınıf su kalitesinde olduğu bazı örnek noktalarının da III. ve IV. Sınıf su kalite değerlerinde olduğunu söylemişlerdir.

Isparta'nın Aksu ilçesinden doğarak Antalya'nın Serik ilçesinden geçip denize dökülen Köprüçay akarsuyunun su kalite kriterleri araştırılmıştır. Kalite değerleri Şubat 2008- Ocak 2009 tarihleri arasında yapılmış ve kaynaktan döküldüğü bölgeye kadar 7 adet nokta belirlenmiştir. Bu noktalar da bulunan değerlerde ortalama, minimum ve maksimum olarak değerlendirmeye alınmıştır (Çiçek ve Ertan 2012).

Fazla miktarda gübrelerin kullanılması sebze üretimin de ve hayvanların beslenmesinde kullanılan yeşil sebzeler, nitrat artışına sebep olmaktadır. Bu durum en önemlisi içme suyunda nitratin 50 mg/L olarak sınır belirtildiği Avrupa Topluluğu ülkelerinde nitratin tüketilmesinin hayvanlar ve insanlarda bazı rahatsızlıklara yol açtığı

ve nitratın nitrite parçalanması sağlığa olan zararın da gündeme gelmesine sebep olmuştur (Alçıçek ve Başlar 1995).

Kaplan vd. (1999), Kumluca ilçesinde yapmış oldukları çalışmalarında 20 ayrı bölgedeki kuyudan örnekler almışlardır. Sonuçlara göre kuyu sularının NO<sub>3</sub> içerikleri 2.46 mg/L 164,94 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Bölgedeki kuyu sularında NO<sub>3</sub> kirlenmesinin ciddi boyutlarda olduğu, suların içilmesinin önlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Dökmen ve Kurtuluş (2004), Gölcük ve çevre köylerinde 8 ayrı akarsu kayağında yapmış oldukları çalışmalarında, 8 akarsuyunda rastgele olarak seçildiğini bu noktalardan yıl süresince her ay numune alınarak fiziksel, organik ve inorganik parametrelerin araştırmaları yapılmıştır.

Ağır metaller akarsulara; toprak içerisinde bulunan metallerin çözünmesi ile asit yağmurları ile ve endüstriyel atıklarla geçiş sağlarlar. Su kaynaklarına ulaşan ağır metalleri, suyun akış miktarına göre seyrelir ve bir bölümü karbonat, sülfat, sülfür olarak katılaşıp su dibine çökerek birikirler (Kahvecioğlu vd.).

Akdeniz bölgesi havzalarından biri olan Burdur gölü havzasında; beşeri bazı faaliyetlerin ardından kirlilik problemleri ortaya çıkmıştır. Yine aynı bölge de Asi Nehri, Seyhan ve Ceyhan Havzalarında sanayi, tarım ve insan kaynaklı faaliyetlerden dolayı su kalitesinin III. ve IV. sınıf aralığında olduğu bilinmektedir. Akdeniz'in diğer bölgelerinde ise daha kirlilik problemi söz konusu değildir (Akın ve Akın 2007).

Kumbur vd. (2008), Adanalıoğlu Belediyesi'nde yapmış oldukları çalışmalarında önceden almış oldukları su numunelerinde yaptıkları analizlerde, sebzelerin tarlaya dikim zamanında krom oranının diğer zamanlara istinaden yüksek olduğu görülmüşler, büyüme ve hasat zamanında ise kromun azalmasının toprağa farklı yollardan gelen kromun bitkiler tarafından alınmasından dolayı olabileceği söylenmiştir.

Portekiz de bulunan Ave Nehri çevresinde nehrin kalıntılarında ağır metaller(Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) tespit edilmiştir. Bu kirli bölgenin genel olarak sınıflandırılması sağlanmıştır. Bu sınıflamaya göre çok değişkenli veri analizi teknikleri, temel bileşen analizi ve öz vektör projeksiyonlarından yararlanılmıştır. Kirlenme özellikleri farklı olan beş genel bölge tespit edilmiş ve sınırlı bölgelerde az miktarda ağır metal konsantrasyon anormalliği bulunmuştur. Bütün örnekleme alanları için değişkenli analiz ile metal kirlilik indeksleri ile belirlenen genel metal kirliliği arasında iyi bir bağlantı elde etmiştir (Soares vd. 1999).

Minareci vd. (2004), Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin gediz akarsuyuna döktüğü su örneklerinde ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonlarını belirlemiş ve sonuçlara göre de su örneklerinde ortalama bazı değerler belirlemişlerdir. bakır 0.0161; demir 0.0103; mangan 0.0075; çinko 1.0579; kadmiyum 0.0036; kobalt 0.0063; krom 0.1055; nikel 0.0796; kurşun 0.2183 mg/L'dir.



Ayrıca değerler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen, Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri ile kıyaslanmış, su içerisindeki ağır metallerin yüksek seviyede olduğu bildirilmiştir. Sediment örneğinde ise değerler; bakır 346, demir 3072, mangan 145, çinko 631, kadmiyum 0.95, kobalt 0.98, krom 159, nikel 135, kurşun 25.5 mg/L'dır.

Fırtına deresinin su kalitesi Su Kirliliği Mevzuatında anlatılan kıta İçi Su Kalite Standartları'na göre bakıldığında fosfor iyonu dışında yüksek kaliteli (I. Sınıf) su kalitesinde ve insan kullanımı için sular hakkında yönetmeliğe uygun olduğu anlaşılmıştır. Derenin sularının bir tek dezenfeksiyon ile içme suyu tedarikinin dışında su ürünleri yetiştiriciliği ve başka amaçlar için kullanılabilir su özelliğinde olduğu bildirilmiştir (Gedik vd. 2010).

İçme suyu ile beraber vücuda giren nitratın yüksek seviyelerde olması başta bebeklerde nitratın nitrite indirgendiği, meydana gelen nitritinde kandaki hemoglobini okside ederek taşınmaz methemoglobine çevirdiği ve sonucunda da mavi bebek hastalığına yol açtığı bildirilmiştir (Anonim 2004).

Asi akarsuyundan yıl genelinde aylık bazda 12 defa numune alınmıştır. su kalite kriterlerinden BOİ, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, KOİ, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, askıda katı madde, toplam sertlik, silis analizleri yapılmış olup, analizlerin sonucunda Asi Nehri'nin az kirli su sınıfında ve kirlenme riski altında bulunduğu bildirilmiştir (Taşdemir ve Göksu 2001).

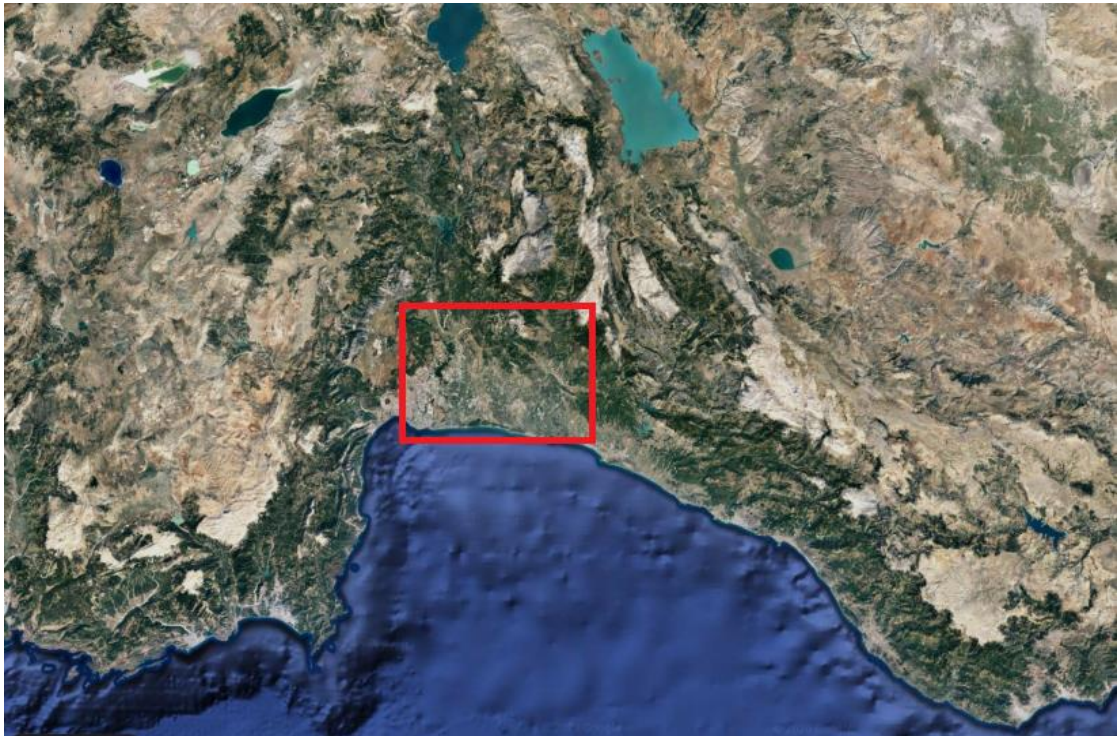
Gomti nehrindeki çalışmada akarsu da yüksek BOİ, KOİ, nitrat, amonyum ve fosfat görülmüştür (sırasıyla 12.84 mg/L, 77.94 mg/L, 36.88 mg/L, 6.04 mg/L ve 2.25 mg/L). Gomti Nehrinin suyunun Fe, Cd, Cu, Cr ve Pb gibi farklı metallerle kontamine olduğu bulunmuştur. Bunlarda sırayla 5.54 mg/L, 1.05 mg/L, 3.74 mg/L, 2.57mg/L ve 0.73 mg/L ölçülmüştür (Shah vd. 2015).

Woitke vd. (2015), Tuna nehrinde yapmış oldukları çalışmalarında 74 noktadan numune almış ve Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni ve Zn konsantrasyonları tespit etmişlerdir. Tuna nehri ve bazı bölgelerindeki birkaç noktada yüksek değerlerde element konsantrasyonları belirlemişlerdir. Özellikle de Irongate'de başlayıp Tuna Nehri'nin alt kısmında yüksek değerlerde Cd bulunduğu söylenmiştir.

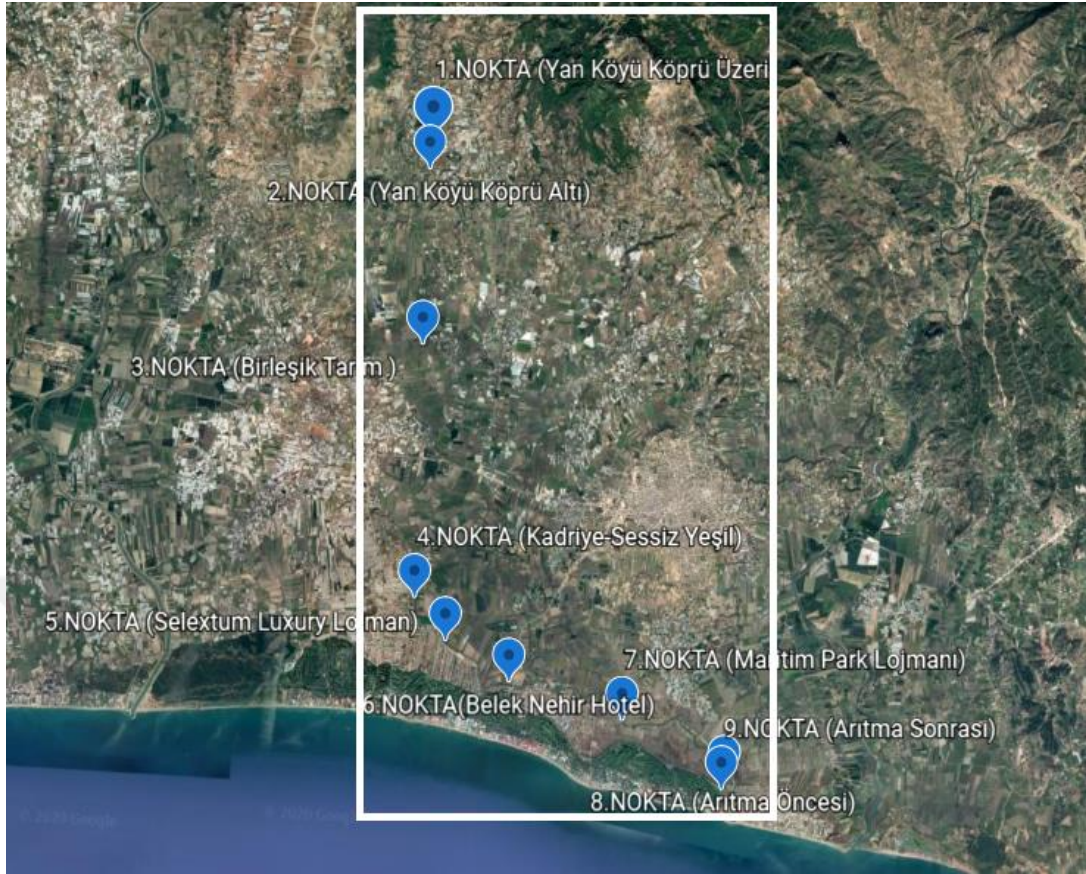
### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Acısu deresi, batısında Aksu ırmağı ile doğusunda Manavgat ırmağı arasında kalan Antalya'nın Serik ilçesinin Büğüş Köyünden doğarak birçok tarla ve sera alanlarının bulunduğu arazilerden geçmektedir. Antalya'da turizm için çok önemli bir merkez olan Belek'te, otellere görsel amaçlı hizmet ettikten sonra Akdeniz'e dökülmektedir (Şekil 3.1). Aynı zamanda çevre halkı tarafından balıkçılık ve su sporları gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Yine belli bir kısmı Belek'te özel koruma bölgesi sınırları içerisine girer. Aksu ve Manavgat ırmakları devamlı akmakta ve sürekli akım olmasından kaynaklı su debisi bahar ve yaz aylarında yüksek değerlere çıkmaktadır. Acısu deresi, bölgede bulunan iki büyük nehir gibi dönemler arasında debisinde farklılıklar gösterebilmektedir. Özellikle yaz aylarında az yağıştan kaynaklı su miktarı döküldüğü yerden kaynağa doğru ciddi seviyelerde azalmaktadır. Acısu deresi yaklaşık 44 km uzunluğunda olup çevresindeki tarım arazilerini sulanmasında aktif bir şekilde değerlendirilmektedir. Son zamanlarda çevre düzenlenmesi yapılmış olsa da bölgedeki diğer nehirlerde yaşandığı gibi yağış rejimine bağlı olarak zaman zaman taşkınlarla neden olabilmektedir. Bölge halkı için doğal kaynak olarak da önemli bir yere sahip olan Acısu Deresi'nin geçtiği arazilerde son zamanlarda artan sera varlığı ve yapılaşmadan dolayı su kalitesinin incelenmesi gerektiği düşünülmüştür (Şekil 3.2. ve Şekil 3.3). Mevsimsel değişiklikler göz önünde bulundurularak Acısu deresinden Ağustos 2019 ve Şubat 2020 olmak üzere iki dönemde ve belirlenen 9 farklı örnekleme istasyonundan su örnekleri alınmış ve alınan su örnekleri çalışma materyallerini oluşturmuştur.



Şekil 3.1. Çalışma alanı



Şekil 3.2. Örnekleme istasyon numaraları



Şekil 3.3. Acısu çevresindeki narenciye bahçeleri ve arıcılık faaliyeti





**Şekil 3.4.** Acısu çevresindeki oteller, arıtma tesisi ve balıkçılık faaliyet alanları

Örnek almak için kullanılan su şişeleri, numuneler alınmadan önce laboratuvar ortamında saf su ile yıkanmıştır. Örnekleme istasyonlarından alınan su örnekleri mikrobiyolojik aktiviteyi önlemek için 5-6 damla kadar toluen (Hach, 1989) koyulup laboratuvara getirilmiş, analizler bitinceye kadar buzdolabında saklanmıştır (Şekil 3.5). Aynı yerden alınan numuneler ikiye bölünmüş bir şişesi iz element ve ağır metal analizlerinde (Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg) diğer şişe ise geriye kalan analizlerde (pH, EC, toplam N, P, Mg, K, Ca, Na,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , B) kullanılmıştır. İz element ve ağır metallerin analiz edileceği örnek şişelerine HCl ve  $\text{HNO}_3$  (1:3) ilave edilerek pH=2'ye düşürülmüştür (Saatçı vd. 1988).



**Şekil 3.5.** Su örneklerinin alımı

### 3.2. Metot

**A. Elektriksel iletkenlik (EC):** Alınan numunelerde elektriksel iletkenlik, Whetton köprüsü prensibiyle otomatik sıcaklık düzeltmesi yapabilen direkt EC metre cihazı ile ölçülmüştür (Ayyıldız 1976).

**B. pH:** Alınan numunelerde pH, cam elektrotlu pH metre ile direkt ölçülmüştür (Ayyıldız 1976).

**C. Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ve bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):** Fenolfitaleyn ve metil oranjla renklendirilip sülfirik asit titrasyonu ile titrimetrik analiz metodu kullanılarak yapılmıştır Ayyıldız (1976).

**D. Klor ( $\text{Cl}^-$ ):** % 5'lik potasyum kromat indikatörü kullanılarak gümüş nitrat titrasyonu ile Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır.

**E. Bor (B):** Su numunelerinin Bor konsantrasyonları Atomik Spektroskopik Yöntem olarak adlandırılan ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektroskopisi) cihazında belirlenmiştir.

**F. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ):** Su numunesindeki nitrat azotunun devarda alaşımı kullanmak suretiyle kuvvetli alkali bir çözeltide bulunan nitratları amonyak haline indirgeyerek, amonyağın destilasyonu ile Kjeldahl metoduna göre 0.1 N Sülfürik asit ile titre edilerek hesaplanması esasına dayanır (TS ISO 7890-3/Mart 1999).

**G. Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):** Su numunesindeki sülfat iyonları, kontrollü şartlar altında baryum sülfat süspansiyonu şekline dönüştürülür. Süspansiyonu kararlı hâle getirmek ve bozucu etkileri en az seviyede tutmak için, süspansiyona gliserin çözeltisi ve sodyum klorür çözeltisi ilave edilir. Türbidimetrik yöntemle elde edilen bulanıklık spektrofotometre’de ölçülerek sülfat konsantrasyonları belirlenmiştir (TS 5095-Aralık 2013).

**H. Toplam Azot (N):** Su örnekleri Kjeldahl metodu ile sülfürik asitle yaş yakma yapılarak suda bulunan organik azotun amonyum azotu şekline dönüştürülmesi sonucunda alkali ortamda yapılan destilasyonda açığa çıkan amonyak miktarından toplam azot belirlenerek gerçekleştirilmiştir.

**İ. Fosfor (P) , potasyum (K) , kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) , sodyum ( Na):** Su örneklerinin toplam P, K, Ca, Mg, Na konsantrasyonları doğrudan ICP-OES cihazında ölçülerek belirlenmiştir.

**J. Demir (Fe), çinko (Zn), mangan( Mn) , bakır (Cu), nikel (Ni), krom (Cr), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As) , civa ( Hg):** Su numunelerdeki iz elementler ve ağır metallerin (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, As, Hg) konsantrasyonlarını belirlemek için TS EN 13650, EPA 3052, TS EN ISO 15587-1 analiz yöntemleri kullanılmış ve sudaki miktarları kral suyunda çözündürüldükten sonra ICP-OES (Perkin Elmer Optima 7000 DV) cihazında tespit edilmiştir.

### 3.3.İstatistiksel Analiz Metodları

Çalışmamız sonucunda örnekleme dönemlerine göre iki grubun sayısal verileri arasındaki farkın analizinde, Independent Samples t test ( Bağımsız İki Örneklem t Testi) kullanılmıştır. Örneklem istasyonlarına göre grupların sayısal verileri arasındaki farkın analizinde Tek Yönlü Varyans Analizi’nden (ANOVA) yararlanılmıştır. Anlamlı çıkan durumlarda ikili karşılaştırmalar Duman Testi ile ve analizler SPSS 23.0 programı ile yapılmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Acısu deresinin önceden belirlenen istasyonlarından alınan su örnekleri kalite kriterleri yönünden değerlendirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları 2019 yılı Ağustos ayı için Çizelge 4.1’de, 2020 Şubat ayı için ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin 2019 yılı ağustos ayı analiz sonuçları

| İstasyon No | pH                      | EC<br>µS/cm              | Toplam N<br>mg/L | Toplam P<br>mg/L | K<br>mg/L                | Ca<br>mg/L                | Mg<br>mg/L                 | Na<br>mg/L    |
|-------------|-------------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|
| 1           | 6.8<br>(1) <sup>a</sup> | 701<br>(C2) <sup>b</sup> | 19.6<br>(4)      | 0.141<br>(2)     | 3.01<br>(T) <sup>c</sup> | 54.67<br>(T) <sup>c</sup> | 42.04<br>(TE) <sup>c</sup> | 35.79<br>(1)  |
| 2           | 7.7<br>(1)              | 814<br>(C3)              | 15.0<br>(4)      | 0.019<br>(1)     | 2.97<br>(T)              | 76.15<br>(T)              | 53.17<br>(TE)              | 31.62<br>(1)  |
| 3           | 7.7<br>(1)              | 443<br>(C2)              | 15.6<br>(4)      | 0.001<br>(1)     | 2.60<br>(T)              | 60.09<br>(T)              | 20.00<br>(TE)              | 7.79<br>(1)   |
| 4           | 6.9<br>(1)              | 519<br>(C2)              | 14.0<br>(4)      | 0.005<br>(1)     | 2.92<br>(T)              | 66.74<br>(T)              | 23.23<br>(TE)              | 11.22<br>(1)  |
| 5           | 8.0<br>(1)              | 496<br>(C2)              | 18.2<br>(4)      | 0.007<br>(1)     | 3.21<br>(T)              | 61.05<br>(T)              | 24.17<br>(TE)              | 13.21<br>(1)  |
| 6           | 8.0<br>(1)              | 535<br>(C2)              | 15.4<br>(4)      | 0.001<br>(1)     | 2.92<br>(T)              | 61.64<br>(T)              | 24.71<br>(TE)              | 19.13<br>(1)  |
| 7           | 8.6<br>(1)              | 2990<br>(C4)             | 16.8<br>(4)      | 0.074<br>(2)     | 17.46<br>(T)             | 78.58<br>(T)              | 70.33<br>(TE)              | 416.20<br>(4) |
| 8           | 8.1<br>(1)              | 6870<br>(C4)             | 19.0<br>(4)      | 0.189<br>(3)     | 39.87<br>(T)             | 94.09<br>(T)              | 157.7<br>(TE)              | 1039<br>(4)   |
| 9           | 7.1<br>(1)              | 7520<br>(C4)             | 32.2<br>(4)      | 0.139<br>(2)     | 43.98<br>(T)             | 100.4<br>(T)              | 176.1<br>(TE)              | 1180<br>(4)   |
| Min         | 6.80                    | 443                      | 14.0             | 0.001            | 2.60                     | 54.67                     | 20.00                      | 7.79          |
| Maks.       | 8.60                    | 7520                     | 32.2             | 0.189            | 43.98                    | 100.40                    | 176.10                     | 1180          |
| Ort.        | 7.66                    | 2320                     | 18.42            | 0.064            | 13.21                    | 72.60                     | 65.71                      | 305.99        |

<sup>a</sup>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri’ne göre yapılan sınıflandırmada istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

<sup>b</sup>ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre su örneklerinin yer aldığı tuzluluk sınıfları

<sup>c</sup>Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) iç sulara ve denizlerdeki istihsal yerlerine dökülmesi yasak olan zararlı maddeler ve alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler listesi

T: Tolere ( Tolere Edilebilir Değer K için 50 mg/L; Ca için 800 mg/L)

TE: Tolere Edilemez (Tolere Edilebilir Değer Mg için 14 mg/L)

**Çizelge 4.1.**'in devamı

| İstasyon<br>No | Fe<br>µg/L             | Mn<br>µg/L | Zn<br>µg/L | Cu<br>µg/L | Cd<br>µg/L | Ni<br>µg/L | Pb<br>µg/L | Cr<br>µg/L | As<br>µg/L | Hg<br>µg/L |
|----------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1              | 58<br>(1) <sup>a</sup> | 14<br>(1)  | 9<br>(1)   | 5<br>(1)   | 1<br>(1)   | 13<br>(1)  | ESERİ      | 3<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 2              | 358<br>(2)             | 16<br>(1)  | 20<br>(1)  | 58<br>(3)  | ESERİ      | 7<br>(1)   | 2<br>(1)   | 6<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 3              | 255<br>(1)             | 12<br>(1)  | 21<br>(1)  | 57<br>(3)  | ESERİ      | 5<br>(1)   | ESERİ      | 7<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 4              | 683<br>(2)             | 27<br>(1)  | 63<br>(1)  | 118<br>(3) | ESERİ      | 9<br>(1)   | 7<br>(1)   | 8<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 5              | 782<br>(2)             | 25<br>(1)  | 56<br>(1)  | 113<br>(3) | ESERİ      | 8<br>(1)   | 2<br>(1)   | 4<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 6              | 794<br>(2)             | 26<br>(1)  | 47<br>(1)  | 72<br>(3)  | ESERİ      | 8<br>(1)   | ESERİ      | 9<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 7              | 736<br>(2)             | 32<br>(1)  | 279<br>(2) | 112<br>(3) | ESERİ      | 8<br>(1)   | ESERİ      | 4<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 8              | 509<br>(2)             | 31<br>(1)  | 58<br>(1)  | 106<br>(3) | ESERİ      | 6<br>(1)   | ESERİ      | 3<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 9              | 459<br>(2)             | 22<br>(1)  | 27<br>(1)  | 80<br>(3)  | ESERİ      | 5<br>(1)   | ESERİ      | 3<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| Min.           | 58                     | 12         | 9          | 5          | ESERİ      | 5          | ESERİ      | 3          | ESERİ      | ESERİ      |
| Maks.          | 794                    | 32         | 279        | 118        | ESERİ      | 13         | 7          | 9          | ESERİ      | ESERİ      |
| Ort.           | 515                    | 23         | 64         | 80         | ESERİ      | 7.66       | 1.22       | 5.22       | ESERİ      | ESERİ      |

<sup>a</sup>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri'ne göre yapılan sınıflandırmada istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

Çizelge.4.1.'nin devamı

| İstasyon<br>No | Cl <sup>-</sup><br>mg/L  | CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup><br>mg/L | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | B<br>µg/L                | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup><br>mg/L |
|----------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1              | 34<br>(1) <sup>a,b</sup> | ESERİ                                 | 335                                   | 33<br>(1) <sup>a,c</sup> | ESERİ                                | 96<br>(1)                             |
| 2              | 32<br>(1)                | ESERİ                                 | 443                                   | 29<br>(1)                | ESERİ                                | 63<br>(1)                             |
| 3              | 12<br>(1)                | ESERİ                                 | 272                                   | ESERİ                    | ESERİ                                | 13<br>(1)                             |
| 4              | 14<br>(1)                | ESERİ                                 | 300                                   | ESERİ                    | ESERİ                                | 18<br>(1)                             |
| 5              | 14<br>(1)                | 7                                     | 276                                   | ESERİ                    | ESERİ                                | 19<br>(1)                             |
| 6              | 27<br>(2)                | 10                                    | 260                                   | ESERİ                    | ESERİ                                | 21<br>(1)                             |
| 7              | 739<br>(4)               | ESERİ                                 | 300                                   | 161<br>(1)               | ESERİ                                | 133<br>(1)                            |
| 8              | 2204<br>(4)              | 30                                    | 250                                   | 403<br>(1)               | ESERİ                                | 323<br>(2)                            |
| 9              | 2614<br>(4)              | ESERİ                                 | 300                                   | 444<br>(1)               | ESERİ                                | 348<br>(2)                            |
| Min.           | 12                       | ESERİ                                 | 250                                   | ESERİ                    | ESERİ                                | 13                                    |
| Maks.          | 2614                     | 30                                    | 443                                   | 444                      | ESERİ                                | 348                                   |
| Ort.           | 632                      | 5.22                                  | 304                                   | 118.88                   | ESERİ                                | 114.88                                |

<sup>a</sup>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri'ne göre yapılan sınıflandırmada istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

<sup>b</sup>Klor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

<sup>c</sup>Bor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.



**Çizelge 4.2.** Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin Şubat 2020 yılı analiz sonuçları

| İstasyon No | pH                      | EC $\mu\text{S/cm}$      | Toplam N mg/L | Toplam P mg/L | K mg/L                   | Ca mg/L      | Mg mg/L       | Na mg/L       |
|-------------|-------------------------|--------------------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|---------------|---------------|
| 1           | 7.1<br>(1) <sup>a</sup> | 601<br>(C2) <sup>b</sup> | 19.6<br>(4)   | ESERİ         | 2.73<br>(T) <sup>c</sup> | 72.06<br>(T) | 27.4<br>(TE)  | 24.13<br>(1)  |
| 2           | 8.0<br>(1)              | 549<br>(C2)              | 42.0<br>(4)   | ESERİ         | 2.38<br>(T)              | 60.07<br>(T) | 26.47<br>(TE) | 21.55<br>(1)  |
| 3           | 7.7<br>(1)              | 653<br>(C2)              | 19.5<br>(4)   | 0.004<br>(1)  | 3.54<br>(T)              | 70.54<br>(T) | 33.56<br>(TE) | 24.83<br>(1)  |
| 4           | 6.9<br>(1)              | 658<br>(C2)              | 33.6<br>(4)   | 0.02<br>(1)   | 4.06<br>(T)              | 70.49<br>(T) | 31.05<br>(TE) | 28.35<br>(1)  |
| 5           | 6.6<br>(1)              | 758<br>(C3)              | 28.0<br>(4)   | 0.311<br>(2)  | 4.66<br>(T)              | 64.74<br>(T) | 42.71<br>(TE) | 41.03<br>(1)  |
| 6           | 6.7<br>(1)              | 565<br>(C2)              | 18.2<br>(4)   | 0.022<br>(2)  | 3.49<br>(T)              | 60.30<br>(T) | 27.26<br>(TE) | 26.3<br>(1)   |
| 7           | 6.6<br>(1)              | 715<br>(C2)              | 12.6<br>(4)   | 0.04<br>(2)   | 4.47<br>(T)              | 66.19<br>(T) | 31.32<br>(TE) | 45.04<br>(1)  |
| 8           | 6.6<br>(1)              | 2360<br>(C4)             | 16.0<br>(4)   | 0.045<br>(2)  | 13.34<br>(T)             | 75.74<br>(T) | 64.57<br>(TE) | 319.70<br>(4) |
| 9           | 6.6<br>(1)              | 2850<br>(C4)             | 15.4<br>(4)   | 0.062<br>(2)  | 16.34<br>(T)             | 83.33<br>(T) | 73.01<br>(TE) | 393.70<br>(4) |
| Min.        | 6.6                     | 549                      | 12.6          | ESERİ         | 2.38                     | 60.07        | 26.47         | 21.55         |
| Maks.       | 8.0                     | 2850                     | 33.6          | 0.311         | 16.34                    | 83.33        | 73.01         | 393.7         |
| Ort.        | 6.97                    | 1078                     | 22.76         | 0.072         | 6.11                     | 69.27        | 39.70         | 102.73        |

<sup>a</sup>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri'ne göre yapılan sınıflandırmada istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

<sup>b</sup>ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre su örneklerinin yer aldığı tuzluluk sınıfları

<sup>c</sup>Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) iç sulara ve denizlerdeki istihsal yerlerine dökülmesi yasak olan zararlı maddeler ve alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler listesi

T: Tolere ( Tolere Edilebilir Değer K için 50 mg/L; Ca için 800 mg/L)

TE: Tolere Edilemez (Tolere Edilebilir Değer Mg için 14 mg/L)

Çizelge 4.2.'nin devamı

| İstasyon<br>No | Fe<br>µg/L             | Mn<br>µg/L | Zn<br>µg/L | Cu<br>µg/L | Cd<br>µg/L | Ni<br>µg/L | Pb<br>µg/L | Cr<br>µg/L | As<br>µg/L | Hg<br>µg/L |
|----------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1              | 42<br>(1) <sup>a</sup> | 11<br>(1)  | ESERİ      | ESERİ      | ESERİ      | 4<br>(1)   | ESERİ      | 7<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 2              | 23<br>(1)              | 9<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      | ESERİ      | 2<br>(1)   | ESERİ      | 4<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 3              | 114<br>(2)             | 13<br>(1)  | ESERİ      | ESERİ      | ESERİ      | 8<br>(1)   | ESERİ      | 3<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 4              | 496<br>(2)             | 22<br>(1)  | ESERİ      | ESERİ      | ESERİ      | 12<br>(1)  | ESERİ      | 6<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 5              | 666<br>(2)             | 28<br>(1)  | 30<br>(1)  | 73<br>(3)  | ESERİ      | 12<br>(1)  | ESERİ      | 2<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 6              | 621<br>(2)             | 23<br>(1)  | ESERİ      | 7<br>(1)   | ESERİ      | 14<br>(1)  | ESERİ      | 8<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 7              | 792<br>(2)             | 44<br>(1)  | 36<br>(1)  | 97<br>(3)  | ESERİ      | 12<br>(1)  | ESERİ      | 7<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 8              | 343<br>(2)             | 23<br>(1)  | ESERİ      | ESERİ      | ESERİ      | 11<br>(1)  | ESERİ      | 4<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| 9              | 860<br>(2)             | 37<br>(1)  | 44<br>(1)  | 99<br>(3)  | ESERİ      | 13<br>(1)  | ESERİ      | 8<br>(1)   | ESERİ      | ESERİ      |
| Min            | 23                     | 9          | ESERİ      | ESERİ      | ESERİ      | 2          | ESERİ      | 2          | ESERİ      | ESERİ      |
| Maks.          | 860                    | 44         | 44         | 99         | ESERİ      | 14         | ESERİ      | 8          | ESERİ      | ESERİ      |
| Ort.           | 440                    | 23         | 36         | 69         | ESERİ      | 9.8        | ESERİ      | 5.4        | ESERİ      | ESERİ      |

<sup>a</sup>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri'ne göre yapılan sınıflandırmada istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

Çizelge 4.2.'nin devamı

| İstasyon<br>No | Cl <sup>-</sup><br>mg/L | CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup><br>mg/L | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | B<br>µg/L             | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup><br>mg/L |
|----------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1              | 72 (2) <sup>a,b</sup>   | ESERİ                                 | 340                                   | ESERİ                 | ESERİ                                | 45 (1)                                |
| 2              | 49 (2)                  | 9                                     | 278                                   | ESERİ                 | ESERİ                                | 39 (1)                                |
| 3              | 49 (2)                  | 9                                     | 311                                   | ESERİ                 | ESERİ                                | 45 (1)                                |
| 4              | 65 (2)                  | ESERİ                                 | 325                                   | 15 (1) <sup>a,b</sup> | ESERİ                                | 56 (1)                                |
| 5              | 98 (2)                  | ESERİ                                 | 357                                   | ESERİ                 | ESERİ                                | 60 (1)                                |
| 6              | 59 (2)                  | ESERİ                                 | 278                                   | 16 (1)                | ESERİ                                | 48 (1)                                |
| 7              | 145 (2)                 | ESERİ                                 | 298                                   | 125 (1)               | ESERİ                                | 63 (1)                                |
| 8              | 1152 (4)                | ESERİ                                 | 288                                   | 153 (1)               | ESERİ                                | 141 (1)                               |
| 9              | 1460 (4)                | ESERİ                                 | 300                                   | 269 (1)               | ESERİ                                | 171 (1)                               |
| Min.           | 49                      | ESERİ                                 | 278                                   | 125                   | ESERİ                                | 39                                    |
| Maks.          | 1460                    | 9                                     | 357                                   | 269                   | ESERİ                                | 171                                   |
| Ort.           | 1851                    | 2                                     | 308                                   | 64.22                 | ESERİ                                | 74                                    |

<sup>a</sup>Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterleri'ne göre yapılan sınıflandırmada istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

<sup>b</sup>Klor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

<sup>c</sup>Bor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

**Çizelge 4.3.** Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Değişik Tablo1:RG -13/2/2008 – 26786 tablosundan özetlenmiştir)

| Su Kalite Parametreleri                               | I       | II      | III     | IV              |
|-------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-----------------|
| pH                                                    | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.0-9.0 | 6.0-9.0 dışında |
| Toplam kjeldahl azotu (mg/L)                          | 0.5     | 1.5     | 5       | >5              |
| Toplam fosfor (P) (mg/L)                              | 0.02    | 0.16    | 0.65    | >0.65           |
| Sodyum (Na) (mg/L)                                    | 125     | 125     | 250     | >250            |
| Demir (Fe) (µg/L)                                     | 300     | 1000    | 5000    | >5000           |
| Mangan (Mn) (µg/L)                                    | 100     | 500     | 3000    | >3000           |
| Çinko (Zn) (µg/L)                                     | 200     | 500     | 2000    | >2000           |
| Bakır (Cu) (µg/L)                                     | 20      | 50      | 200     | >200            |
| Nikel (Ni) (µg/L)                                     | 20      | 50      | 200     | >200            |
| Krom (Toplam Cr) (µg/L)                               | 20      | 50      | 200     | >200            |
| Kurşun (Pb) (µg/L)                                    | 10      | 20      | 50      | >50             |
| Kadmiyum (Cd) (µg/L)                                  | 3       | 5       | 10      | >10             |
| Arsenik (As) (µg/L)                                   | 20      | 50      | 100     | >100            |
| Civa (Hg) (µg/L)                                      | 0.1     | 0.5     | 2       | >2              |
| Klor (Cl) <sup>b</sup> (mg/L)                         | 25      | 200     | 400     | >400            |
| Bor (B) <sup>c</sup> (µg/L)                           | 1000    | 1000    | 1000    | >1000           |
| Nitrat azotu (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) (mg/L) | 5       | 10      | 20      | >20             |
| Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) (mg/L)        | 200     | 200     | 400     | >400            |

<sup>a</sup>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı'nın Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Değişik tablo 1:R.G.-13/2/200826786)([http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Su\\_Kirliligi\\_Kontrolu\\_Yonetmeligi.pdf](http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Su_Kirliligi_Kontrolu_Yonetmeligi.pdf) ve [http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/SKKY\\_EK.pdf](http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/SKKY_EK.pdf) [Erişim tarihi:05.10.2020])

<sup>b</sup>Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitinin düşürülmesi gerekir.

<sup>c</sup>Bor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

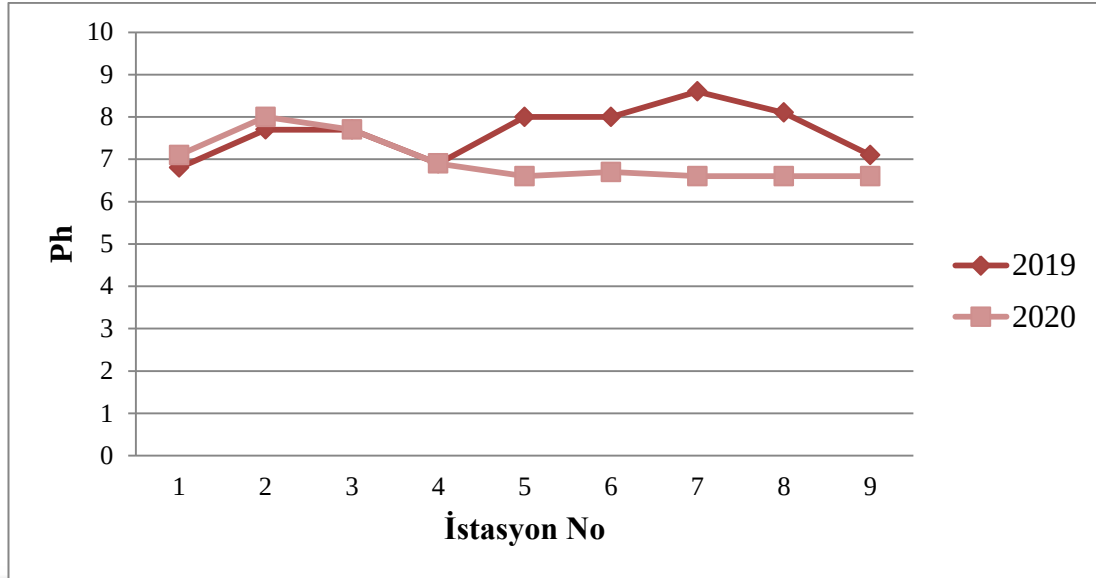
**Çizelge 4.4.** Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) iç sulara ve denizlerdeki istihsal yerlerine dökülmesi yasak olan zararlı maddeler ve alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler listesi (Anonim 2005)

| Parametreler                              | Tolere Değer |
|-------------------------------------------|--------------|
| Nitrat azotu ( $\text{NO}_3^-$ -N) (mg/L) | 4.2          |
| Kalsiyum mg/L                             | 800          |
| Magnezyum mg/L                            | 14           |
| Sodyum mg/L                               | 85           |
| Potasyum mg/L                             | 50           |
| Klorür mg/L                               | 170          |
| Sülfat mg/L                               | 90           |
| Demir mg/L                                | 0.7          |
| Mangan mg/L                               | 1            |
| Çinko mg/L                                | 3            |
| Bor $\mu\text{g/L}$                       | 3000         |
| Kurşun $\mu\text{g/L}$                    | 100          |
| Krom $\mu\text{g/L}$                      | 100          |
| Kadmiyum $\mu\text{g/L}$                  | 10           |
| Nikel $\mu\text{g/L}$                     | 300          |
| Arsenik $\mu\text{g/L}$                   | 100          |

#### 4.1.Su Örneklerinin pH Düzeyleri

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin pH değerleri 2019 için minimum 6.80, maksimum 8.60 ve ortalama 7.66 olarak tespit edilmiştir. 2020 yılı için ise pH minimum 6.6, maksimum 8.0 ve ortalama 6.97 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3'e baktığımızda her iki dönemde de su örneklerinin pH değerinin 1. sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmüştür.



**Şekil 4.1.** Su örneklerinin pH değerlerinin istasyonlara göre değişimi

Şekil 4.1.'de Ağustos 2019 pH değerleri, Şubat 2020 yılına oranla daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu farklılığın iklimsel bir faktör olduğu, yazın suyun buharlaşmasından dolayı yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

#### 4.2. Su Örneklerinin EC (Tuzluluk) Düzeyleri

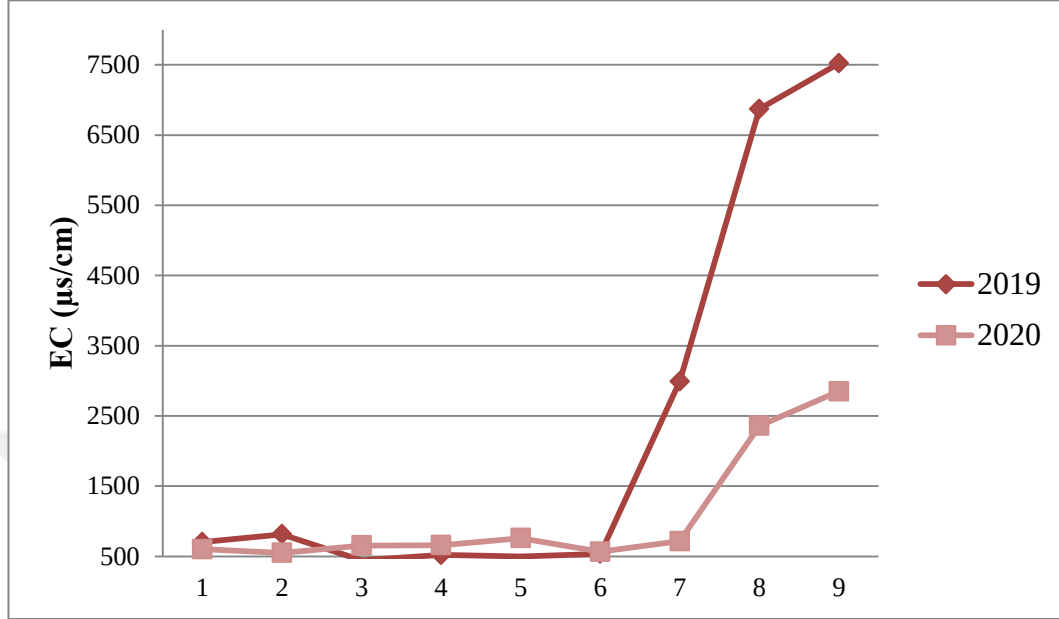
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin 2019 yılı EC değeri Çizelge 4.1'de 2020 yılı EC değerleri Çizelge.4.2'de verilmiştir. Sonuçlara göre 2019 yılı EC minimum 443  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , maksimum 7520  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ve ortalama 2320  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'dir. 2020 yılı ise minimum 549  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , maksimum 2850  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ve ortalama 1078  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'dir.

Çizelge 4.5.'de verilen ABD Riverside Tuzluluk laboratuvarı (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre Ağustos 2019'de alınan su örnekleri C4 (aşırı tuzlu), Şubat 2020'de alınan su örnekleri ise C3 (tuzlu) sınıfında yer almaktadır. Bu durumun nedeninin Şubat'da gerçekleşen örneklemenin kış mevsiminde olmasından dolayı yağışların etkisi ile meydana gelen seyrelmeden olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.5.** ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı Su Tuzluluğu Sınıflandırması (Anonymous 1954)

| SINIFLAR | $\text{EC} \times 10^{-6}$ , 25 °C ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| C1       | 250>                                                           |
| C2       | 250-750                                                        |
| C3       | 750-2250                                                       |
| C4       | 2250 <                                                         |

Örnekleme noktalarında ölçülen EC değerleri açısından Ağustos 2019’da gerçekleşen örnekleme genel olarak Şubat 2020’ye göre daha tuzlu olduğu görülmektedir. (Şekil 4.2).



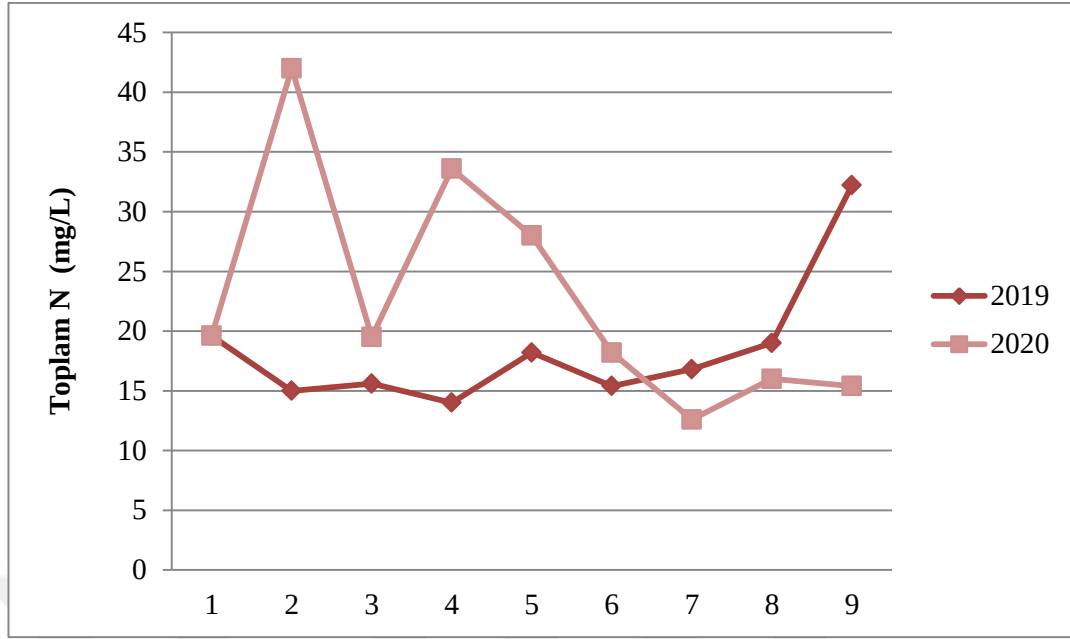
**Şekil 4.2.** Su örneklerinin EC (µs/cm) düzeylerinin istasyonlara göre değişimi

#### 4.3. Su Örneklerinin Toplam Azot Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı toplam azot (N) değeri Çizelge 4.1’de Şubat 2020 yılı toplam azot (N) değerleri Çizelge.4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre Ağustos 2019 yılında toplam azot minimum 14.0 mg/L, maksimum 32.2 mg/L ve ortalama 18.42 mg/L olarak bulunmuştur. 2020 yılında ise; minimum 12.6 mg/L, maksimum 33.6 mg/L ve ortalama 22.76 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); her iki dönem verileri için su kalitesinin 4. sınıf olduğu görülmüştür. Şekil 4.3’ü incelendiğinde Şubat 2020’de toplam azot miktarının daha fazla olduğu ancak 7, 8 ve 9. noktalara doğru azalmaya başladığı; Ağustos 2019’de ise toplam azot miktarının da diğer döneme göre daha az olduğu ve 7, 8 ve 9. noktalara doğru artmaya başladığı görülmektedir.

Yüzey suları ile birleşmiş olan azotlu birleşikler insan ve doğal kaynaklı olabilmektedir. İnsan kaynaklı olanlar; evsel atık suları, arıtma tesisleri, mezbahalar, tarımda kullanılan gübreler ve kimya endüstrileri ve yağmur suları ile birlikte taşınmaktadırlar. Azotlu birleşikler su kirliliği söz konusu olunca farklı etkiler yapabilmektedirler ve bunların en başında ötrofikasyon gelmektedir (Şener vd. 1994). Acısu deresi etrafında tarımsal faaliyetler, yerleşim alanlarının artışı ve özellikle arıtma tesisinden kaynaklı azot miktarında artış olabileceği düşünülmektedir.



**Şekil 4.3.** Su örneklerinin azot konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

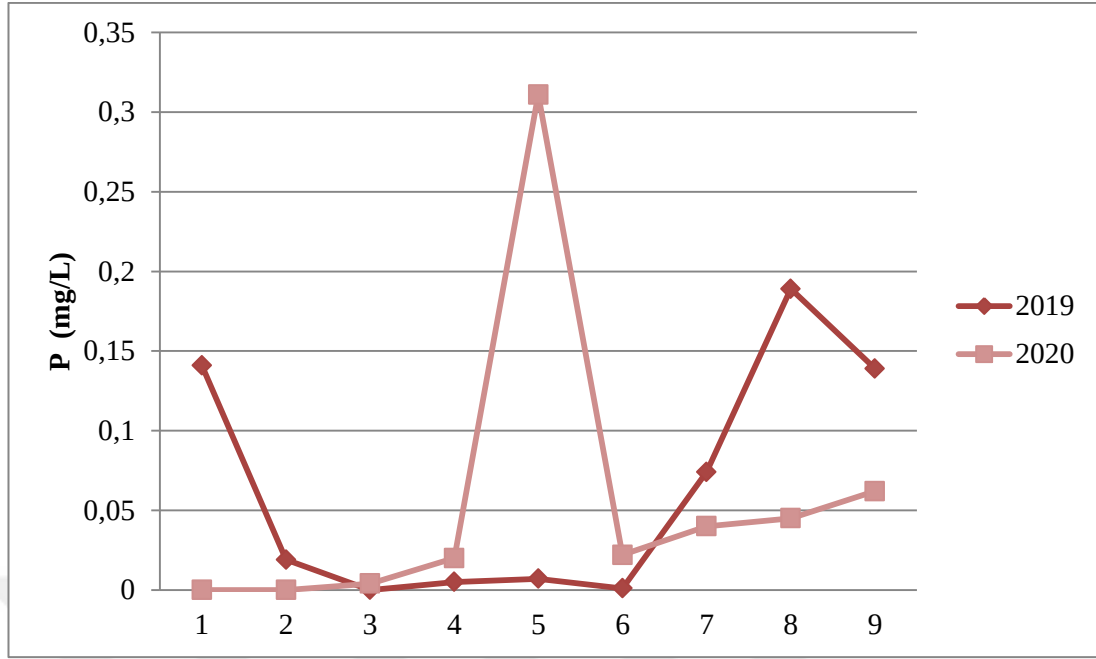
#### 4.4. Su Örneklerinin Fosfor Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı fosfor (P) sonuçları Çizelge 4.1’de; Şubat 2020 yılı fosfor (P) sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre 2019 yılında fosfor minimum 0.019 mg/L ve maksimum 0.189 mg/L ve ortalama 0.064 mg/L’dir. 2020 yılında fosfor minimum eseri miktarda maksimum 0.311 mg/L ve ortalama 0.072 mg/L’ olarak bulunmuştur.

Kıta içi su kaynakları sınıfları kalite kriterlerine göre; örnekleme noktalarının 2019 verileri suyun kalite sınıfının 8. istasyonda 3. sınıf, diğer istasyonlarda 1 ve 2. sınıf olduğu, 2020 yılında ise genel olarak 1 ve 2. sınıf olarak değerlendirmesi yapılmıştır. Su kaynaklarının içerisindeki fosfor oranının artmasında ki en büyük etkenler; endüstriyel atıklar, besin atıkları, tarımda kullanılan gübreler ve temizlikte kullanılan deterjanlardır (Şener vd. 1994).

Şekil 4.4.’de görüldüğü gibi 2019 yılında 9. istasyona doğru değerlerin artması derenin tarım arazilerini, yerleşim alanlarını ve özellikle arıtma tesisini geçerek bu noktaya ulaşmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. 2020 yılında ise 4. istasyondan 5. istasyona geçişte değerlerin artış sebebi çevresindeki yapılaşmadan kaynaklı suya başka kirletici etmenlerin karışmış olabilir. 6. istasyonda fosfor değeri düşüşe geçmiş, ancak 7., 8., 9. İstasyonlarda artış eğilimine girmiştir. Bunun en önemli nedeninin arıtma tesisinin etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.





**Şekil 4.4.** Su örneklerinin fosfor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

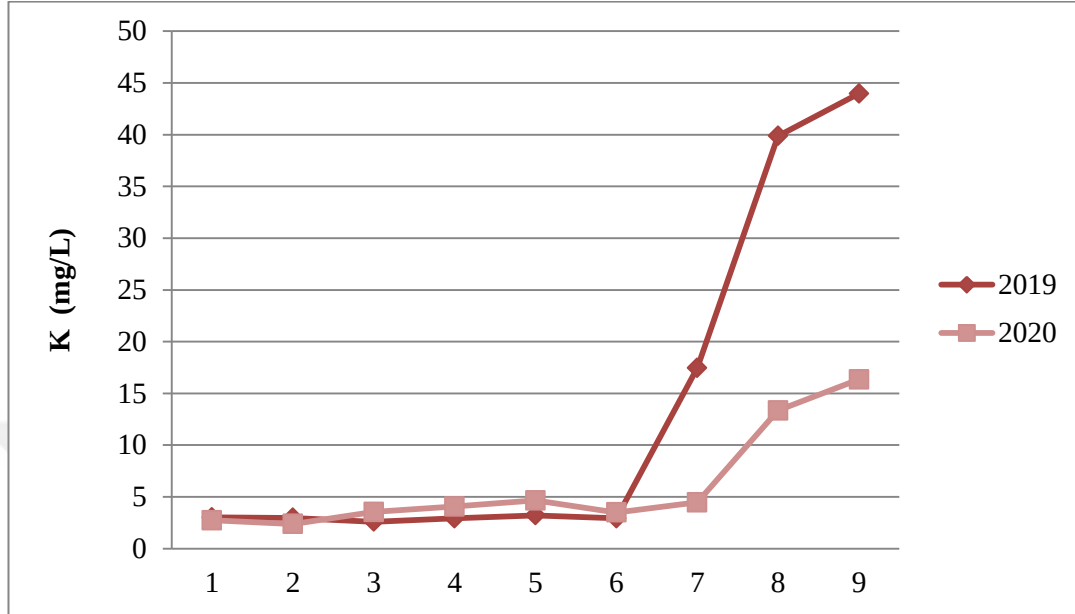
#### 4.5. Su Örneklerinin Potasyum Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı potasyum (K) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı potasyum (K) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre potasyum konsantrasyonları ; 2019 yılında minimum 2.60 mg/L, maksimum 43.98 mg/L ve ortalama 13.21 mg/L’dir. 2020 yılında ise minimum 2.38 mg/L, maksimum 16.34 mg/L ve ortalama 6.11 mg/L olarak bulunmuştur.

Su ürünleri yönetmeliğine göre ortama ait kabul edilen değerlerdeki potasyum için verilen sınır değer 50 mg/L’dir. Buna göre Acısu Deresi’nde ölçülen değerlerin tolere değerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Şekil 4.5’de 2019 yılı değerlerinin 2020 yılından daha yüksek olduğu ve her iki örnekleme döneminde de 6. istasyondan sonra yükselmeye başladığı görülmektedir. Elmacı vd. (2010) Ulubat Gölü’nde yapmış oldukları çalışmalarında yıl içerisinde ortalama potasyumun 3.28 mg/L olduğunu bildirmişlerdir. Hütter (1992) yerüstü sularında yüksek potasyum konsantrasyonu belirlenmesini çevredeki tarım arazilerinden yağışla birlikte potasyumlu gübrelerin yıkanmış olmasıyla ilgili olabileceğini rapor etmiştir.

Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanı akarsuyu içerisinde yaptıkları çalışmada potasyum miktarının minimum 0.01 me/L, maksimum da 0.16 me/L ve ortalama 0.06 me/L olduğunu belirtmişlerdir.



**Şekil 4.5.** Su örneklerinin potasyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

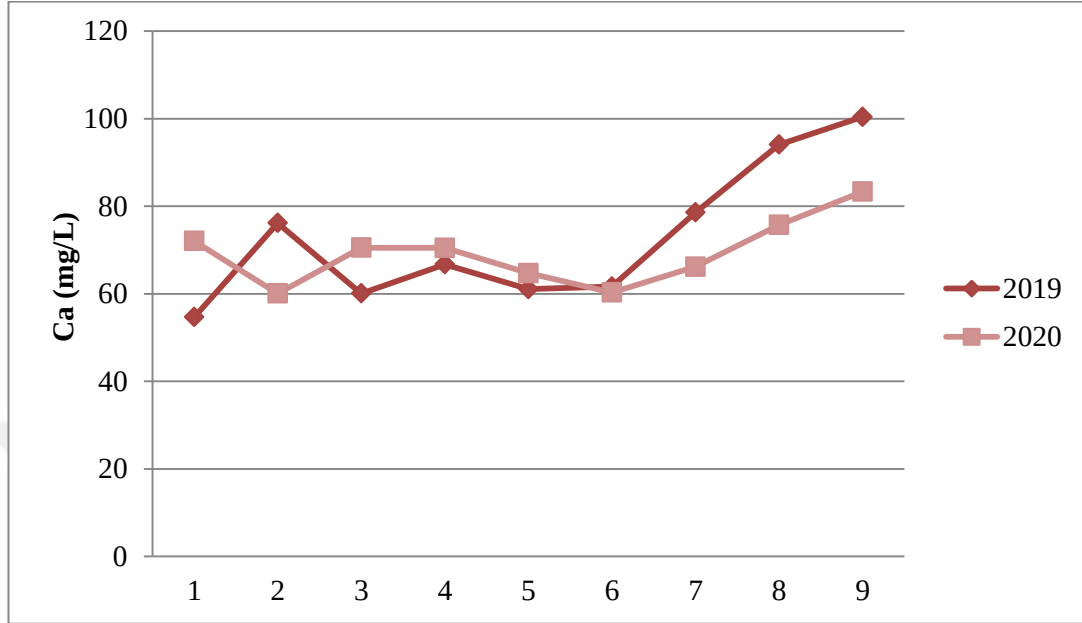
#### 4.6. Su Örneklerinin Kalsiyum Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı kalsiyum (Ca) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı kalsiyum (Ca) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre değerlere; 2019 yılında minimum 54.67 mg/L, maksimum 100.40 mg/L ve ortalama 72.60 mg/L’dir. 2020 yılında ise minimum 60.07 mg/L, maksimum 83.33 mg/L ve ortalama 69.27 mg/L olarak bulunmuştur. 2019 kalsiyum değerlerinin, 2020 değerlerinden fazla olduğu ve her iki örnekleme döneminde de 6. istasyondan sonra yükseldiği belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Su ürünleri yönetmeliğine göre ortama ait kabul edilebilir tolere kalsiyum konsantrasyonu sınır değeri 800 mg/L’dir. Örnekleme sonuçlarımızda baktığımızda Acusu Deresi’nde ki değerlerin sınır değerin altında olduğu görülmektedir.

Köprüçay Nehri’nde ki bir çalışmada kalsiyum konsantrasyonu en çok 103 mg/L (Temmuz-2008), en az 34.6 mg/L ve ortalama 57.35 mg/L olarak bulunmuştur (Çiçek ve Ertan 2012).

Belek özel çevre koruma alanı akarsuyunda yapılan bir çalışmada kalsiyum konsantrasyonunun minimum 1.76 me/L, maksimum 5.42 me/L ve ortalama 3.18 me/L olarak belirlendiği rapor edilmiştir (Kaplan ve Sönmez 2000).



**Şekil 4.6.** Su örneklerinin kalsiyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

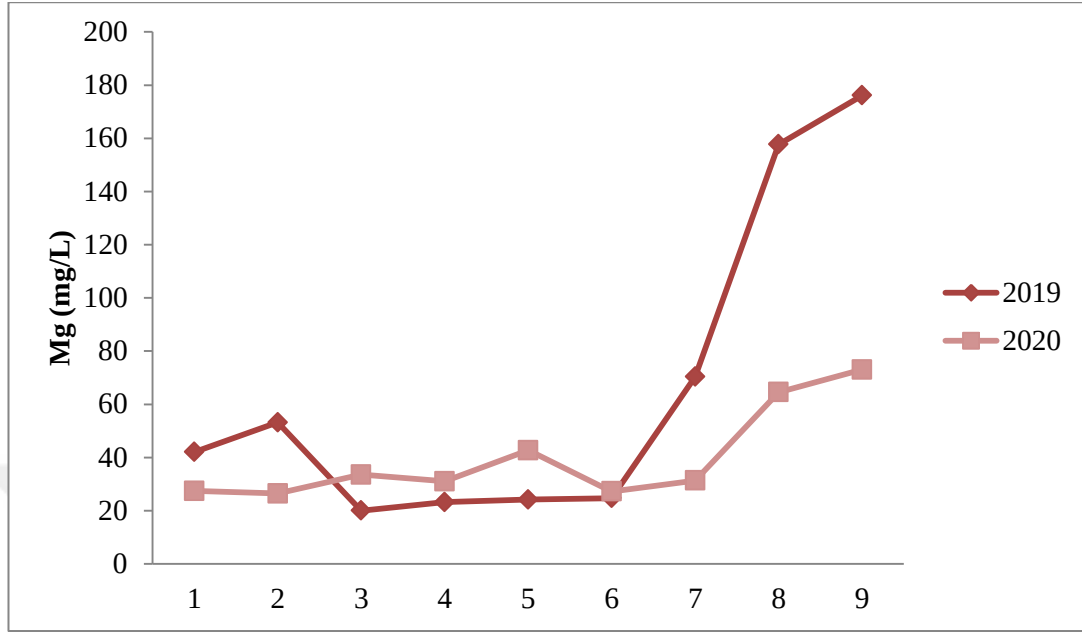
#### 4.7. Su Örneklerinin Magnezyum Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin 2019 yılı magnezyum (Mg) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2020 yılı magnezyum (Mg) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; magnezyum konsantrasyon değerleri 2019 yılında minimum 20.00 mg/L, maksimum 176.10 mg/L ve ortalama 65.71 mg/L’dir. 2020 yılında ise minimum 26.47 mg/L, maksimum 73.01 mg/L ve ortalama 39.70 mg/L olarak bulunmuştur. Şekil 4.7’de gördüğümüz gibi her iki örnekleme döneminde de 2019 yılında daha fazla olmak üzere 6. istasyondan sonra magnezyum değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Su ürünleri yönetmeliğine göre ortama ait kabul edilebilir tolere değerlerde magnezyum için verilen sınır değer 14 mg/L’dir. 2019 ve 2020 örnek sonuçlarına baktığımızda magnezyum konsantrasyonunun izin verilen sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Dişli vd. (2004) tarafından, elementlerden Ca ve Mg’un yüksek değerlerde olmasının içme, sulama suyu ve endüstriyi kısıtladığı bildirilmektedir.

Elmacı vd. (2010) Ulubat Gölü’nde ki çalışmalarında magnezyum konsantrasyonunu 37.83 mg/L olarak belirlenmiştir. Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanı akarsuyundaki çalışmalarında magnezyum konsantrasyonunu

minimum 0.62 me/L, maksimum 3.35 me/L ve ortalama 2.10 me/L olarak tespit etmişlerdir.



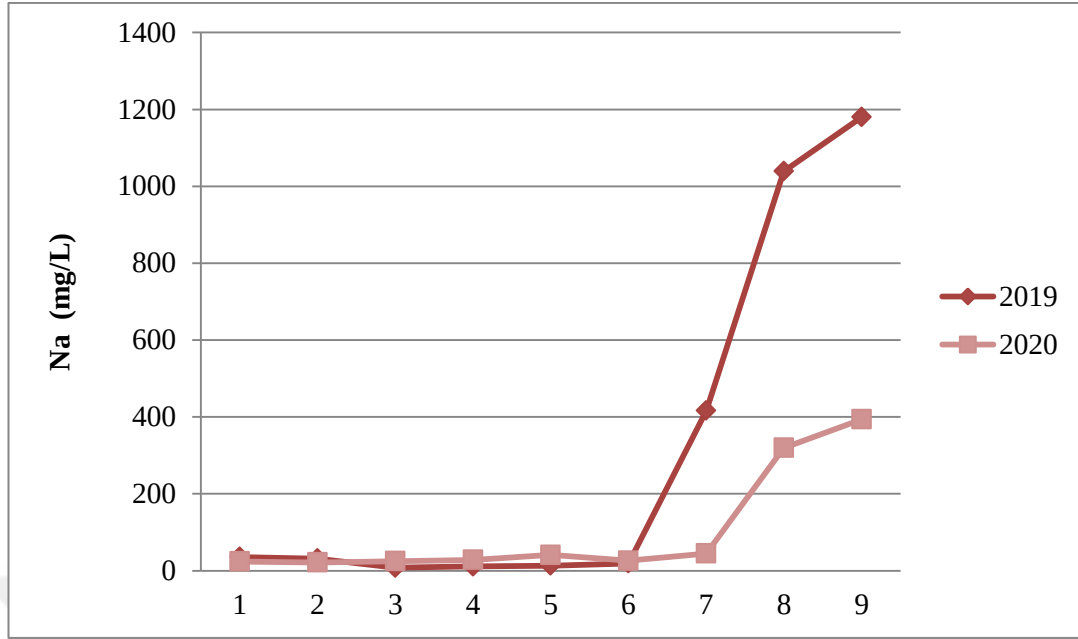
**Şekil 4.7.** Su örneklerinin magnezyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.8.Su Örneklerinin Sodyum Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı sodyum (Na) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı sodyum (Na) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılında sodyum değerleri minimum 7.79 mg/L, maksimum 1180 mg/L ve ortalama 305.99 mg/L’dir. 2020 yılında ise sodyum değerleri minimum 21.55 mg/L, maksimum 393.70 mg/L ve ortalama 102.73 mg/L olarak bulunmuştur.

Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3). değerlendirdiğimizde Şekil 4.8’de gördüğümüz gibi 2019 yılında 6. istasyondan sonra Na değerlerinde ciddi bir yükseliş vardır. Aynı durum 2020 yılında da 7. istasyondan sonra görülmektedir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait sodyum kabul edilebilir sınır değerleri 85 mg/L’dir. Buna bağlı olarak Acısu Deresi’nde ölçülen sodyum konsantrasyonlarının sınır değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.8.** Su örneklerinin sodyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.9. Su Örneklerinin Demir Konsantrasyonları

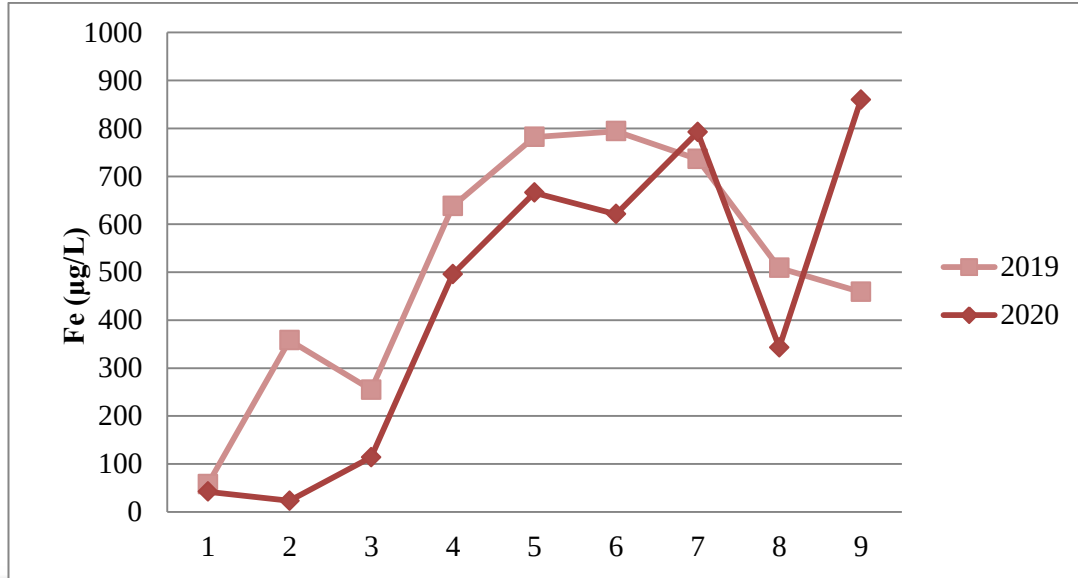
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı demir (Fe) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı demir (Fe) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı demir minimum 58 µg/L, maksimum 794 µg/L’dir ve ortalama 515 µg/L’dir. 2020 yılı demir minimum 23 µg/L, maksimum 860 µg/L’dir ve ortalama 440 µg/L olarak bulunmuştur.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) 2019 ve 2020 yılı tüm istasyonlarda örnekler 1. ve 2. sınıf su sınıfına dahil olmaktadır.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir tolere değerlerde demir için uygun görülen değer 700 µg/L’dir. Buna göre Acısu Deresi’nde 2019 yılında 5., 6., 7., 8. ve 9. istasyonlarda sınır değerlerin üzerindedir, 2020 yılında ise 7. Ve 9. İstasyonlar sınır değerlerin üzerinde, diğer istasyonlarda sınırın altındadır.

Özbay vd. (2013) Berdan Çayı’nda yapmış oldukları çalışmalarında demir içeriğinin 24594.79 µg/g olduğunu bulmuşlardır.

Minareci vd. (2004)’nin çalışmasında su örneklerinde demir içeriği 0.0103 mg/L olarak tespit edilmiştir. Buna göre İzmir ve Manisa Çevre İl Müdürlüklerinin birlikte yürüttükleri Gediz Havzası Çalışmaları raporuna göre sulama suları için izin verilebilen maksimum ağır metal konsantrasyonunun (Fe 5 mg/L) altında olduğunu görmüşlerdir.



**Şekil 4.9.** Su örneklerinin demir konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

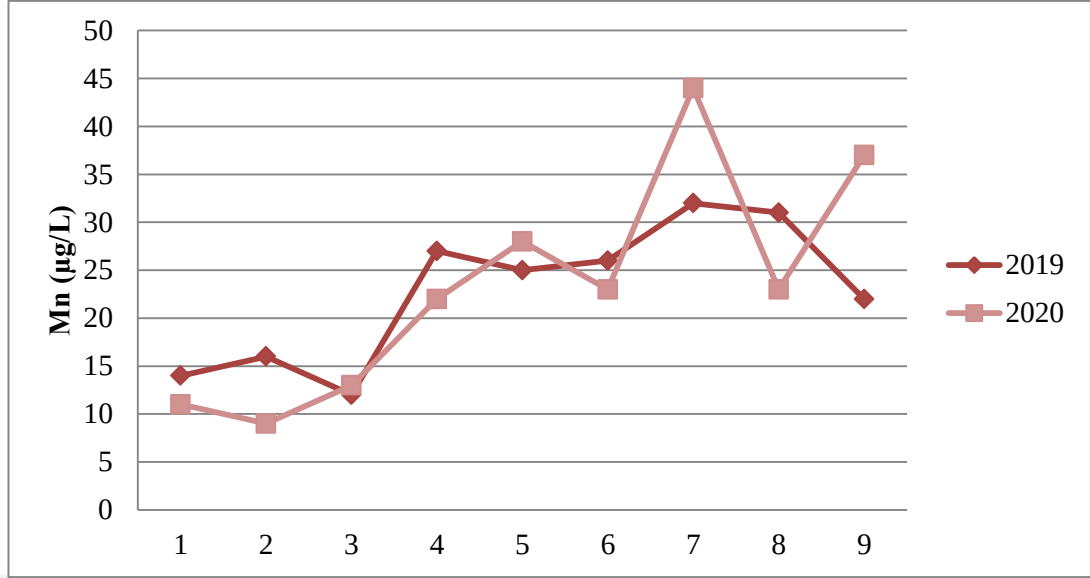
#### 4.10. Su Örneklerinin Mangan Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı mangan (Mn) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı mangan (Mn) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı mangan minimum 12 µg/L maksimum 32 µg/L ‘dir ve ortalama 23 µg/L ‘dir. 2020 yılı mangan minimum 9 µg/L, maksimum 44 µg/L’dir ve ortalama 23 µg/L olarak bulunmuştur.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) 2019 (yaz) ve 2020 (kış) örnekleme Acısu Dere’si mangan konsantrasyonuna göre 1. Sınıf su kaliteye sahiptir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir sınır değeri 1000 µg/L’dir. Sınır değere göre mangan konsantrasyonu her iki dönem içinde risk içermemektedir.

Kır vd. (2007)’nin Kovada gölündeki çalışmalarında mangan içeriğinin kış 2006 ‘da ICP –OES ile belirlenebilir konsantrasyonun altında bulurken diğer mevsimlerde mangan içeriğini 0.003-0.150 mg/L aralığında bulmuşlardır. Maksimum değerlerin ilkbahar 2005’de, en düşük değerlerin ise yaz 2005’de olduğunu bildirmişlerdir.



**Şekil 4.10.** Su örneklerinin mangan konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

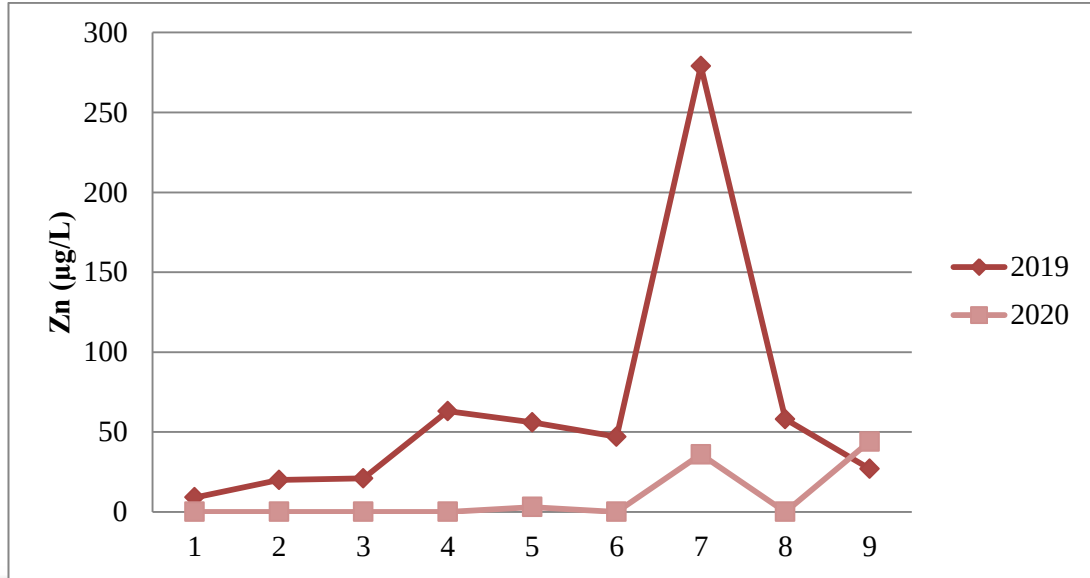
#### 4.11. Su Örneklerinin Çinko Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı çinko (Zn) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı çinko (Zn) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı çinko minimum 9 µg/L, maksimum 279 µg/L’dir ve ortalama 64 µg/L’dir. 2020 yılı ise çinko minimum eseri miktarda maksimum 44 µg/L’dir ve ortalama 36 µg/L olarak bulunmuştur.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) 2019 yılı 7. istasyon 2. sınıf, diğer istasyonlar 1. sınıf, 2020 yılı tüm istasyonlar 1. sınıf su sınıfı içerisinde bulunmaktadır.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer çinko için 3 mg/L’dir. Şekil 4.11’de gördüğümüz gibi iki dönem içinde çinko konsantrasyonu kabul edilebilir değerler içerisinde ve bir risk söz konusu değildir.

Kır vd. (2007)’nin çalışmalarında çinko içeriği ilkbahar-2005’de 0.027 mg/L, kış 2006 da ise 0.012 mg/L olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.11.** Su örneklerinin çinko konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.12. Su Örneklerinin Bakır Konsantrasyonları

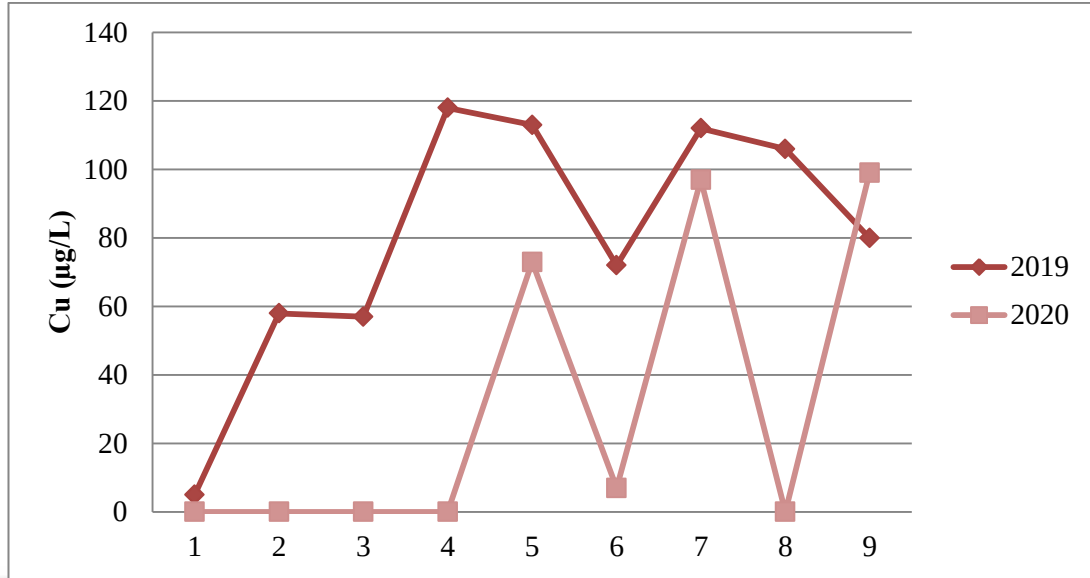
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı bakır (Cu) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı bakır (Cu) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı bakır minimum 5 µg/L, maksimum 118 µg/L’dir ve ortalama 80 µg/L’dir. 2020 yılı bakır minimum eseri miktarda maksimum 99 µg/L’dir ve ortalama 69 µg/L olarak bulunmuştur.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2019 yılında 1. istasyon 1. sınıf, diğer istasyonlar 2. sınıf su sınıfında, 2020 yılında 1., 2., 3., 4. ve 8. istasyonlar 1. sınıf, diğer istasyonlar 2. sınıf olarak değerlendirilebilir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır bakır için 10 µg/L’dir. 2019 yılı örneklerinde 1. istasyon dışındakiler sınır değerin üzerindedir. 2020 yılında ; 5., 7. ve 9. istasyonlar sınır değerlerin üzerindedir (Şekil 4.12). Değerlerin sınırın üzerinde olmasının sebebi olarak bitkilerin hastalık ve zararlılardan koruma aşamalarında, bakır içerikli ilaçların kullanılıyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sönmez vd. (2012) Karasu Irmağı’ndaki çalışmalarında bakır bakımından yapmış oldukları değerlendirme de 5 noktanın da bakır içeriğini çok kirli olarak tespit edip 4. sınıf su kategorisinin üstünde olduğunu söylemişlerdir.





**Şekil 4.12.** Su örneklerinin bakır konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

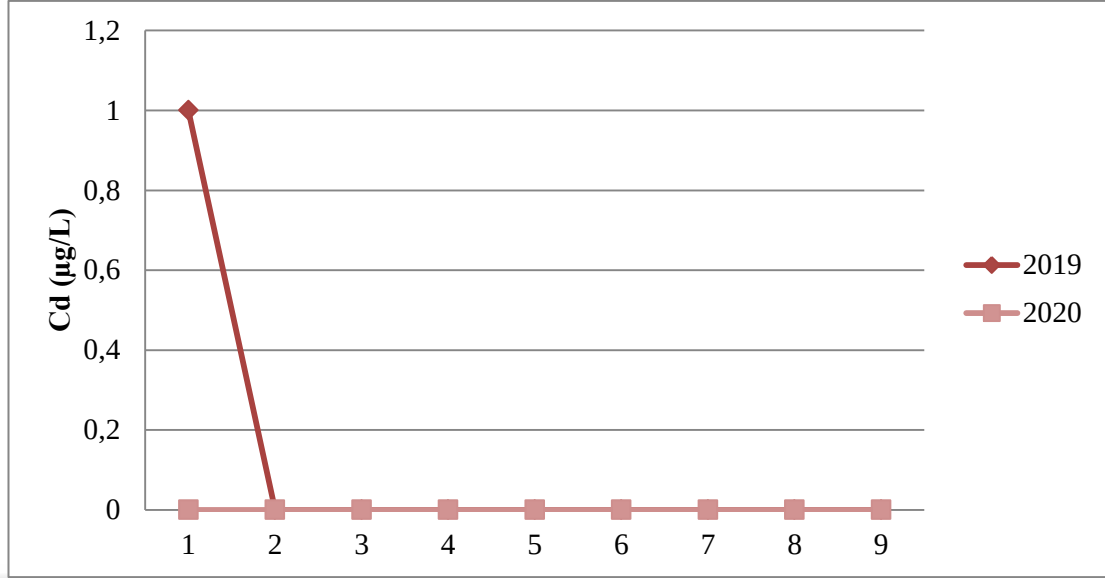
#### 4.13. Su Örneklerinin Kadmiyum Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı kadmiyum (Cd) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı kadmiyum (Cd) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı kadmiyum minimum eseri miktarda, maksimum 1 µg/L’dir ve ortalama µg/L’dir. 2020 yılı sonuçları ise eseri miktarda bulunmuştur.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2019 ve 2020 yılındaki tüm istasyonlar 1. sınıf, olarak tespit edilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer kadmiyum için 10 µg/L’dir. İki dönemde de tüm istasyonlar sınır değerinin altındadır (Şekil 4.13).

Rios-Arana vd. (2004) çalışmalarında kadmiyum içeriğinin Boderkland istasyonunda 0.285 mg/L, Montoyo Drain’de 0.217 mg/L, American Dam’da düşük konsantrasyonda, Gaging Station istasyonunda 0.023 mg/L, La Hacienda istasyonunda 0.018 mg/L, San Elizario’da 0.004mg/L den az ve Guayuco istasyonunda 0.225 mg/L olarak göstermişlerdir.



**Şekil 4.13.** Su örneklerinin kadmiyum konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.14. Su Örneklerinin Nikel Konsantrasyonları

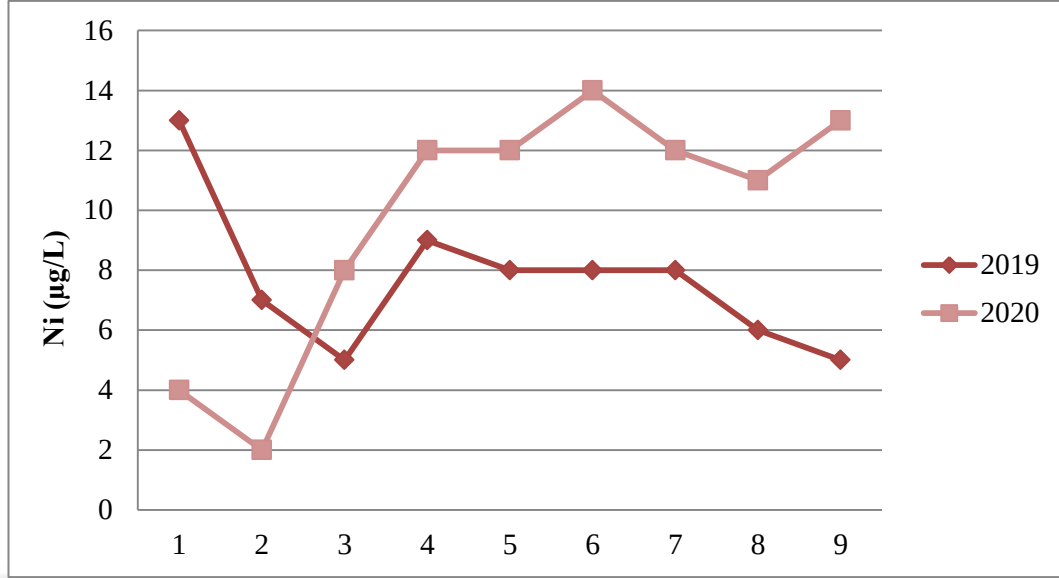
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı nikel (Ni) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı nikel (Ni) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı nikel minimum 5 µg/L, maksimum 13 µg/L’dir ve ortalama 8 µg/L’dir. 2020 yılı ise minimum 2 µg/L maksimum 14 µg/L ve ortalama 9 µg/L olarak tespit edilmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) tüm istasyonlar 1. sınıf su sınıfı içerisinde bulunmaktadır.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer (Çizelge 4.4.) nikel için 300 µg/L’dir. Üst sınır değere göre değerlendirme yaparsak; iki dönemde tüm istasyonlar sınır değerlerin altındadır ve nikel açısından Acısu Dere’si bir risk içermemektedir.

Karamanis vd. (2008) yapmış oldukları çalışmalarında nikel sonuçlarının Aliakmonas Irmağında 1.1 – 22.2 µg/L, Pinios Irmağında 0.9-12.4 µg/L, Kalamas Irmağı’nda 0.6-6.2 µg/L, Louros Irmağı’nda 0.3-5.9 µg/L ve Aoos Irmağı’nda 1.6-6.8µg/L arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Sönmez vd. (2012) çalışmasında tarımsal faaliyetin aktif ve yoğun olarak yapıldığı yerlere yakın olan bölgelerden alınan su örneklerinin nikel içeriğinin yüksek olduğunu bildirmiştir.



**Şekil 4.14.** Su örneklerinin nikel konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

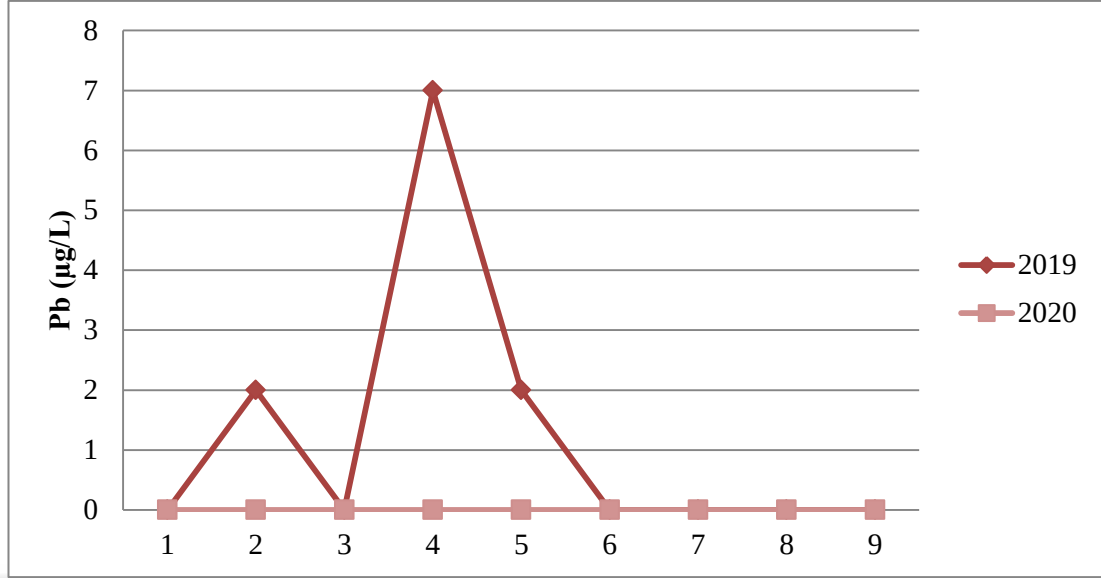
#### 4.15. Su Örneklerinin Kurşun Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı kurşun (Pb) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı kurşun (Pb) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı kurşun minimum eseri miktarda, maksimum 7 µg/L’dir ve ortalama 2 µg/L’dir. 2020 yılı örneklerinin tamamı eseri miktardadır.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); İki dönemde içinde tüm istasyonlar 1. sınıf su sınıfı içerisinde bulunmaktadır.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer kurşun için 100 µg/L’dir. Sınır değere göre sonuçları değerlendirirsek iki dönem içinde tüm istasyonlar kurşun bakımından sınır değerlerin altındadır ve risk içermemektedir (Şekil 4.15).

Gültekin vd. (2012) Trabzon akarsularında yapmış oldukları çalışmalarında akarsuların kurşun değeri bakımından birbirleri arasında ciddi bir fark bulunmadığını ve Değirmendere’de en fazla değeri tespit ettiklerini bildirmişlerdir.



**Şekil 4.15.** Su örneklerinin kurşun konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.16. Su Örneklerinin Krom Konsantrasyonları

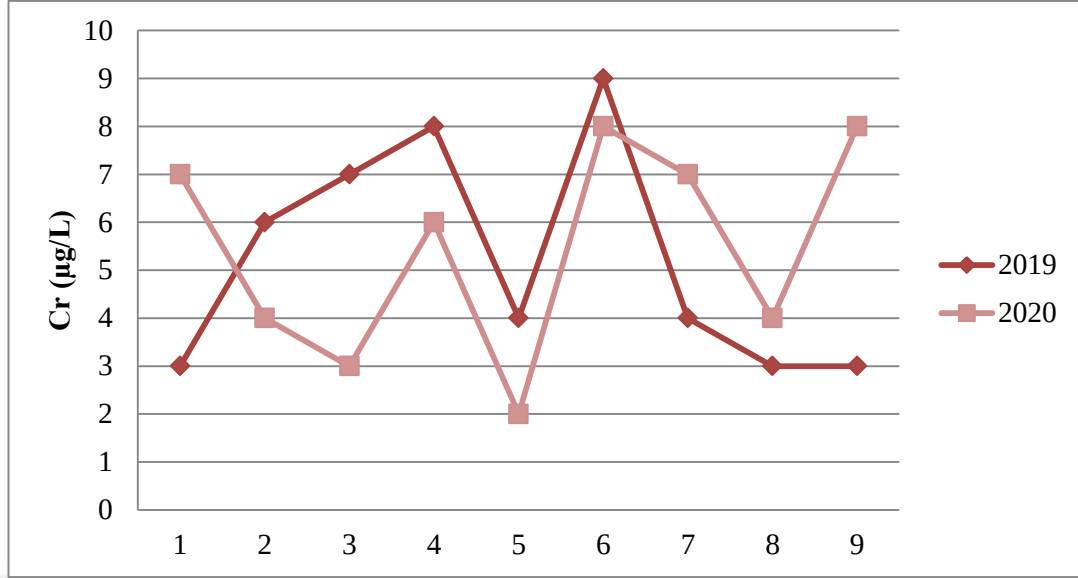
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı krom (Cr) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı krom (Cr) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı krom minimum 3 µg/L, maksimum 9 µg/L’dir ve ortalama 44 µg/L’dir. 2020 yılı ise minimum 2 µg/L maksimum 70 µg/L ve ortalama 12 µg/L olarak tespit edilmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2019 ve 2020 dönemlerinde tüm örnekleme noktaları 1. sınıf su sınıfı içerisinde bulunmaktadır.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer krom için 100 µg/L’dir. Sonuçları değerlendirirsek iki dönemde tüm istasyonlar sınır değerinin altındadır ve krom açısından Acısı Deresi risk içermemektedir (Şekil 4.16).

Özbay vd. (2013) Berdan Çayı’nda yaptığı çalışmasında aldığı sediment örneklerinden en yüksek krom içeriğinin 82.35 µg/g olarak bulmuştur.

Kır vd. (2007) Kovada Gölü’ndeki çalışmalarında krom içeriğinin bütün örnekleme dönemlerinde sınır değerin altında olduğunu bildirmişlerdir.



**Şekil 4.16.** Su örneklerinin krom konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.17. Su Örneklerinin Arsenik Konsantrasyonları

Yapılan analizlerde 2019 ve 2020’de alınan su örneklerinde arsenik konsantrasyonu ICP-OES cihazı ile belirlenebilir limitlerinin altında bulunmuştur.

#### 4.18. Su Örneklerinin Cıva Konsantrasyonları

Yapılan analizlerde 2019 ve 2020’de alınan su örneklerinde cıva konsantrasyonu ICP-OES cihazı ile belirlenebilir limitlerinin altında bulunmuştur.

#### 4.19. Su Örneklerinin Klor Konsantrasyonları

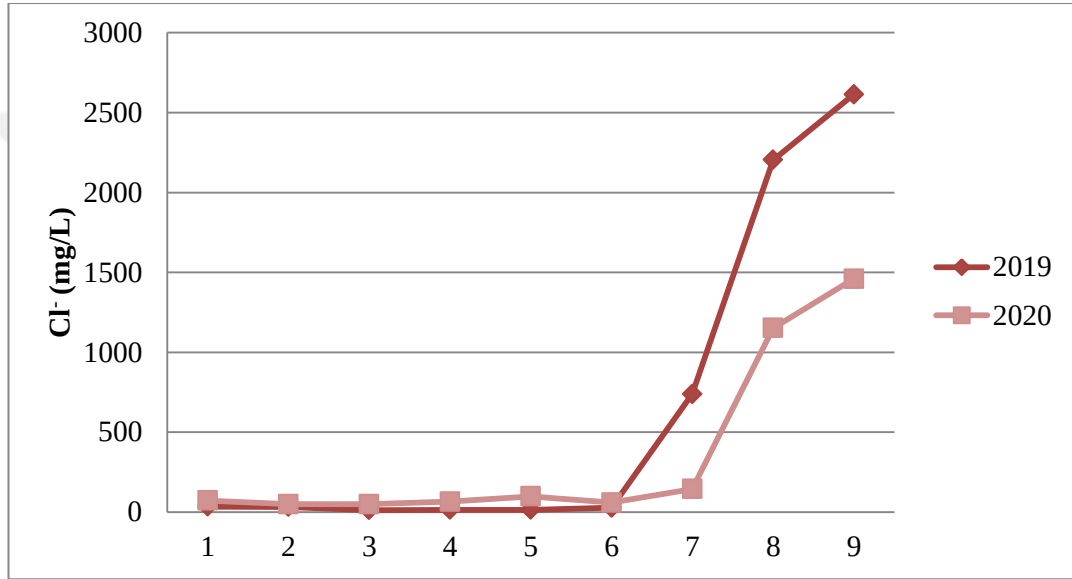
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı klor (Cl) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı klor (Cl) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı klor minimum 12 mg/L maksimum 2614 mg/L’dir ve ortalama 632 mg/L’dir. 2020 yılı ise minimum 49 mg/L maksimum 1460 mg/L ve ortalama 1851 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3), 2019 yılı klor değerleri 7., 8. ve 9. istasyonlar 4. sınıf diğer istasyonlar 1. su sınıfı içerisinde. 2020 klor değerlerinde 8. ve 9. istasyon 4. sınıf, diğer istasyonlar 1. sınıf olarak değerlendirilir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir en yüksek değer klor için 170 mg/L'dir. Sonuçları göre 2019 yılı 7., 8. ve 9. istasyonlar, 2020 yılı 8. ve 9. istasyonlar kullanım açısından risk sınıfındadır ve kullanıma uygun değildir.

Sönmez ve Kaplan (1996) Kumluca'nın sulama sularında yapmış oldukları çalışmada klor konsantrasyonun eylül ayında 2.58 meq/l ve ocak ayında 2.59 meq/l olarak tespit etmişlerdir.

Çiçek ve Ertan'ın (2012) çalışmalarında klor miktarları araştırma süresince değişiklik göstermiş, ilk 6 noktada ortalama değerler  $5.40 \pm 0.55$  ile  $8.62 \pm 4.94$  mg/L arasında son istasyonda ise ortalama değer oldukça yüksek (421.3 mg/L) bulunduğunu söylemişlerdir.

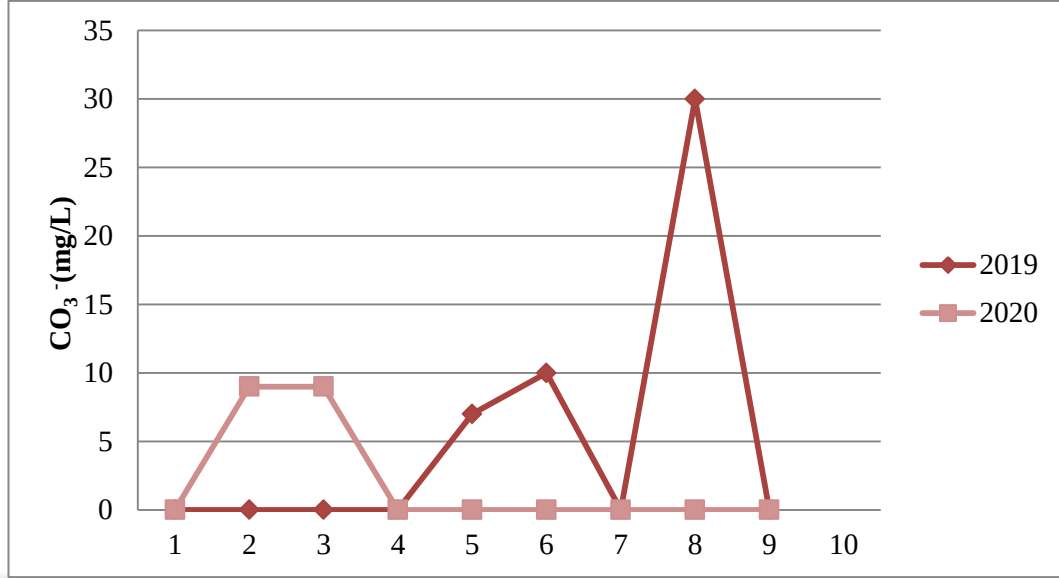


**Şekil 4.17.** Su örneklerinin klor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişim

#### 4.20. Su Örneklerinin Karbonat Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı karbonat ( $\text{CO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1'de, Şubat 2020 yılı karbonat ( $\text{CO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı karbonat minimum eseri miktarda, maksimum 30 mg/L'dir ve ortalama 20 mg/L'dir. 2020 yılı ise karbonat minimum eseri miktarda, maksimum 9 mg/L ve ortalama 2 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Çiçek ve Ertan (2012) çalışmalarında en yüksek karbonat ölçümünü 16.2 mg/L (Nisan ve Ağustos 2008), en düşük 2.4 mg/L (Mart 2008) yıllık ortalama ise  $5.74 \pm 0.926$  mg/L olarak tespit ettiklerini söylemişlerdir.

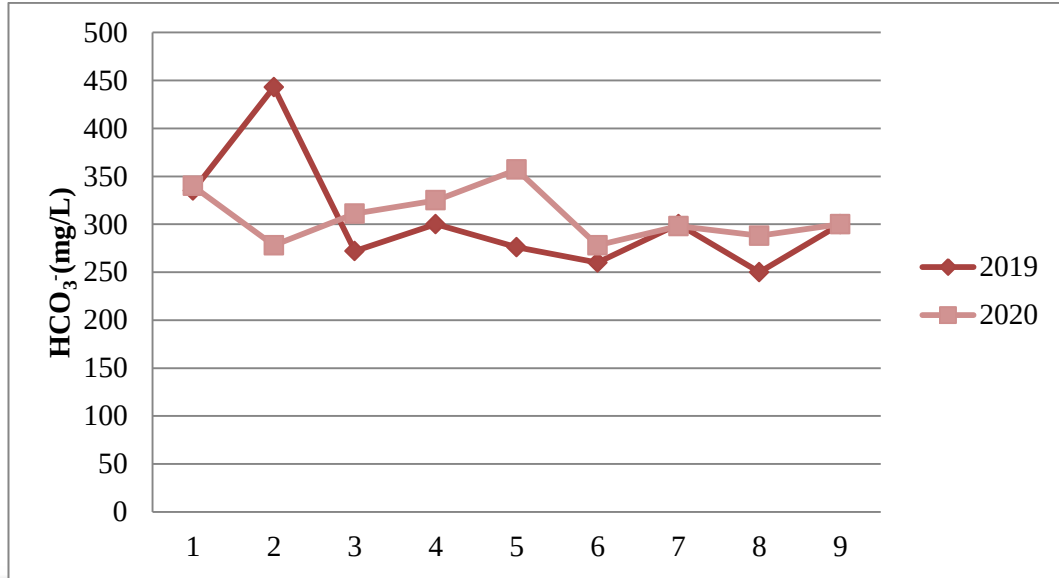


**Şekil 4.18.** Su örneklerinin karbonat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.21. Su Örneklerinin Bikarbonat Konsantrasyonları

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı bikarbonat minimum 250 mg/L, maksimum 443 mg/L’dir ve ortalama 2469 mg/L’dir. 2020 yılı ise bikarbonat minimum 278 mg/L maksimum 357 mg/L ve ortalama 308 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Çiçek ve Ertan’ın (2012) yapmış oldukları çalışmada en yüksek değerdeki bikarbonat konsantrasyonunun Haziran-2008’de 322.08 mg/L olarak bulunurken, en düşük değeri Nisan-2008 122.00 mg/L olarak tespit edilerek bildirilmiştir.



**Şekil 4.19.** Su örneklerinin bikarbonat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.22. Su Örneklerinin Bor Konsantrasyonları

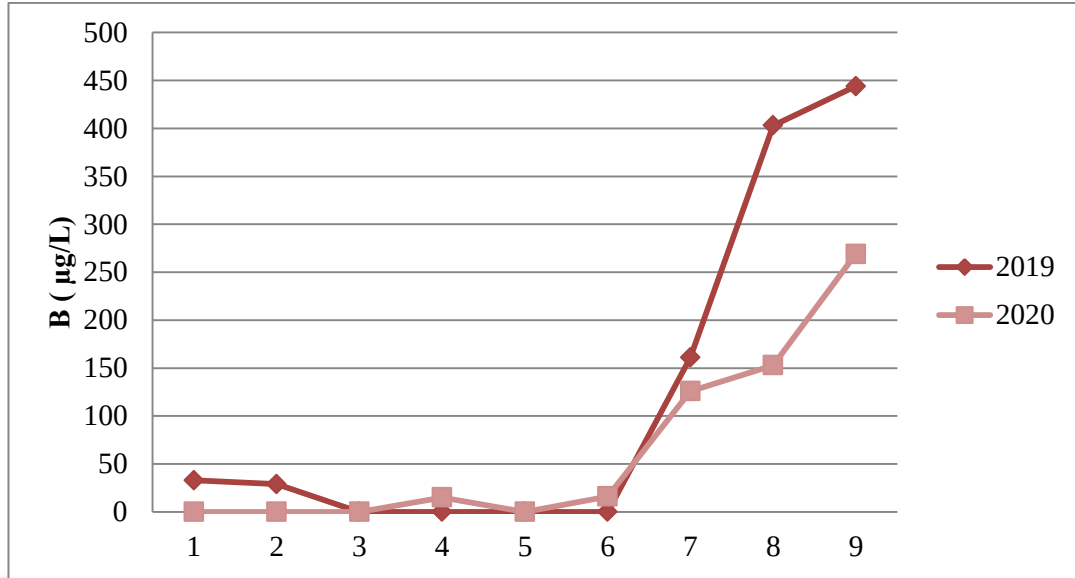
Örnekleme noktalarından alınan numunelerin Ağustos 2019 yılı bor (B) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı bor (B) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; 2019 yılı bor minimum eseri miktarda, maksimum 444 µg/L’dir ve ortalama 675 µg/L’dir. 2020 yılı ise bor minimum eseri miktarda maksimum 269 µg/L ve ortalama 64 µg/L olarak tespit edilmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); Acısu Deresi bor konsantrasyonu bakımından 1. sınıf su sınıfı içerisinde bulunmaktadır.

Su ürünleri yönetmeliğinin belirlediği değerlere göre en yüksek değer bor için 3000 µg/L’dir. Her iki dönemde de tüm istasyonlarda bor konsantrasyonu verilen değerlerin altında bulunmuştur. (Şekil 4.20.).

Sönmez (2002), yaptığı çalışmasında sera sulama suyunda üç dönemlik örneklemeden sonra bor konsantrasyonunun 0.07 ile 0.91 değerleri arasında olduğunu ve örnekleme zamanında bor konsantrasyonlarının % 96’sının 1. sınıf; % 4’ünün 2. sınıfa girdiğini ve birinci dönemde bor miktarının ortalama 0.21mg/L, ikinci dönemde 0.23 mg/L ve üçüncü dönemde 0.15 mg/L olarak değiştiğini bildirmiştir.





**Şekil 4.20.** Su örneklerinin bor konsantrasyonlarının (µg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.23. Su Örneklerinin Nitrat Konsantrasyonları

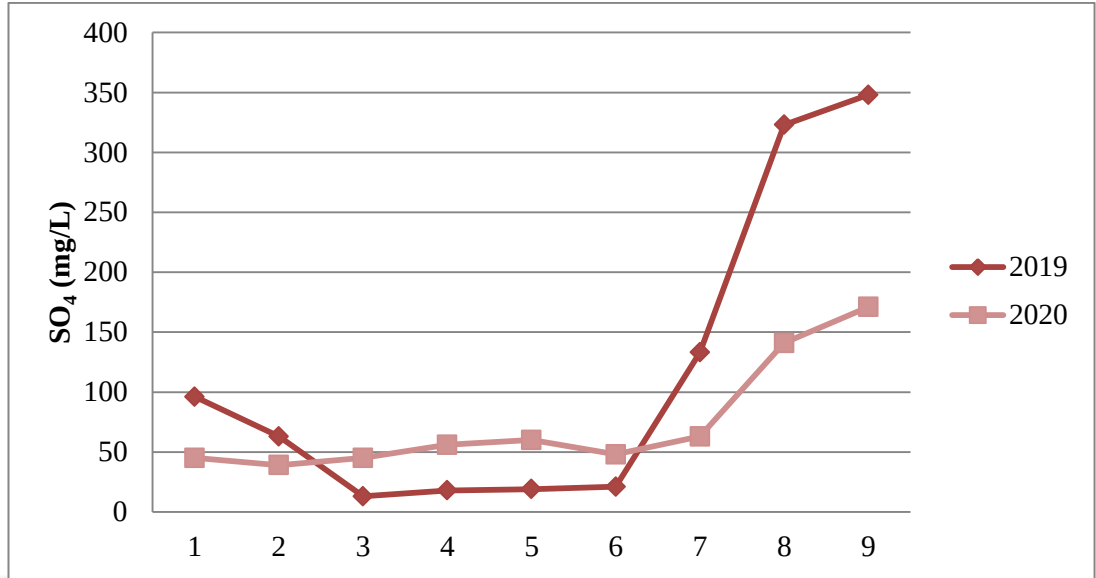
Acısu Deresi’den ağustos 2019 ve Şubat 2020’de alınan örneklerinin tamamı eseri miktarda tespit edilmiştir. Nitrat konsantrasyonu bakımından Acısu Dersi risk içermemektedir.

#### 4.24. Su Örneklerinin Sülfat Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının Ağustos 2019 yılı sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, Şubat 2020 yılı sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2019 yılı sülfat konsantrasyonu minimum 13 mg/L ve maksimum 348 mg/L, ortalama 115 mg/L olarak belirlenirken, 2020 yılı sülfat konsantrasyonu minimum 39 mg/L ve maksimum 171 mg/L, ortalama 74 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2019 ve 2020 yılı sülfat konsantrasyonu açısından her iki dönemde de tüm istasyonlar 1.sınıf su olarak tespit edilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir en yüksek sınır değer sülfat için 90 mg/L’dir. Sonuçlara iki dönem içinde tüm istasyonlarda sülfat içeriği kabul edilebilir değerlerde bulunmuştur (Şekil 4.21.).



**Şekil 4.21.** Su örneklerinin sülfat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.25 Su Örneklerinin Analiz Sonuçları Arasındaki İstatistiksel Değerlendirme

İncelenen parametrelere ait elde edilen konsantrasyonların örnekleme istasyonlarına göre değişimlerini belirlemek amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda önemli bulunan parametrelerin istasyonlar arasındaki farklılıkları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucuna göre pH, EC düzeyleri ve  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg gibi elementlerin istasyonlar arası farklılıkları önemsiz bulunmuştur.

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinde belirlenen sülfat konsantrasyonları 6. örnekleme noktası dahil istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. 7. örnekleme noktasından itibaren belirgin bir artış göstermiş ve en yüksek değerine 260 mg/L değeri ile arıtma sonrası olarak adlandırılan 9. örnekleme istasyonunda ulaşmıştır.

Demir ve mangan elementi konsantrasyonları 1. 2. ve 3. istasyonlarda istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. 4. Örnekleme noktasından itibaren Fe ve Mn konsantrasyon değerleri yükselmiş, ancak 4., 5., 6., 7. ve 8. istasyonlardaki değerler arasında istatistiksel anlamda fark bulunmamıştır. Demir konsantrasyonu en yüksek 660  $\mu\text{g/L}$ ; Mn konsantrasyonu ise 40  $\mu\text{g/L}$  değeri ile 7. örnekleme istasyonunda belirlenmiştir.

Bor elementi konsantrasyonları 1., 2., 3., 4., 5., 6. örnekleme istasyonlarında istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. 7. örnekleme noktasından itibaren belirgin bir artış göstermiş ve en yüksek değerine 360  $\mu\text{g/L}$  değeri ile arıtma sonrası olarak adlandırılan 9. örnekleme istasyonunda ulaşmıştır.

**Çizelge 4.6.** Örnekleme İstasyonlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunan elementlerin değişimi

| Örnekleme İstasyonları  | Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )<br>(mg/L) | Demir (Fe)<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | Mangan (Mn)<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | Bor (B)<br>( $\mu\text{g/L}$ ) |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Yan Köy Köprü üzeri  | 71 c <sup>1</sup>                       | 50 c                              | 10 b                               | 20 c                           |
| 2. Yan Köy Köprü Altı   | 51 c                                    | 190 bc                            | 10 b                               | 20 c                           |
| 3. Birleşik Tarım       | 29 c                                    | 180 bc                            | 10 b                               | 0.00 c                         |
| 4. Kadriye Sessiz-Yeşil | 37 c                                    | 590 a                             | 20 ab                              | 10 c                           |
| 5. Selextum Luxury      | 39 c                                    | 720 a                             | 30 a                               | 0.00 c                         |
| 6. Belek Nehir Otel     | 35 c                                    | 710 a                             | 20 ab                              | 10 c                           |
| 7. Maritum Park Lojmanı | 98 bc                                   | 760 a                             | 40 a                               | 140 bc                         |

Çizelge 5.1.'nin devamı

|                                 |               |               |             |               |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| <b>8. Arıtma Tesisi Öncesi</b>  | 232 <b>ab</b> | 430 <b>ab</b> | 30 <b>a</b> | 280 <b>ab</b> |
| <b>9. Arıtma Tesisi Sonrası</b> | 260 <b>a</b>  | 660 <b>a</b>  | 30 <b>a</b> | 360 <b>a</b>  |
| <b>Önemlilik Düzeyi</b>         | *             | ***           | *           | **            |

**1 Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar %5 düzeyinde önemlidir.**

\*%5 düzeyinde önemli

\*\*%1 düzeyinde önemli

\*\*\*%0.01 düzeyinde önemli

İstatistiksel analiz sonucunda önemli bulunan parametrelerin örnekleme dönemleri arasındaki farklılıkları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucuna göre pH, EC düzeyleri ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg gibi elementlerin örnekleme dönemleri arası farklılıkları önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.7.** Örnekleme İstasyonlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunan elementlerin değişimi

| <b>Örnekleme Dönemleri</b> | <b>Çinko (Zn)<br/>(µg/L)</b> | <b>Bakır (Cu)<br/>(µg/L)</b> |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Ağustos 2019</b>        | 64 <b>a</b>                  | 80 <b>a</b>                  |
| <b>Şubat 2020</b>          | 13 <b>b</b>                  | 31 <b>b</b>                  |
| <b>Önemlilik Düzeyi</b>    | ***                          | **                           |

**<sup>1</sup> Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar %5 düzeyinde önemlidir.**

\*\*%1 düzeyinde önemli

\*\*\*%0.01 düzeyinde önemli

Belirlenen inko ve bakır konsantrasyonları hem Aėustos 2019 hem de şubat 2020 örnekleme dönemlerinde istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. Çinko ve bakır konsantrasyonları şubat 2020’de yapılan kış mevsimi rneklemesinde Aėustos 2019’da yapılan yaz mevsimi örneklemesinden daha dūřuk konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Bu durum yağışların etkisi ile meydana gelen seyrelme etkisinin neden olduğu dūřnlmektedir.



## 6. SONUÇLAR

Antalya'nın turizm ve tarım açısından önemli bir bölgesi olan Acısu Deresi'nde yapılan çalışmada bazı su kalite kriterleri incelenmiş kirlilik seviyesi ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir.

Tespit edilen örnekleme istasyonlarından alınan numuneler için pH değeri yaz mevsiminde (Ağustos 2019) 6.8 ile 8.1 arasında; kış mevsiminde (Şubat 2020) 6.6 ile 8.0 arasında ölçülmüştür. Belirlenen pH değerlerine göre su kalite sınıfı 1. sınıf olarak tespit edilmiştir. Bu durumda kullanılan suyun pH açısından mevcut durum itibarıyla sorun teşkil etmediği değerlendirilmiştir.

Alınan numunelerin EC değerleri yaz ve kış döneminde istatistiksel olarak fark göstermemesine rağmen yaz döneminde ortalama 2320 mS/cm değeri ile kış döneminde belirlenen ortalama 1078 mS/cm değerinden yaklaşık 2 katı daha fazla belirlenmiştir. EC değerlerinin Ağustos 2019'da 443 µS/cm ile 7520 µS/cm arasında; Şubat 2020'de 549 µS/cm ile 2850 µS/cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda Acısu Deresi tuzluluk açısından genel olarak C2 ve C4 sınıflarında yer almış olup, özellikle 7., 8., ve 9. örnekleme istasyonları C4 sınıfı ile tarımsal sulama ve diğer kullanımlar açısından dikkat edilmesi gereken yerler olarak tespit edilmiştir. Antalya ve çevresi gibi kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde tarımsal üretimde gübreleme ile beraber kullanılan sulama suyunun, EC değerine özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Eğer dikkat edilmezse ikliminde etkisi ile beraber hem su hem de gübreden gelen tuzluluk oluşturan iyonların, toprakta birikerek tuzlanmayı daha da arttırabileceği ve bitkisel üretimde fizyolojik kuraklık adı verilen sorunların ortaya çıkmasına neden olarak verim ve kalite azalması sonucunu ortaya çıkarabilir.

Toplam azot analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde, istasyonlardan alınan su örneklerinin tümünün her iki örnekleme döneminde de su kalitesi olarak 4. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Öncelikli olarak tarımsal faaliyetler sonucu meydana gelebilme olasılığı çok yüksek olan azot konsantrasyonunun fazlalığı ile ilgili olarak, bazı önlemler alınması gerektiği açıktır. Bu nedenle toprak, bitki ve su analizlerine dayalı olmadan, bilinçsiz bir şekilde hem kimyasal hem de organik gübreleme yapılmaması su kalitesinin daha fazla bozulmasını önleyici tedbirlerin başında gelmektedir. Aynı zamanda tarımsal üretim aşamalarında ziraat mühendislerinden gübreleme programları desteği alınarak toplam azot kontrol altına alınabilir.

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinde fosfor, kalsiyum ve potasyum elementleri Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY)'nine verdiği sınır değerlerin altındadır ve normal değerlerde tespit edilip kullanımında herhangi bir sorun teşkil etmemektedir

Magnezyum elementi konsantrasyonları Ağustos 2019'da 20 mg/L-176.10 mg/L; Şubat 2020 yılında 26.47-73.01 mg/L arasında tespit edilmiştir. Tarım ve Köy

İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY)’ne göre magnezyum için kabul edilebilir sınır değer 14 mg/L’dir. Yapılan analizler sonucunda Acısu Deresi magnezyum elementi sınır değerinin üzerindedir. Ana materyali bazalt, peridotit ve dolomit gibi kayalardan oluşmuş topraklar Mg yönünden zengindir. Ayrıca Mg bazik bir katyon olup kurak ve yarı kurak bölgelerin topraklarında yüksek miktarda bulunur ve bu bölgelerin topraklarında büyük oranda  $MgSO_4$  olarak yer alır. Akdeniz bölgesi topraklarının yaklaşık %70’inde çok fazla düzeyde Mg olduğu belirtilmektedir. Bu topraklardan yıkanma yolu ile ya da toprak ana materyalinden kaynaklı olarak Acısu deresinin Mg konsantrasyonunun yüksek olduğu düşünülmektedir.

Sodyum elementi konsantrasyonları Ağustos 2019’da 7.79 mg/L - 1180 mg/L; Şubat 2020 yılında 21.55 – 393.7 mg/L arasında tespit edilmiştir. Kıta içi su kaynakları sınıflarının kalite kriterlerine göre 7., 8., ve 9. istasyonlardan alınan su örneklerinin sodyum değerleri 4. sınıfta yer almaktadır. Yüksek sodyumlu suların tarımsal sulama amacı ile kullanılması bazı sorunları da beraberinde getirebilir. Özellikle üst toprak katmanlarında sodyum iyonu konsantrasyonunun artışı strüktürü bozar ve agregat stabilitesini azaltır. Parçalanmış agregatlar sonucu oluşan tıksal toprak tanecikleri makro ve mikro gözenekleri tıkayarak su ve hava geçişini zayıflatırlar.

Tespit edilen sonuçlara göre ağır metallerden kadmiyum, arsenik ve civa elementleri eser miktarda bulunmuştur ve ICP-OES cihazının belirleme limitlerinin altında yer almıştır. Ağır metaller açısından değerlendirildiğinde “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”ne göre Zn, Mn, Ni ve Cr için 1., Fe için 2., Cu için 3. kalite su sınıfında yer alan değerler belirlenmiştir.. Ağır metaller açısından genel olarak mevcut durumda Acısu Deresi kullanımında bir risk oluşturmamaktadır.

Klor ( $Cl^-$ ) elementi kıta içi su kaynakları sınıflarının kalite kriterlerine göre 8. ve 9. örnekleme istasyonlarında 4. sınıf iken diğer istasyonlarda 2. sınıfta yer almıştır. Özellikle klorla karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu durumun göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Her iki örnekleme döneminde de nitrat ( $NO_3^-$ ) konsantrasyonu eseri, karbonat ( $CO_3^{2-}$ ) konsantrasyonu çoğunlukla eseri düzeylerde iken bi karbonat ( $HCO_3^-$ ) konsantrasyonu Ağustos 2019’da 250-443 mg/L; Şubat 2020’de 278-357 mg/L aralığında yer almıştır. Sulamada kullanılan sular önemli miktarda bikarbonat iyonu ( $HCO_3^-$ ) içerdiklerinde bikarbonat su içerisindeki Ca ile birleşmekte ve  $CaCO_3$  şeklinde çökelmektedir. Bu çökeltme toprak alkaliliğini azaltmakla beraber toprak çözeltisindeki ve dolayısı ile toprağın değişim materyalindeki sodyum oranını yükseltmektedir (Bower vd 1965).

Sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) ve bor elementi konsantrasyonları “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre sınıflandırılmasında 1. ve 2. kalite su sınıfında yer almaktadır. Ancak istatistiksel olarak örnekleme istasyonlarına bağlı olarak artış göstermiştir. Özellikle 7., 8., ve 9. istasyonlarda bu artış yüksek

konsantrasyonlara ulaşmıştır. Bor elementi açısından 9. örnekleme noktasında 360 µg/L olarak belirlenmiştir. Bu istasyondan tarımsal sulama amacıyla su kullanımı durumunda bor'a karşı hassas bitkiler yetiştirilecek ise dikkatli olunmasında fayda vardır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde bor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriterin 300 µg/L'ye kadar düşürülmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak; Antalya ili Serik ilçesinde bulunan Acısu deresi yan dereler ile beslenip Belek'de denize dökülen bir su kaynağıdır. Acısu deresinin geçtiği bölgelerin etrafında meyve bahçeleri, seralar, yerleşim yerleri, atık su arıtma tesisi ve oteller bulunmaktadır. Derenin akış hattı boyunca yerleşim ve tarımsal faaliyetler alanları ve atık su arıtma tesisi bulunmaktadır ve belli örnekleme noktalarında su kalitesini belirleyen bazı değerlerin yükseldiği görülmüştür. Özellikle arıtma tesisi öncesi (7. ve 8. örnekleme istasyonları) ve arıtma tesisi sonrası (9. örnekleme istasyonu) alınan su örneklerinin EC, toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ve B konsantrasyonları diğer örnekleme istasyonlarından daha yüksek olarak belirlenmiştir. Acısu Deresi'nin bu noktalarında suyun özellikle azot ve fosfor elementleri tarafından besin zenginleşmesi ile karşı karşıya olmasının ötrofikasyon riskini de beraberinde getireceği açıktır. Ayrıca derenin denize karıştığı noktaya yakın olan bu istasyonlarda özellikle Na, K ve Cl<sup>-</sup> elementlerinin artmış olması ve EC değerinin yüksek değerlere ulaşması Ağustos 2019 örneklemesinde daha belirgin olmuştur. Bu durumun yaz aylarında denizin dereye doğru karışmasından da kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu örnekleme istasyonlarının bulunduğu noktalardan tarımsal sulama ve diğer amaçlar için su kullanımında dikkat gösterilmesi gerekmektedir.

Acısu Deresi, ağır metaller açısından ciddi boyutlarda bir kirliliğe sahip olmasa da bölgenin her geçen gün konut varlığının ve nüfus yoğunluğunun artması ayrıca tarımsal faaliyetlerde bilinçsiz gübre ve zirai ilaçların kullanımı derenin kirlilik boyutlarını yükseltebilir. Buna bağlı olarak yürütülen tarımsal faaliyetlerde gübre ve zirai ilaç kullanımları kontrol altında tutulmalıdır. Ayrıca kirliliğin önlenmesi için teknik ve hukuki esasların ciddi şekilde uygulanması zorunluluktur. Eğer uygulanmaz ise tarımsal faaliyetler, evsel atıklar, kanalizasyon suları gibi yüzey ve yer altı sularına karışan kirletici unsurların özellikle ağır metaller ve diğer kirletici maddeler açısından canlılar için tehlike oluşturduğu, aynı zamanda bitkileri ve besin zinciri ile insanları ve hayvanları da etkileyebileceği göz önünde tutulmalıdır. Acısu deresi gibi su kaynaklarının kalitelerinin korunması ve kirliliklerinin önlenmesi için 3'er yıllık dönemler gibi belli sürelerde düzenli olarak analizlerle izlenmesi çalışmalarının yapılması son derece önem arz etmektedir.



## 7. KAYNAKLAR

- Akçay, H., Oğuz, A., and Karapire, C., 2003. Study of heavy metal pollution and speciation in Buyak Menderes and Gediz river sediments, *Water Research* 37:813–822.
- Akın, M., ve Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 47(2): 105-118.
- Alçıçek, A. ve Başlar, S., 1995. Bitki ve Sularda Aşırı Nitrat Birikiminin Sonuçları, *Ekoloji Dergisi*, 14, 15-18.
- Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. *Blackie Academic & Professional*, London
- Anonim, 2004: Guidelines for Drinking-Water Quality, 3 rd Ed, Vol. 1, Recommendations, WHO, Geneva.
- Anonim, 2004, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:879, Ders Kitabı No:244, Ankara.
- Bennett, E.M., Carpenter, S.R., and Caraco, N.F. 2001. Human Impact on Erodable Phosphorus and Eutrophication: A Global Perspective. *BioScience* 51(3): 227234.
- Beutel, M.W., Duvil, R., Cubas, F.J., Matthaws, D.A., Wilhelm, F.M., Grizzard, J.T., Austin, D., Horne, A.J., and Gebremariam, D., 2016. A review of managed nitrate addition to enhance surface water quality, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(7):673–700.
- Bolin B. And Arrhenius E., 1977. An essential lifefactor and growing enviromental hazard. *Ambio*, 6, 96-105
- Chapman, D., and Kimstach, V. 1996. Selection of water quality variables. In: Chapman D (ed), *Water Quality Assessments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. University Press, Cambridge.
- Çiçek, N.L., ve Ertan, Ö.O. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)’nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 21(84): 54-65.
- Dişli, M., Akkurt, F., Alıcılar, A., 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniv. Müh.Mim.Fak.Der.Cilt19, No3, 287-294, 2004.*

- Dökmen, F., and Kurtuluş, C., 2004, An Investigation For The Determination Of Some Pollution And Quality Parameters in some springs of rivers in Gölcük environments, Turkey, *Atatürk Üniversitesi- Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (1.2), 97-104.
- Egemen Ö., Sunlu U., 1996. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir.
- Elmacı, A., Topaç, F.O., Teksoy, A., Özengin, N., ve Başkaya, H.S., 2010. Ulubat Gölü Fizikokimyasal Özelliklerinin Yönetmelikler Çerçevesinde Değerlendirilmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(1):149-15
- Gedik, K., Verap, B., Terzi, E., ve Fevzioğlu, S., 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin FizikoKimyasal Açidan Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji* 19(76): 25-35
- Gerdes, P. , and Kunts, S. 1998. Bioavailability of Phosphorus as a Tool for Efficient Reduction Schemes. *Water Science & Technology*. 37(3), 241-247.
- Göksu, M.Z.L. 2003. Su Kirliliği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:7, Adana.
- Hatch, R.C., 1982, Poisons Causing Respiratory Insufficiency , In veterinary pharmacology and therapeutics, N.H. Booth and L.E. Mc Donald, Fifth ed., *The Iowa State Univ. Press*. Ames.
- Helsel D. R., Hirsch R. M., 1992. Statistical Methods in Water Resource Elsevier,
- Huan, F., Xiaofei, H., Weigo, Z., Lizhong, Y., 2004. A preliminary study of heavy metal contamination in Yangtze River intertidal zone due to urbanization. *Science Direct*, 49:910–915a.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., Metallerin Çevresel Etkileri -I [https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136\\_4753.pdf](https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf)-[Erişim tarihi: 28.10.2017].
- Kaplan, M., ve Sönmez, S., 2000. Belek Özel Çevre Koruma Alanı Akarsularının Su Kalitelerinin ve Kirleticilerinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, 9(34): 21-26.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999 Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu sularının Nitrat İçerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23:309-313.
- Kır, İ., Özcan, S., ve Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin Mevsimsel Değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(12):155-158s
- Kocataş A. 2006. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, İzmir.

- Köse, E., Çiçek, A., Uysal, K., Tokatlı, C., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., 2016. Evaluation of surface water quality in Porsuk Stream. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C-Yaşam Bilimleri Ve Biyoteknoloji*, 4(1):81-93.
- Kumar, A., Bisht, B.S., Joshi, V.D. 2010. Chemical Report of Sediments, Phytoplanktons and Fishes of Bindal River Dehradun. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 4(11): 53-58.
- Kumbur, H., Özsoy, H.D., Özer, Z. 2008. Mersin İlinde Tarımsal Alanlarda Kullanılan Kimyasalların Su Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 17, 68,
- Kurnaz, S., Büyükgüngör, H., Kızılırmak Deltası Ve Kıyı Şeridinde Kirlilik Araştırması, [http://www.emo.org.tr/ekler/c8b055b15f4858c\\_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube=9](http://www.emo.org.tr/ekler/c8b055b15f4858c_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube=9) [Erişim tarihi: 28.10.2017].
- Li, X., Wai, O.W.H., Li, Y.S., Coles, B.J., Ramsey, M.H., and Thornton, I., 2000. Heavy metal distribution in sediment profiles of the Pearl River estuary, South China. *Applied Geochemistry*, 15:567±581.
- Marscher, F. 1987. Bacteriological Examinations of Drinking Water in the District of Melut (Upper Nile Province) South Sudan. *Journal of Hyg. Epidemiology. Microbiology Immunology*, 31:23-30.
- Meliha, S.Ş., 2017. Antalya Boğazı'nın Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Minareci O., Öztürk M., Minareci E., 2004. Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin Gediz Nehrinin Ağır Metal Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 45030 MANİSA e-mail: ersinminareci@veezy.com. Trakya Univ. J Sci, 5(2): 135-139, 2004 ISSN 1302 647X DIC: 117OMMT520412040105.
- Oğuz, H. 2001. Boğazı Havzasında Yapılan Faaliyetler Sonucu Antalya Körfezine Taşınan Kirlilik Yüklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Antalya
- Özbay, Ö., Göksu, M.Z.L., Alp, M.T., Sungur, M.A., 2013, Berdan Çayı (Tarsus - Mersin) Sedimentinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. *Ekoloji* 22, 86, 68-74
- Palmer, C.M. 1980. Algae and Water Pollution. Castle House Publications Ltd, Kent.
- Power, J.F., Scheders, J.S., 1989. Nitrate contamination of groundwater in North America. *Agric. Ecosystems Environment*. 26: 165–187.,
- Rainbow 1995, Biomonitoring of Heavy Metal Availability in the Marine Environment. *Mar. Poll. Bull.* 31, 4-12, 183192.

- Rieumont, S. O., Daniel, R., Lima, L., Graham, D.W., D'Alessandro, K., Borroto, J., Martinez, F., and Sanchez, J., 2005. Assessment of heavy metal levels in Almendares Riversediments—Havana City, Cuba. *Water Research* 39 :3945–3953.7
- Rios-Arana J.V., Walsh E.J., Gardea-Torresdey E.J., 2004. Assessment of arsenic and heavy metal concentrations in water and sediments of the Rio Grande at El Paso–Juarez metroplex region. *Environment International* 29 (2003) 957 – 971
- Sakan, S.M., Dordevic, D.S., Manojlovic, D.D., and Predrag, P.S., 2009. Assessment of) heavy metal pollutants accumulation in the Tisza river sediments. *Journal of Environmental Management*, 90:3382–3390
- Samsunlu, A. 1982. Çevre Mühendisliği Kimyası,. Birsen Yayınevi, 396s.
- Shah, A.B., Rai, U.N., Singh, R.P., 2015, Correlations Between Some Hazardous Inorganic Pollutants in the Gomti River and Their Accumulation in Selected Macrophytes Under Aquatic Ecosystem. *Bulletin Environment Contamination Toxicology*, 94:783–790
- Soares, H.M.V.M., Boaventura, R.A.R., Machado, A.A.S.C., Silva, J.C.G.E., 1999. Sediments as monitors of heavy metal contamination in the Ave river basin (Portugal): multivariate analysis of data. *Environmental Pollution*, 105 : 311±323
- Soylak, M., and Doğan. M. 2000. Su Kimyası. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
- Sönmez, İ. 2002. Su ve Toprak Tuzluluğunun Demre yöresi domates seralarında yetiştirme dönemi boyunca değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 103s.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Yanık, T., 2012, Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1):69-77
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. 2007. An Investigation of Seasonal Changes in Nitrate Contents of Soils and Irrigation Waters in Greenhouses Located in Antalya-Demre Region. *Asian Journal of Chemistry* ,19 (6)
- Sönmez, A., S., Kaplan, M., 1996. Kumluca ve Finike Yörelere Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi. *Akd.Univ.Ziraat.Fak.Derg.*,
- Şener, S., Gedikoğlu İ., Bilgin N., Güngör H., Üstün H. 1994 Çeşitli Etkenlerle Kirlenen Sulama Sularının Toprak Özelliklerine ve Bitki Verimine Etkisi. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Ankara, 157s.

- Şenel, M. S. (2017). Antalya Boğaçayı'nda Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, Antalya.
- Şengül, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Giresun.
- Taşdemir, M.,ve Göksu, Z.L., 2001 Asi nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 17(1-2):5564
- Taylan, Z.S., ve Özkoç B.H., 2007. Kurupelit/Samsun Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akuatik Organizmaların Bio Kullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, 9(2):17-33
- Uslu, O., Türkman A., 1987. Su kirliliği ve Kontrolü, T.C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi 1, syf.: 360, Ankara.
- Vitousek, P.M., Aber, J.D., Howarth, R.W., Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H., and Tilman, D.G. 1997. Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Sources and Consequences. *Ecological Applications*, 7(3): 737-750.
- Yanık, T., Atamanalp M., 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kirliliğine Giriş, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Woitke, P., Wellmitz, J., Helm, D., Kube, P., Lepom, P.,and Litherty, P., 2003. Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube. *Chemosphere*, 51 :633–642

## ÖZGEÇMİŞ

Medine Merve KARATAŞ

### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|               |                                                                                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Yüksek Lisans | Akdeniz Üniversitesi                                                               |
| 2017-2021     | Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme<br>Ana Bilim Dalı, Antalya |
| Lisans        | Akdeniz Üniversitesi                                                               |
| 2013-2017     | Ziraat Fakültesi<br>Toprak Bilimi ve Bitki<br>Besleme Bölümü                       |

### MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

|                   |                                                                                   |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Ziraat Mühendisi  | Psl Elektronik San. ve Tic. A.Ş.:                                                 |
| 2018-Devam Ediyor |                                                                                   |
| Ziraat Mühendisi  | Fidexpo Tarım ve Hayvancılık İthalat İracat<br>San.Tic.Ltd.Şti.: Ziraat Mühendisi |
| 2017-2018         |                                                                                   |