

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA BOĞAÇAYI'NDA KİRLİLİK DÜZEYİ VE  
SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**Meliha Sinem ŞENEL**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KASIM 2017**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**

**ANTALYA BOĞAÇAYI'NDA KİRLİLİK DÜZEYİ VE  
SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**Meliha Sinem ŞENEL**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KASIM 2017**

**ANTALYA**

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

**ANTALYA BOĞAÇAYI'NDA KİRLİLİK DÜZEYİ VE  
SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**Meliha Sinem ŞENEL  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi  
tarafından FYL-2016-1796 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**KASIM 2017**

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

**ANTALYA BOĞAÇAYI'NDA KİRLİLİK DÜZEYİ VE**  
**SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**Meliha Sinem ŞENEL**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS**

Bu tez 24/11/2017 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Şule ORMAN (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Doç. Dr. Veli UYGUR

## ÖZET

### ANTALYA BOĞAÇAYI'NDA KİRLİLİK DÜZEYİ VE SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Meliha Sinem ŞENEL

Yüksek Lisans, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Şule ORMAN

Kasım 2017; 71 Sayfa

Bu çalışmada Antalya'nın Konyaaltı ilçesinden geçerek Akdeniz'e dökülen Boğaçayı'nda bazı su kalite parametreleri ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu nedenle Boğaçayı ve bu akarsuyu besleyen batıdan Çandır ve Kuzeyden Karaman akarsuları dahil olmak üzere belirlenen 12 farklı istasyondan 2016 ve 2017 yıllarında 2 dönem halinde su örneklemeleri yapılmıştır. Su örneklerinde EC, pH, toplam azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), nitrat (NO<sub>3</sub>-), karbonat (CO<sub>3</sub>-2), bikarbonat (HCO<sub>3</sub>-), sülfat (SO<sub>4</sub>-2), klor (Cl-), bor (B), demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), mangan (Mn), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), nikel (Ni), krom (Cr), arsenik (As) ve cıva (Hg) analizleri yapılmıştır.

Su örneklerinin pH değerleri I.sınıf olup, pH açısından su kullanımını sınırlayacak her hangi bir sorun bulunmamaktadır. Su örnekleri orta derecede tuzludur ve suyun tarımsal amaçlı olarak kullanımında dikkat edilmesi gerekmektedir. Boğaçayı toplam Kjeldahl N'u ve toplam fosfor konsantrasyonları açısından kontrol altında tutulmalıdır. Ayrıca Mg ve Ca konsantrasyonları içme suları için kabul edilebilecek maksimum sınır değerine yaklaşmış olup, henüz bir problem görünmemesine rağmen dikkatli olunmalıdır. Fe ve Mn konsantrasyonlarının mevcut durum itibariyle içme suları için kabul edilebilecek maksimum sınır değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bazı istasyonlardan 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. Su örneklerinin bor konsantrasyonları değerlendirildiğinde tarımsal sulama için kullanılması durumunda bitkinin bora karşı hassasiyetinin olup olmadığına dikkat edilmelidir.

Sonuç olarak; Boğaçayı mevcut durum itibariyle ciddi bir kirliliğe sahip olmamakla beraber yukarıda bahsedilen durumların göz önünde tutulması ve belirli aralıklarla izlenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

**ANAHTAR KELİMELE:** Azot, ağır metal, Boğaçayı, fosfor, kirlilik, nehir, su

**JÜRİ:**Doç. Dr. Şule ORMAN (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Doç. Dr. Veli UYGUR



## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF POLLUTION LEVEL AND WATER QUALITY IN ANTALYA, BOĞAÇAY**

**Meliha Sinem ŞENEL**

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

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

**November 2017, 71 pages**

In this study, it was aimed to determine some water quality parameters and level of pollution in Boğaçayı, that passes through Konyaaltı district of Antalya and flows into the Mediterranean Sea.

Therefore, water sampling was carried out as 2 periods in 2016 and 2017 from 12 different stations determined including Boğaçayı and the rivers that feeds this stream; Çandır river from the East and Karaman river from the North. In water samples, EC, PH, total nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), sodium (Na), nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulphate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), chlorine ( $\text{Cl}^-$ ), boron (B), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), manganese (Mn), cadmium (Cd), lead (Pb), nickel (Ni), chromium (Cr), arsenic (As) and mercury (Hg) were analyzed.

The pH values of the water samples are class I and there are no problems that limiting the use of water in terms of pH. The water samples are medium salty and water usage for agricultural purposes should be considered. Boğaçayı should be controlled in terms of total Kjeldahl N and total phosphorus concentrations. In addition, Mg and Ca concentrations are close to the maximum limit value that can be accepted for drinking water, and it should be taken into consideration although no problem has yet been shown. It has been determined that Fe and Mn concentrations have the maximum limit value that can be accepted for drinking water in the present situation. It was also determined that the Fe, Mn, Cu, Cd, Ni, Pb and Cr concentrations of water samples taken from some stations are included in the II., III. and IV. quality classes in the classification according to “Water Pollution Control Regulation”. When the boron concentrations of water samples are evaluated, attention should be paid to the boron sensitivity of the plant to be used for agricultural irrigation

As a result; Boğaçayı does not have serious pollution in the current state, but it has revealed that the above-mentioned situations should be taken into consideration and it should be monitored at regular intervals

**KEYWORDS:** Boğaçayı, heavy metal, nitrogen, phosphorus, pollution, river, water

**COMMITTEE:** Assoc. Prof. Dr. Şule ORMAN (Supervisor)

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Assoc. Prof. Dr. Veli UYGUR



## ÖNSÖZ

Yaşamsal faaliyetin başlangıcı olan su, yerine başka bir kaynağın kullanılamadığı, sınırlı bir doğal kaynaktır. Su, insanlığın başlangıcından itibaren toplumların yerleşim tercihlerinde önemli bir yer tutmuştur. Ayrıca suyun paylaşımı savaşların sebepleri arasında yer almıştır. Su denilince, sadece ünlük faaliyetler için kullanılan kısım değil; yağmur suları, akarsular, göller ve yeraltı suları bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Dünya yüzeyinin % 75 'inin su olduğunu bilmemiz su varlığının yüksek miktarda olduğunu düşünmemizi sağlamaktadır. Ancak bu oranın % 97'si deniz ve okyanuslardan oluşmakta ve % 2' lik kısmı ise donmuş olarak bulunmaktadır. Dünyadaki tüm suların sadece % 1'inin kullanılabilir nitelikte olduğu bilinmektedir.

Tatlı su kaynaklarının son derece kısıtlı olması kullanılabilen su kaynaklarının bilinçsizce kirletilmesi, küreselleşmesi dünya için büyük sıkıntıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sanayileşme, tarımsal faaliyetler, çarpık kentleşme, nüfus artışı ve atık su sorunu temiz suya ulaşmayı giderek zorlaştırmaktadır. Çevre üzerinde sanayinin olumsuz etkisi diğer faktörlerden daha fazladır. Sanayi kuruluşlarının sıvı atıkları su kirliliğine neden olmaktadır. Bu durumda su kirliliğine bağlı, toprak ve bitki örtüsü üzerinde kirlenmelere neden olmaktadır. Ayrıca doğa bozulmasına neden olduğu da bilinmektedir. Sanayileşme hareketleri kente göç olayının da başlamasına ve bu durum düzensiz yapılaşmaya neden olmaktadır.

Tarımsal faaliyetler için yapılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerrecilerinin rüzgarla sulara taşınması ya da kimyasal üretimi yapan işletmelerinin atıklarını su kaynaklarına deşarjı sonucunda su kaynaklarımız kimyasallar tarafından kirlenmektedir. Bir diğer konu ise kimyasal gübrelerin bilinçsizce ve fazla kullanımı zamanla toprağı verimsizleştirmektedir.

İleriki yıllarda su problemi ile karşılaşacak ülkeler arasında Türkiye'nin de olacağı öngörülmektedir. Akarsu ve göl varlığımız yüksek olmasına rağmen bilinçsiz kullanımdan dolayı gün geçtikçe akarsularımız ve göllerimiz kurumakta ve kirlenmektedir.

Türkiye genelinde toplam suyun yaklaşık % 72'si tarımda, % 12'si sanayide, % 16'sı da içme ve kullanma amaçlı olarak tüketilmektedir. Her alan için kullanılan suyun farklı özelliklere sahip olması kullanılabilir su kaynaklarının korunması açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu durumda hem sular etkin kullanılabilir hem de kirlilik düzeyi azaltılabilmektedir.

Çalışmanın yapılacağı Antalya ilinde bulunan ve dünyaca ünlü Konyaaltı sahilinden Akdeniz'e dökülen Boğaçayı kent için büyük önem arz etmektedir. Boğaçayı kaynağından itibaren orman alanları, tarım arazileri, taş ocakları ve şehir yerleşim alanlarından geçmesinden dolayı farklı etkilere maruz kalmaktadır. Bu etkilerin su kalitesini hangi düzeylerde etkilediği bilinmemektedir. Bu çalışmada Boğaçayı'nın 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, Mg, Ca, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg konsantrasyonlarının tespit edilmesi neticesinde kirlilik riski taşıyıp taşımadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bana bu konuda çalışma fırsatı veren, zamanını ve bilgisini benimle paylaşan ve desteğini esirgemeyen danışmanım Doç.Dr. Şule ORMAN'a teşekkür ederim. Ayrıca tezimin başından sonuna kadar desteklerini esirgemeyen Arş.Gör. Hüseyin OK ve Zir.Müh. Aylin ZAMBAK ÖZGÜR'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem Zehra ŞENEL ve babam İbrahim ŞENEL'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca biricik kardeşim Gizem ŞENEL'e tezime katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ve her an yanımda olan ve beni bu süreçte cesaretlendiren eşim Emrullah AKTAŞ'a teşekkür ediyorum.



## İÇİNDEKİLER

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                 | i    |
| ABSTRACT.....                                             | iii  |
| ÖNSÖZ.....                                                | v    |
| AKADEMİK BEYAN .....                                      | ix   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                             | x    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                      | xi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                   | xiii |
| 1. GİRİŞ .....                                            | 14   |
| 2. KAYNAK TARAMASI .....                                  | 16   |
| 3. MATERYAL VE METOT.....                                 | 23   |
| 3.1. Materyal.....                                        | 23   |
| 3.2. Metot .....                                          | 25   |
| 3.3. İstatistiksel Analiz Metodları .....                 | 29   |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                             | 30   |
| 4.1. Su Örneklerinin pH Konsantrasyonları.....            | 37   |
| 4.2. Su Örneklerinin EC (Tuzluluk) Konsantrasyonları..... | 38   |
| 4.3. Su Örneklerinin Toplam Azot Konsantrasyonları.....   | 39   |
| 4.4. Su Örneklerinin Fosfor Konsantrasyonları.....        | 40   |
| 4.5. Su Örneklerinin Potasyum Konsantrasyonları.....      | 41   |
| 4.6. Su Örneklerinin Kalsiyum Konsantrasyonları.....      | 42   |
| 4.7. Su Örneklerinin Magnezyum Konsantrasyonları.....     | 43   |
| 4.8. Su Örneklerinin Sodyum Konsantrasyonları.....        | 44   |
| 4.9. Su Örneklerinin Demir Konsantrasyonları.....         | 45   |
| 4.10. Su Örneklerinin Mangan Konsantrasyonları.....       | 46   |
| 4.11. Su Örneklerinin Çinko Konsantrasyonları.....        | 48   |
| 4.12. Su Örneklerinin Bakır Konsantrasyonları.....        | 49   |
| 4.13. Su Örneklerinin Kadmiyum Konsantrasyonları.....     | 50   |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.14. Su Örneklerinin Nikel Konsantrasyonları.....                                              | 51 |
| 4.15. Su Örneklerinin Kurşun Konsantrasyonları.....                                             | 52 |
| 4.16. Su Örneklerinin Krom Konsantrasyonları.....                                               | 53 |
| 4.17. Su Örneklerinin Arsenik Konsantrasyonları.....                                            | 54 |
| 4.18. Su Örneklerinin Cıva Konsantrasyonları.....                                               | 55 |
| 4.19. Su Örneklerinin Klor Konsantrasyonları.....                                               | 55 |
| 4.20. Su Örneklerinin Karbonat Konsantrasyonları.....                                           | 56 |
| 4.21. Su Örneklerinin Bikarbonat Konsantrasyonları.....                                         | 57 |
| 4.22. Su Örneklerinin Bor Konsantrasyonları.....                                                | 58 |
| 4.23. Su Örneklerinin Nitrat Konsantrasyonları.....                                             | 59 |
| 4.24. Su Örneklerinin Sülfat Konsantrasyonları.....                                             | 60 |
| 5. SU ÖRNEKLERİNİN ANALİZ SONUÇLARI ARASINDAKİ İSTATİSTİKSEL İLİŞKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ..... | 62 |
| 6. SONUÇLAR .....                                                                               | 64 |
| 7. KAYNAKLAR .....                                                                              | 67 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                                        |    |

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **ANTALYA BOĞAÇAYI'NDA KİRLİLİK DÜZEYİ VE SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ** adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/11/2017

**Meliha Sinem ŞENEL**

## SİMGELER

As : Arsenik

B : Bor

Ca : Kalsiyum

Cd : Kadmiyum

Cl : Klor

CO<sub>3</sub> : Karbonat

Cr : Krom

Cu : Bakır

EC : Elektriksel İletkenlik

Fe : Demir

HCO<sub>3</sub> : Bikarbonat

Hg : Cıva

K : Potasyum

Mg : Magnezyum

Mn : Mangan

N : Azot

Na : Sodyum

Ni : Nikel

NO<sub>3</sub> : Nitrat

P : Fosfor

Pb : Kurşun

SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> : Sülfat

Zn : Çinko

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1.Çalışma Alanı.....                                                                         | 23 |
| Şekil 3.2.Örnekleme İstasyon Numaraları.....                                                         | 24 |
| Şekil 3.3. Boğaçayı Çevresindeki Kum Ocağı ve Mermer Ocağı.....                                      | 24 |
| Şekil 3.4. Boğaçayı Çevresindeki Orman ve Tarım Arazileri.....                                       | 24 |
| Şekil 3.5. Numune Alımı.....                                                                         | 25 |
| Şekil 3.6. Numune pH'larının ölçümü.....                                                             | 26 |
| Şekil 3.7.Karbonat-Bikarbonat Analiz Numuneleri.....                                                 | 27 |
| Şekil 3.8. Klor Analizinin Yapılışı.....                                                             | 27 |
| Şekil 3.9. Nitrat Analizi Numuneleri.....                                                            | 28 |
| Şekil 4.1. Su örneklerinin pH değerlerinin istasyonlara göre değişimi.....                           | 38 |
| Şekil 4.2.Su örneklerinin EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )değerlerinin istasyonlara göre değişimi..... | 39 |
| Şekil 4.3.Su örneklerinin azot konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....           | 40 |
| Şekil 4.4.Su örneklerinin fosfor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....         | 41 |
| Şekil 4.5.Su örneklerinin potasyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....       | 42 |
| Şekil 4.6.Su örneklerinin kalsiyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....       | 43 |
| Şekil 4.7.Su örneklerinin magnezyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....      | 44 |
| Şekil 4.8.Su örneklerinin sodyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....         | 45 |
| Şekil 4.9. Su örneklerinin demir konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....         | 46 |
| Şekil 4.10.Su örneklerinin mangan konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....        | 47 |

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.11.</b> Su örneklerinin çinko konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....      | 48 |
| <b>Şekil 4.12.</b> Su örneklerinin bakır konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....      | 49 |
| <b>Şekil 4.13.</b> Su örneklerinin kadmiyum konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....   | 50 |
| <b>Şekil 4.14.</b> Su örneklerinin nikel konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....      | 51 |
| <b>Şekil 4.15.</b> Su örneklerinin kurşun konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....     | 52 |
| <b>Şekil 4.16.</b> Su örneklerinin krom konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....       | 53 |
| <b>Şekil 4.17.</b> Su örneklerinin arsenik konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....    | 54 |
| <b>Şekil 4.18.</b> Su örneklerinin klor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....       | 56 |
| <b>Şekil 4.19.</b> Su örneklerinin karbonat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....   | 57 |
| <b>Şekil 4.20.</b> Su örneklerinin bikarbonat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi..... | 58 |
| <b>Şekil 4.21.</b> Su örneklerinin bor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....        | 59 |
| <b>Şekil 4.22.</b> Su örneklerinin nitrat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....     | 60 |
| <b>Şekil 4.23.</b> Su örneklerinin sülfat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi.....     | 61 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.1.</b> Örneklem istasyonlarından alınan su örneklerinin 2016 yılı analiz sonuçları.....                                                                                                                          | 30 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Örneklem istasyonlarından alınan su örneklerinin 2017 yılı analiz sonuçları.....                                                                                                                          | 33 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri .....                                                                                                                                        | 36 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) İç Sulara ve Denizlerdeki İstihsal Yerlerine Dökülmesi Yasak Olan Zararlı Maddeler ve Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Değerler Listesi..... | 37 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı Su Tuzluluğu Sınıflandırması.....                                                                                                                                     | 38 |
| <b>Çizelge 5.1.</b> Su örneklerinin 1.dönem analiz sonuçları arasındaki istatistiksel ilişkiler.....                                                                                                                          | 62 |
| <b>Çizelge 5.2.</b> Su örneklerinin 2.dönem analiz sonuçları arasındaki istatistiksel ilişkiler .....                                                                                                                         | 62 |

## 1. GİRİŞ

Canlılar yaşamlarını hava, su ve topraktan oluşan doğal sistem içerisinde devam içerisinde devam ettirirler. Bu doğal sistem düzenli bir yapıya sahiptir. Bu nedenle doğa kendini eski haline getirme ve atıklarını sentezleme özelliğine sahiptir. Ancak günümüz toplumunda tüketim ve hayat alışkanlıklarına, evsel ve endüstriyel atıklara, tarımsal ve endüstriyel üretim ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak ortaya çıkan organik ve inorganik zararlı maddeler ekosferin madde miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Toprak, su ve atmosferdeki kirleticilerin miktarları zaman geçtikçe artmaktadır. Kirlilik sebeplerinin başında, fosil yakıtların kullanımı, maden alanları işletimi, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan atıkların kontrolsüzce çevreye bırakılması gelir.

Su, tüm canlıların yaşam şartlarını oluşturan başlıca kaynaklardan bir tanesidir. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi için yaşamsal gereksinimlerini karşıladıkları suya içme ve kullanma suyu denir. Su kaynakları yüzey ve yer altı su kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Su doğal ve çok fazla bulunan bir kaynak olmasına rağmen sınırsız bir kaynak değildir ve hızla tükenmektedir. Temiz su kaynakların devamlılığının sağlanması dünyanın geleceği açısından önem taşımaktadır.

Geçmişte su kaynaklarının önemsenmeyip, atık maddelerin deşarj noktası olarak kullanılması nedeniyle ciddi boyutlara varan su kirlenmeleri görülmüştür. Kirlilik unsurlarının suya geçmesi ve buradan da toprağa aktarılması nedeniyle kirleticiler bitki, hayvan ve insanlar tarafından alınabilmektedir. Bu nedenle tüm canlıları olumsuz yönde etkilemektedirler. Tarımsal amaçlı kullanılan pestisit ve gübreler de kentsel ve sanayi atıklar kadar biyolojik süreçleri etkilemektedir. Bu maddeler içerisinde ayrışamayan ve yeniden kullanılamayan ağır metal tuzları yer almaktadır. Tarımsal alanlarda kullanılan kimyasal maddelerin sulama sularına karışması çevre açısından ciddi kirliliğe neden olmaktadır. (Huber vd. 2000; Causape vd. 2004).

Binlerce yıldır önemli bir sorun olmayan ağır metaller, günümüzde tamamen antropojenik (insan kaynaklı) etkinlikler sonucu çok önemli bir sorun haline dönüşmüş ve günümüzde sadece büyük kent civarlarını, tarım alanlarını ve akarsuları değil bütün dünyayı tehdit eder duruma gelmiştir. Çünkü ağır metaller gerek bitkiler, gerek insanlar için son derece tehlikeli birer toksik elementtirler. Bu toksik elementler akarsular vasıtasıyla yaşam ve tarım alanlarına ulaşarak bitki ve insan sağlığını olumsuz etkileyebilmektedirler

Denizlerdeki ağır metal kirliliğinin en önemli sebebinin akarsular olduğu bilinmektedir. Çoğunlukla nehirlerle taşınan ağır metallerin büyük bir çoğunluğu çözünmüş halde taşınmaktadır. Çözünmemiş formdaki ağır metallerin sadece bir kısmı denizlere ulaşabilmektedir. Nehrin debisi azaldıkça çökeltme meydana gelir ve bu durumda partiküller formadaki metaller çökelmeye uğrarlar. Bazı durumlarda ağır metaller ve metaller rüzgârlarla taşınabilmektedir. Bu şekilde bir yer değiştirmenin olumlu yönleri olduğu gibi konsantrasyon azalımı gibi de olumsuz yönleri vardır. Böyle bir durumda kirlilik oluşmamış bölgelerde kirlilik oluşabilir.

Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz kıyısında Antalya kenti, yer almaktadır. Antalya, Batı Akdeniz Bölgesi'nin en büyük kenti ve bölge merkezi konumundadır. Antalya

kenti zengin doğal kaynaklara sahip bir kıyı kenti olmakla beraber doğu ve batıdan iki akarsu tarafından sınırlanmaktadır. Batıda Boğaçayı, doğuda ise Aksu Çayı akarsularıdır. Traverten Platosunda da Kırkgöz Kaynakları'nın Bıyıklı Düden'ine olan doğal akımı ve Düdenbaşı Kaynağı'nın boşalımı olan Düdenbaşı Çayı başlıca akarsulardır. Bölgenin batısında sulama alanları ile Boğaçayı ve Arapsuyu vadileri yer almaktadır.

Boğaçayı; Antalya kentinin batısında yer alan; kentin iki önemli sürekli akarsuyundan bir tanesidir. Boğaçayı yaklaşık 800 km<sup>2</sup>'lik bir alanı drene etmektedir. Bugün olduğu kadar gelecekte de Antalya için önemli bir doğal kaynak olacaktır. Günümüzde havza düzensiz, yağış rejimine bağlı olarak dönemsel olarak taşkınlara neden olmaktadır. Çevresi düzenlenmeye başlamıştır. Havza içinde işletilmekte olan çakıl ve kum ocakları, doğal dengeyi bozmakla beraber ciddi kirlilik sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca nakliye kamyonları ulaşım ve çevresel sorunlar doğurmaktadır. Ayrıca Boğaçayı'nın etrafında bulunan arazilerde hem sera hem de bahçe tarımı olmak üzere yoğun bir tarımsal üretim yapılmaktadır. Yine son zamanlarda imara açılan alanlar nedeniyle yerleşim amaçlı ciddi bir konut artışı söz konusudur.

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda; Dünya'da ve ülkemizde farklı akarsuların ve su kaynaklarının bazı ağır metal ve nitrat içeriklerinin araştırılmış olduğunu; ancak ovanın tarımsal alanlarını, insan varlığını ve Akdeniz'i büyük ölçüde etkileyen Boğaçayı'nın farklı dönemlerdeki element konsantrasyonlarının (özellikle bazı önemli ağır metaller) araştırılması ile ilgili çok fazla çalışmanın bulunmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen verilerin Tarım Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı gibi ilgili kurumlarla ve Antalya Büyükşehir Belediyesi ile paylaşılmasıyla bilimsel ve uygulamaya yönelik sonuçların elde edilmesi hedeflenmektedir.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Canlı hayatının devam edebilmesi için su, önemli doğal kaynaklardan bir tanesidir. Su kalitesinin bozulması su kirliliği olarak kabul edilmektedir. Başlıca su kullanım yerleri tarım alanları, endüstri alanları ve evsel gereksinimlerdir. Bu durum potansiyel kullanım kalitesini belirlemektedir. Su döngüsünde önemli bir göreve sahip olan akarsular sürekli olarak insan etkilerinin baskısı altında olduğundan evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlleticilerin etkisi ile kirlenerek su kalitesi bozulmaktadır (Soylak ve Doğan 2000; Verep vd. 2005)

Özgüler (1997), giderek artan su ihtiyacı ile azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında keşişeceğini, bu durumun da doğal olarak tüm dünyayı etkileyen bir kriz olacağı öngörülmektedir.

Anadolu toplamda 145000 km uzunluğunda bir akarsu ağına sahiptir. Zengin su kaynaklarına sahip olmasına rağmen yeryüzü şekillerinin düzensizlikleri sebebiyle su kaynaklarını kontrol edilememesi ve yağışların bölgelere göre yeterli dağılmaması nedeniyle gelecekte su kıtlığı yaşamasının söz konusu olabileceği düşünülmektedir (Altuner ve Gürbüz 1989; Yavuz ve Çetin 2000).

Su kalitesi yaşamımızı doğrudan etkilediği için suyun temiz olması yaşamsal faaliyetlerimiz için önemlidir. Bu nedenle de kullanılabilecek su miktarını kısıtlayan en önemli faktör suyun kalitesidir. Yeterli düzeyde su varlığı olsa bile, su kalitesinin standartlarına uygun olmaması durumunda kullanılabilir su oranını azalmaktadır.. (Palmer 1980; Kocataş 2006).

Su kirliliğine sebep olan faktörler genel olarak evsel ve endüstriyel kökenli atık sular şeklinde sınıflandırılrsa da, su kirliliği karmaşık bir yapıya sahiptir. Evsel kökenli atık suları; mutfak, banyo ve diğer temizlik amaçlı kullanılan sular ile kanalizasyon suları oluşturmaktadır. Kanalizasyon atık suları içerisindeki patojen mikroorganizmalarla akarsuları büyük oranda kirlenmektedir (Mascher 1987; De vd. 1993).

Akarsular karadan suyla madde ve su taşınması konusundaki fonksiyonları nedeniyle su ve kara ekosistemlerini birbirlerine bağlayan köprü görevi görmektedirler. Akarsuları etkileyen önemli insan etkileri ise suyun akış rejimini değiştiren, barajlar, kanallar inşa edilmesidir. Ayrıca akarsu havzasındaki arazi kullanım özelliklerinin değişmesi ve buraya ulaşan madde miktarındaki değişimlerde akarsuları etkilemektedir. Endüstriyel devrim öncesine göre, karasal azot döngüsündeki azot miktarında 2 katlık (Vitousek vd. 1997), fosfor miktarında ise % 75 lik (Bennett vd. 2001) artışlar meydana geldiği görülmüştür.

Berdan Çayı, Mersin il sınırları içerisinde yer alan bölgenin içme-kullanma suyunu karşılaması ve tarım arazilerinin sulanması için kullanılması açısından önemli akarsulardan birisidir. Havzasında bulunan tarım arazilerinden, endüstriyel ve evsel kaynaklardan dolayı Akdeniz'e ulaşan en büyük kirlilik kaynağıdır. (Anonymous 2008).

Çiçek ve Ertan (2012), Köprüçay Nehri'nin fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre su kalitesini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; nehrin kaynak noktasından nehir ağzı bölgesine kadar seçtikleri 7 ayrı istasyondaki su numunelerini

incelemişler ve Köprüçay nehrinin fiziksel ve kimyasal verilere göre birinci kalite sınıfında olduğunu fakat bazı dönemlerde kirlilik tehdidi altında olduğunu bildirmişlerdir.

Challawa Nehri'nde yapılan çalışmada sepicilik (Tabakhane) ve tekstilden çıkan atık maddenin nehir suyunun kimyasal özellikleri üzerindeki etkisi bir yıl aralıklarla incelenmiştir. Su numuneleri mevsimsel faktörleri yansıtacak şekilde Haziran'dan Eylül ayına olan dönemden başlanarak, Kasım 2007(yağmurlu mevsim) - Şubat 2008 (Harmattan dönemi) ve Mart - Mayıs 2008 (Kurak sezon) olmak üzere üçer aylık dönemler halinde toplanmıştır. Bu alanlardan alınan su numuneleri, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam organik karbon (TOC), çözülmüş oksijen (DO) toplam çözülmüş katı (TDS), anyonlar ve eser elementlerin belirlenmesi için 8 farklı istasyondan örnekler toplanmıştır ve belirlenmiştir. Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları BOİ, KOİ, DO, TOC, TDS, nitrat, nitrit, sülfat, fosfat, ağır metaller ve klorun, mevsimsel olarak belirgin bir değişiklik olmayan S1-S3 noktası hariç, örnekleme noktaları ve mevsimsel önemli bir şekilde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. (Akan vd.2008)

Kaplan vd. (1999) tarafından Kumluca yöresi kuyu sularında yapılmış bir çalışmada, kuyu sularının nitrat içeriklerinin 2.46-164.91 mg/L arasında değiştiği ve nitrat kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığı, dünya sağlık örgütünün bildirdiği 45 mg/L'lik nitrat sınır değerine göre değerlendirildiğinde ise örneklerin % 50'sinin nitrat içeriği bakımından kabul edilebilir sınırlar üzerinde kirlendiği ortaya konulmuştur.

Sönmez İ. vd. (2007)'nin Demre yöresi kuyu sularında yaptıkları çalışmada, kuyu sularındaki ortalama nitrat içeriğinin 70.83 mg/L olduğunu ve yöredeki uygulamalarla yer altı suyu kirliliğinin arttığını ve sulama sularının nitrat içeriklerinin bilinmesinin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Orman vd. (2010), Antalya/Kumluca ilçesinde seralarda sulama suyu olarak kullanılan kuyu suyu örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonlarının 1996 yılında %55'inin 0-50 mg/L arasında, %45'inin 50 mg/L'den fazla olduğunu; 2008 yılında ise %85'inin 0-50 mg/L arasında, %15'inin 50 mg/L'den fazla olduğunu bildirmişlerdir. Kuyu sularının 50 mg/L'den fazla nitrat içeren oranındaki azalmaya neden olarak özellikle tarımsal üretimde bilinçsiz gübrelemenin azalması ve gübreleme programlarına dayalı uygulamaların artmasının neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bolin ve Arrhenius (1977), sulardaki ve kullanılan azotlu gübrelerin içerdiği nitratin ıspanak, marul, lahana gibi yaprağı yenen sebzeler ile hıyar, turp, domates gibi diğer sebzelerde birikerek buradan da besin zinciri yoluyla insan ve hayvan vücuduna ulaşarak sağlık açısından tehlikeli durumların ortaya çıkmasına neden olduğunu, insan vücuduna alınan nitrat miktarının yüksek olmasının bağırsak zarlarının parçalanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Hatch (1982), vücuda alınan nitrat miktarı fazla olduğu zaman, amonyağa indirgenme sınırlanmakta ve ara metabolizma ürünü olarak nitrat biriktiğini bildirmiştir.

Chapman ve Kimstach (1996), yüzey sularında nitrat azotunun 5 mg/L'nin üzerinde olmasının sebebinin evsel ya da tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapılmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Kumbur vd. (2008), özellikle ağır metaller ile kirlenmiş sulardan kaynaklanan kirlilik sorunlarını kontrol altına almak için tarımsal alanların yakınlarında bulunan su kaynaklarının düzenli olarak analizlerinin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Kirliliğin başlangıç aşamasında engellenmesi için kullanılan kimyasal maddelerin en az seviyeye indirilmesinin büyük önem taşıdığını bildirmişlerdir.

Tarımsal faaliyetler için kullanılan kimyasallar, gübreler ve pestisitler olarak ayrılmaktadır. Kullanılan zirai mücadele ilaçlarının (pestisitlerin) etken maddelerinde çeşitli metallerin ve klorun yer alması, tarımsal alanların çevrelerinde yer alan su kaynaklarında ağır metal içeriklerinin ve iletkenliğin artışına neden olmaktadır. Bunun yanında kullanılan gübrelerdeki dolgu maddeleri ve kompost gübre kullanımıyla krom (Cr) ve nikel (Ni) gibi metallerin toprağa geçmesi ve dolayısı ile alıcı su ortamlarına taşınması mümkün olabilmektedir (Alloway 1995).

Su ortamları, günümüzde atıkların çoğu için basit ve ucuz bir bertaraf seçeneği olarak, ideal bir deşarj yeri olarak kabul edilmiştir. Gelişmiş ülkeler de dahil bu durum söz konusu olmakla beraber kimyasal maddelerin canlılarda birikmesi ve bazı kirlilik unsurlarının su ortamlarında uzun süre kalması sebebiyle bugünkü kirliliğin artarak sıkıntılı duruma ulaşmasın neden olmuştur. Bu kirlenme suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemekle beraber bu kirliliğin belirleyici bu özellikleri izlenerek problemlerin çözümü için çeşitli yollara başvurulmalıdır. Bu nedenle de kirleticilerin konsantrasyonları kimyasal yöntemlerle belirlenmektedir (Taylan vd. 2007)

Göksu (2003) ve Kumar vd. (2010), sulardaki ağır metaller inorganik kirleticilerin önemli bir kaynağını oluşturduğunu, bunların su ekosistemde canlılar tarafından bünyelerine alınarak dokularında biriktiğini ve besin zinciri vasıtasıyla insana kadar ulaşabildiğini söylemektedirler. Ayrıca su ortamlarındaki ağır metallerin doğal kaynakları dışında, tarımsal (gübre ve ilaç), endüstriyel ve kentsel atıklar sonucu artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tarımsal üretim sırasında topraklara uygulanan azotlu kimyasal gübreler ve organik gübrelerde azot özellikle toprak, yağış ve sulama özelliklerine bağlı olarak  $\text{NO}_3^-$ -N formundan yer altı sularına sızarak alıcı ortamlara ulaşır ve bu durum yüzey sularında ötrofikasyona sebep olabilmektedir. Ayrıca fosfor elementi de ötrofikasyonun başlıca belirleyicilerinden biri olmakla beraber fosfor, farklı formlar ve bileşimlerde nehir, göl ve denizlere ulaştığı zaman alg popülasyonunun artmasına neden olur. Fosfor kaynaklarını kontrol etmek ve azaltmak için yapılan hesaplamalarda çoğunlukla toplam fosfor konsantrasyonu temel alınmaktadır (Gerdes ve Kunts 1998).

Power ve Scheders (1989), Kuzey Amerika'da yaptıkları çalışmada kırsal kesim nüfusunun % 90'ından fazlasının, su ihtiyaçlarını yer altı su kaynaklarından sağladığını bu sebeple de yeraltı su kaynaklarının kirliliğe neden olan maddelerden korunması gerektiğinin önemini vurgulamışlardır. Geniş alanlarda  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin oluşmasının nedeninin, bitkilerin kök bölgesinde tuz birikmesini önlemek için yapılan sulamalar ile oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu sonucun ise son 20–30 yıllık zaman diliminde azotlu gübre kullanımının çok fazla artması ile gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Kumbur vd. (2008), analiz sonuçları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ile

karşılaştırıldığında; metal içerikleri bakımından Adanalıoğlu, Kazanlı ve Homurlu beldelerinde bu noktalarda IV. Sınıf su kalitesine kadar düşüşler olduğunu saptanmışlardır.

Oğuz (2001), Boğaçayı havzasında yapılan faaliyetler sonucu Antalya körfezine taşınan kirlilik yüklerinin tespiti ve çözüm önerilerinin belirlenmesi için yatıkları çalışmada Boğaçayı kirlilik potansiyelini havza bazında incelemişler ve sayısal ortamda öncelikli tehlike arz eden alaların belirlenmesine çalışılmıştır. Yapılan çalışma göstermektedir ki Türkiye'nin en temiz kıyılarından olan Antalya körfezine önemli miktarda bitki besin maddesi taşınmaktadır. Çalışma 12 ay süresince Boğaçayı'nın Akdeniz'e toplam 112.99 milyon m<sup>3</sup> su ile birlikte taşınan toplam azot yükünün 107.33 ton, nitrat azotu yükünün 97.88 ton ve fosfor yükünün de 47.64 ton olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca 89.83 ton BOİ ve 1298.04 ton KOİ yükü taşıdığı tespit edilmiştir. Araştırmacı Boğaçayı ile Akdeniz'e taşınan kirliliğin kontrol altına alınabilmesi için mutlak suretle havzayı kapsayacak önlemlerin alınmasını tavsiye etmektedir.

Köse vd. (2016), Porsuk Çayı üzerinde belirlenen 13 istasyondan (Mayıs 2010-Şubat 2011) mevsimsel olarak su örnekleri almışlar ve sıcaklık, pH, iletkenlik, tuzluluk, 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, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfor, toplam klor, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum parametrelerini incelemişlerdir. İncelenen parametrelerin verileri istasyonlar arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmış ve faktör analizi kullanılarak etkili faktörler sınıflandırmışlardır.

Huan Feng vd. (2004) yaptığı çalışmada, Yangtze Nehri yakınlarında yüksek, orta ve düşük gelgit düzlüklerinde üç kısa tortu çekirdeği (<20 cm) toplamış, Cu, Pb ve Zn kirleticilerinin mevcut olduğunu tespit edilmiştir.

Akçay vd. (2003), yaptığı çalışmada, çevresel kirlilik düzeylerini belirlemek için ekonomik açıdan önemli iki nehir olan Türkiye, Gediz ve Büyük Menderes (BM) incelemiş, sıralı kimyasal ekstraksiyonu içeren eski bir analitik prosedür iyileştirilmiş ve partiküler eser metallerin (Cu, Co, Cr, Mn, Fe, Zn, Pb ve Ni) bölünmesi için kullanmışlardır, farklı fazlara sahip katyonik ve anyonik Mn ve Cr türleri ayrıca sızıntı ekstraksiyonu ve iyon değişimi işlemleri ile belirlemişlerdir. Sonuçlar, Gediz nehrinde Pb, Cr, Mn ve Zn, Büyük Menderes nehrinde ise Co, Mn ve Zn'de için kirlilik düzeylerinin önemli olduğunu göstermişlerdir.

Rieumont vd. (2005), Küba için önemli olan Almendares Nehrinde yaptıkları çalışmada planlı iyileştirme çalışmalarından önce mevcut su kalitesi koşullarını değerlendirmek için nehir sedimentlerinde on beş numune alma istasyonu belirlenmişlerdir.

Sakana vd. (2009), Tisza Nehri'nde yaptığı çalışmada Cu, Zn ve Pb ile hafif derecede kirlilik gösterdiği ve Cr ile az kirlendiği, Tisza sedimentlerinin bitişik kentsel ve endüstriyel alanlardan ağır metal birikimi için bir depo olarak hizmet ettiği sonucuna varmışlardır.

Pearl River Nehrinde yapılan projede 21 ana numune (3.65 m derinliğe kadar) toplamışlardır. Sonuçlar, örnekleme alanlarının çoğunda Pb ve Zn içeriğinin yükseldiğini göstermektedir. Fe, Co, Ni ve Cu konsantrasyonları arasında yakın ilişki

olduğu, Pb dağılımı, muhtemelen bölgedeki kömür yakma faaliyetlerinden gelen atmosferik girdilerin güçlü etkilerini göstermektedir (Li vd. 1999).

Beutel vd. (2016), nitratın, ötrofikasyondan; sağlık risklerine hatta bebeklere kadar uzanan potansiyel çevresel etkilere sahip önemli bir su kirleticisi olduğunu bildirmişlerdir.

Karasu ırmağında yapılan çalışmada 5 farklı istasyondan su örnekleme yapılmış, ağır metal içeriklerine bakıldığında istasyonlar arasında ciddi farklılıklar ortaya çıktığı görülmüştür (Sönmez vd. 2012).

Elmacı vd. (2010), Ulubat Gölü'nde yürüttükleri çalışmada belirlenen fiziko-kimyasal parametrelerin sonuçları ile suyun kalite standartlarını belirleyen çeşitli ulusal ve uluslararası yönetmeliklerin sınır değerleriyle karşılaştırmışlardır. Gölü su kalitesi açısından değerlendirmişlerdir. Yaptıkları değerlendirmeye göre Ulubat Gölü su kalitesinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre IV. Sınıf olduğunu, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliğine göre ise de amonyum, magnezyum, bakır, kadmiyum ve çinko konsantrasyonlarının kabul edilebilir sınır değerlerin üzerinde bulunduğunu belirlemişlerdir.

Kaplan ve Sönmez (2000), Belek Özel Çevre Koruma Alanı akarsularında yaptıkları çalışmada suların ana kirleticilerini; yerleşim merkezleri ile bazı turizm tesislerinin artılmayan atık suları ve tarımsal alanların drenaj suları olduğu gözlemlenmiştir. Su örneklerinin analiz sonuçlarına göre su kirliliğinin, bu suların tarımsal sulama amaçlı kullanımlarını sınırlamadığını ancak içme suyu olarak kullanılmasının tehlikeli olduğunu bildirmişlerdir.

Gültekin vd. (2012), Trabzon ili akarsularını kapsayan çalışmada; tüm sular Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterleri' ne göre birçok parametre açısından iyi su sınıfında iken, genellikle Cu, Pb, Mn, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CN<sup>-</sup> ve KOİ parametreleri açısından az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıflarında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu suların parametrelerinin kirli olmasının sebebinin tarımsal etkilere ve atıklardan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kurnaz ve Güngör (2002), Kızılırmak nehrinde yaptıkları çalışmada bir yıl süresince aylık olarak yaptıkları örneklemlerde pH, EC, askıda katı madde, BOİ ve KOİ analizlerini yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre Kalite Değerleri göz önüne alınarak Kızılırmak Nehrinin I. ve II. Sınıf su kalitesine girdiğini ve ayrıca bazı noktaların III. ve IV. Sınıf su kalitesine girdiğini bildirmişlerdir.

Isparta (Aksu) il sınırından doğup, Antalya (Serik)'da Akdenize'e dökülen ve bölgenin önemli akarsularından biri olan Köprüçay Nehri'nin su kalitesi araştırılmıştır. Kalite parametreleri Şubat 2008- Ocak 2009 tarihleri arasında kaynaktan nehir ağız bölgesine kadar seçilen 7 istasyonda incelemeler yapılmış bulunan veriler ortalama, minimum ve maksimum olarak değerlendirilmiştir (Çiçek ve Ertan, 2012).

Yüksek gübre tüketimi insanlar tarafından tüketilen sebzelerde ve tarım hayvanlarının beslenmesinde kullanılan yeşil sebzeler nitrat artışını beraberinde getirirken bu durum özellikle içme sularında nitratın 50 mg/L olarak sınırlandırdığı

Avrupa Topluluğu ülkelerinde nitrat tüketiminin insan ve hayvanlarda oluşturduğu rahatsızlıklar hakkında yoğun tartışmaya yol açmış nitratin nitrite parçalanması ve sağlığa olan zararlarının ön planda tutulmasına neden olmuştur (Alçıçek ve Başlar 1995).

Kaplan vd. (1999), Kumluca yöresinde yaptıkları çalışmada 20 farklı kuyudan örnekleme yapmışlardır. Elde edilen verilere göre kuyu sularının  $\text{NO}_3$  içerikleri 2.46 mg/L olarak bulmuşlardır. Yöredeki kuyu sularında  $\text{NO}_3$  kirlenmesinin önemli düzeye ulaştığı, bu suların içilmesini önleyecek tedbirler alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Dökmen ve Kurtuluş (2004), Gölcük ilçesi ve civar köylerinde 8 akarsu kaynağında yürüttükleri araştırmada 8 akarsu kaynağının rastgele olarak seçildiğini ve bu istasyonlardan yıl boyunca her ay örnek alınarak bazı fiziksel, inorganik ve organik parametrelerin analizleri yapıldığını bildirmişlerdir.

Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağın bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ile akarsu, göl ve yeraltı kaynaklarına karışmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller akan su miktarına bağlı olarak seyrelirler ve bir kısmı karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturup su tabanına çöker ve birikirler (Kahvecioğlu vd.).

Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Burdur Gölü Havzası; insan, sanayi, ve tarımsal faaliyetler sonucunda kirlilik problemleriyle karşı karşıyadır. Akdeniz Bölgesi'ndeki Asi Nehri, Seyhan ve Ceyhan Havzalarında sanayi, insan ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik nedeniyle su kalitesinin III. ve IV. sınıf düzeylerinde olduğu görülmüştür. Batı Akdeniz, Antalya (Orta Akdeniz) ve Doğu Akdeniz Havzalarında ise henüz kirlilik sorunu söz konusu değildir (Akın ve Akın, 2007).

Kumbur vd. (2008), Adanalıoğlu Belediyesi'nde yaptıkları çalışmada aldıkları su örneklerinden yapılan analizlerde, sebzelerin tarlaya ekim döneminde krom miktarlarının diğer dönemlere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Büyüme ve hasat dönemlerindeki krom miktarının azalmasının toprağa değişik yollarla ulaşan kromun bitkiler tarafından kullanılmasından dolayı olabileceğini bildirmişlerdir.

Ave nehri havzasında (Portekiz) nehir tortullarında ağır metal konsantrasyonları (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) belirlenmiştir. Bu çok kirli bölgedeki kirliliğin genel sınıflandırması elde edilmiştir. Bu sınıflamada çok değişkenli veri analizi teknikleri, temel bileşen analizi ve öz vektör projeksiyonları kullanılmıştır. Farklı kirlenici özelliklere sahip beş genel alan tespit edilmiş ve sınırlı alanlarda birkaç ağır metal konsantrasyon anormalliği tespit edilmiştir. Tüm örnekleme istasyonları için çok değişkenli analiz ile metal kirlilik indeksleri ile belirlenen genel metal kirliliği arasında iyi bir korelasyon elde edilmiştir (Soares vd. 1999).

Minareci vd. (2004), Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin Gediz Nehrine boşalttığı su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonları belirlenmiş ve analiz sonuçlarına göre, su örneklerinde ortalama değerler; 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 olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen, Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri ile

karşılaştırılmış, atık sudaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olmadığı saptanmışlardır. Sediment örneklerinde ise ortalama değerler; bakır 346, demir 3072, mangan 145, çinko 631, kadmiyum 0.95, kobalt 0.98, krom 159, nikel 135, kurşun 25.5 mg/L olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Fırtına Deresi suyunun tüm özellikleri, Su Kirliliği Mevzuatında bildirilen kıta İçi Su Kalite Standartları'na göre incelendiğinde fosfor iyonu hariç yüksek kaliteli (I. Sınıf) su standardında ve insan tüketimi amaçlı sular hakkında yönetmeliğe uygun olduğu anlaşıldığı görülmektedir. Fırtına Deresi sularının; sadece dezenfeksiyonu ile içme suyu tedarikinin dışında, rekreasyonel amacıyla, su ürünleri yetiştiriciliği ve diğer ihtiyaçlar için kullanılabilir su özelliğinde olduğu söylenebilmektedir. (Gedik vd. 2010).

İçme suyu ile vücuda alınan nitratin yüksek konsantrasyonda olması özellikle bebeklerde nitratin nitrite indirgendiği, oluşan nitritin de kandaki hemoglobini okside ederek oksijen taşıyamayan methemoglobine dönüştürdüğü ve bunun sonucunda mavi bebek hastalığına sebep olduğu bildirilmektedir (Anonymus,2004).

Asi Nehri'nde yıl içerisinde aylık olarak 12 kez örnekleme yapılmıştır. Su kalite parametrelerinden BOİ, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, KOİ, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, askıda katı madde, toplam sertlik, silis analizleri yapılmış ve yapılan analizlerin değerlendirilmesi sonucunda, Asi Nehri'nin az kirli su sınıfında ve kirlenme tehdidi altında olduğu kanısına varılmıştır (Taşdemir ve Göksu 2001).

Gomti Nehrinde yapılan çalışmada nehir suyunda 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 tespit edilmiş, bunlar sırasıyla 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 yaptıkları çalışmada farklı 74 noktadan örnekleme yapılmış ve Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni ve Zn konsantrasyonları belirlemişler, Tuna Nehri ve bazı kollardaki sadece birkaç istasyonda çok yüksek element konsantrasyonları gözlemlemişlerdir. Özellikle de Irongate'de başlayıp Tuna Nehri'nin alt kısmında yüksek konsantrasyonda Cd gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Lot Nehri tortullarında yapılan çalışmada; Cd ve Zn için "ciddi derecede kirli" olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlar, dahası, eski eritme alanındaki iyileştirme çabalarına rağmen, Lot Nehri Cd ve Zn girdilerinden etkilenen değerleri "ciddi" ve "orta ciddi" olarak bulmuşlardır (Audry, 2004).

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

“Boğaçayı, Konyaaltı ilçesinin batısından gelen Doyran ve Çandır Çayları ile; kuzeyden gelen Karaman Çayı’nın birleşmesinden oluşmuştur (Şekil 3.1). Çandır ve Doyran Çayları yağışlı mevsimlerde akmaktadır. Karaman Çayı’nda ise sürekli akım olup, su debisi kış ve ilkbahar aylarında yüksek değerlere ulaşmaktadır. Yaz aylarında ise Karaman, Doyran ve Çandır Çayı sularının çok azalması nedeniyle, Boğaçayı akımları ancak traverten kaynaklarının boşalımları ile sürmektedir. Boğaçayı yaklaşık 25 km uzunluğunda yatağı ile 833 km<sup>2</sup>’lik bir alanı drene etmektedir. Günümüzde havza yağış rejimine bağlı olarak zaman zaman taşkınlara neden olan, çevresi düzenlenmemiş bir durumdadır” (Dipova, 2010).



**Şekil 3.1.** Çalışma alanı

Antalya/Boğaçayı’ndan su örneklemelerinin 2016 yılında; kış sonu (1. Dönem-Mart ayı) ve yaz sonu (2. Dönem-Eylül ayı) olmak üzere sonbahar-kış ve ilkbahar-yaz mevsimlerinin bitiminde gerçekleştirilmesi planlamıştır. Ancak 2. Dönem örnekleme özellikle ilkbahar yağışlarının olmaması ve buna bağlı olarak Boğaçayı’nda su akışının bulunmaması nedeniyle 2017 Nisan ayında yapılabilmıştır. Bu durumda ilk örnekleme 16 Mart 2016 tarihinde 1. yıl örnekleme; ikinci örnekleme 26 Nisan 2017 tarihinde 2. yıl örnekleme şeklinde gerçekleşmiştir. Su örneklerinin alındığı noktalar GPS ile belirlenmiş ve iki örnekleme tarihinde de aynı noktalardan alınarak yapılmıştır. Toplam 12 farklı örnekleme noktası ile Boğaçayı’ndan su örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Örnekleme istasyon numaraları



Şekil.3.3. Boğaçayı çevresindeki kum ocağı ve mermer ocağı



Şekil.3.4. Boğaçayı çevresindeki orman ve tarım arazileri

Örnekler 1,5 litrelik su şişelerine alınmıştır (Şekil 3.5.). Su şişeleri örnekleme yapılmadan önce laboratuvarında saf su ile yıkanmıştır. Ayrıca su şişeleri örnekleme yapılacak aynı su ile iki kez yıkanmış 1,5 L'lik pet şişelere alınan sulara, mikrobiyolojik aktiviteyi önlemek için 5-6 damla toluen (Hach, 1989) damlatılarak laboratuvara getirilmiş analizler tamamlanıncaya kadar 1'er litrelik iki ayrı kısımda buzdolabında saklanmıştır. Aynı noktadan alınan su örnekleri ikiye bölünmüş bir şişesi iz element ve ağır metal analizlerinde (Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Hg) diğer şişesi ise diğer analizlerde (pH, EC, toplam N, P, Mg, Ca, K, Na,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , B,) kullanılmıştır. Bunlardan iz 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. Numune alımı

### 3.2. Metot

**A. Elektriksel iletkenlik (EC):** Su örneklerinde; elektriksel iletkenlik, Wheston köprüsü prensibiyle otomatik sıcaklık düzeltmesi yapan direkt EC metre cihazı ile ölçülmüştür (Ayyıldız,1976).

**B. pH:** Su örneklerinde pH, cam elektrotlu pH metre ile örnekleme yapıldıktan sonra en kısa süre içerisinde doğrudan ölçülmüştür (Ayyıldız,1976).Numunelerin pHlarının ölçülmesi Şekil 3.6.'te gösterilmiştir.



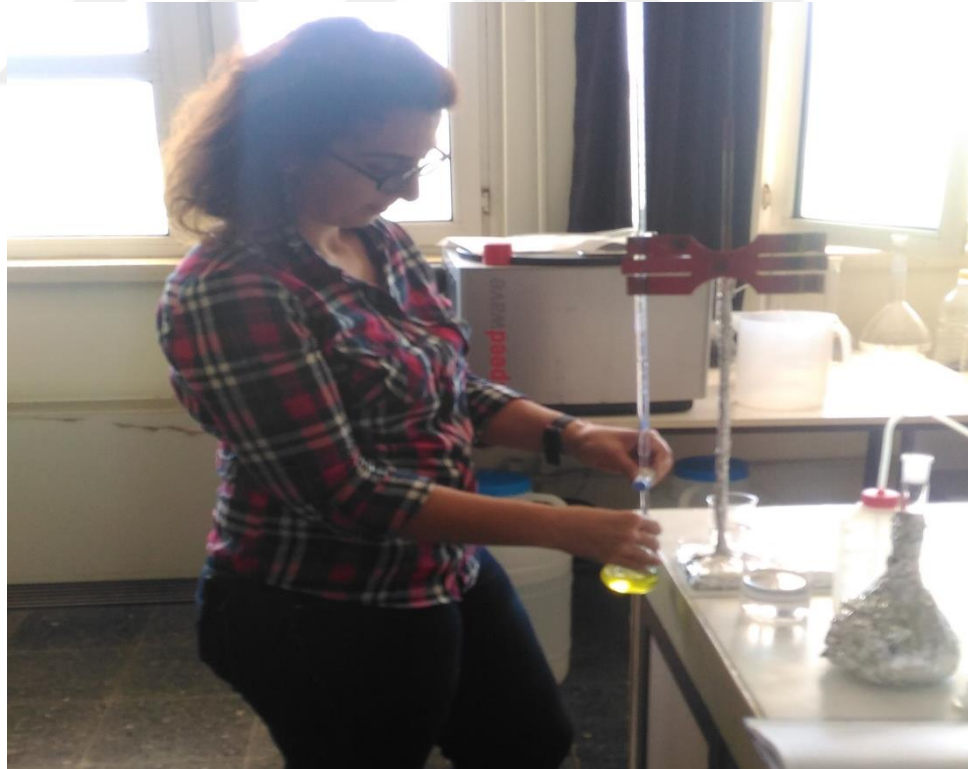
Şekil 3.6. Numune pH'larının ölçümü

**C. Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ve bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):** Sülfürik asit titrasyonu ile Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.



**Şekil 3.7.** Karbonat-bikarbonat analiz numuneleri

**D. Klor (Cl):** Gümüş nitrat titrasyonu ile Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Şekil 3.7’de klor analizinin yapılışı görülmektedir.



**Şekil 3.8.** Klor analizinin yapılışı

**E. Bor (B<sup>-</sup>):** Azomethin –H eriyiği kullanılarak kolorimetrik yöntemle analiz edilmiştir (Fresenius vd. 1988).

**F. Nitrat ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup>):** Alınan su örneklerinin nitrat konsantrasyonları spektrofotometrik yöntemle belirlenmiş (Fresenius vd.1988) ve bu analiz su örnekleri alındıktan sonra 12 saat içerisinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.8’de analiz numuneleri görülmektedir.



Şekil 3.9. Nitrat analizi numuneleri

**G. Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>):** Sular da sülfat konsantrasyonu ise anyon ve katyon dengesinden hesaplanarak tespit edilmiştir.

**H. Toplam Azot (N):** Su örneklerinin toplam N’u Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. (Samsunlu 1982).

**İ. Fosfor (P) , potasyum (K) , kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) , sodyum (Na):** Toplam P, K, Ca, Mg, Na direkt olarak ICP-OES cihazında ölçüm yapılarak belirlenmiştir ( TS 7739:1989 Sulama Suları , Richards 1954).

**J. Demir (Fe), çinko (Zn), mangan( Mn) , bakır (Cu), nikel (Ni), krom (Cr), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As) , cıva ( Hg):** Su örneklerindeki bazı iz elementler ve ağır metallerin (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, As, Hg) konsantrasyonları TS EN 13650, EPA 3052, TS EN ISO 15587-1 analiz yöntemleri kullanılarak ICP-OES (Perkin Elmer Optima 7000 DV) cihazında belirlenmiştir.

### 3.3. İstatistiksel Analiz Metodları

Araştırma sonucunda bulunan veriler arasındaki istatistiksel ilişkiler bilgisayar ortamında IBM SPSS paket programında tek taraflı korelasyon ve regresyon analizi yapılarak elde edilmiştir.



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Antalya ili Boğaçayı ve bu çayı besleyen kollara göre belirlenen istasyonlardan alınan su örnekleri analiz sonuçları bu bölümde değerlendirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları 2016 yılı için Çizelge 4.1’de, 2017 yılı için ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin 2016 yılı analiz sonuçları

| İstasyon No | pH   | EC (µS/cm) | N mg/L | P mg/L | K mg/L | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L |
|-------------|------|------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 1           | 7.50 | 700        | 25.20  | 0.22   | 2.75   | 88.40   | 28.35   | 22.02   |
| 2           | 7.90 | 638        | 22.40  | 0.36   | 2.27   | 73.41   | 29.05   | 18.63   |
| 3           | 7.90 | 496        | 33.60  | 0.16   | 1.45   | 52.71   | 26.06   | 17.23   |
| 4           | 7.70 | 405        | 36.40  | 0.25   | 1.30   | 50.39   | 20.33   | 16.68   |
| 5           | 8.04 | 404        | 19.60  | 0.18   | 1.21   | 39.77   | 18.31   | 22.85   |
| 6           | 7.76 | 649        | 28.00  | 0.19   | 2.58   | 81.56   | 26.93   | 19.15   |
| 7           | 7.99 | 459        | 28.00  | 0.21   | 1.84   | 45.98   | 24.47   | 17.70   |
| 8           | 7.48 | 677        | 22.40  | 0,26   | 2.67   | 91.17   | 25.73   | 19.11   |
| 9           | 7.82 | 385        | 25.20  | 0.21   | 3.22   | 31.52   | 21.64   | 16.89   |
| 10          | 8.10 | 476        | 30.80  | 0.24   | 1.72   | 47.18   | 23.98   | 16.39   |
| 11          | 8.00 | 542        | 25.20  | 0.19   | 2.27   | 71.90   | 27.52   | 19.16   |
| 12          | 8.07 | 560        | 25.20  | 0.27   | 2.24   | 58.86   | 27.61   | 18.97   |
| Min.        | 8.07 | 385        | 19.60  | 0.16   | 1.21   | 31.52   | 18.31   | 16.39   |
| Maks.       | 7.50 | 700        | 33.60  | 0.36   | 3.22   | 88.40   | 29.05   | 22.85   |
| Ort.        | 7.85 | 532        | 26.82  | 0.22   | 2.12   | 61.07   | 24.99   | 18.73   |

Çizelge 4.1.'in devamı

| İstasyon No | Fe<br>mg/L       | Mn<br>mg/L      | Zn<br>mg/L | Cu<br>mg/L      | Cd<br>mg/L       | Ni<br>mg/L | Pb<br>mg/L      | Cr<br>mg/L      | As<br>mg/L | Hg<br>mg/L |
|-------------|------------------|-----------------|------------|-----------------|------------------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|
| <b>1</b>    | <b>0.467(2)*</b> | 0.054           | 0.125      | <b>0.061(3)</b> | ESERİ            | 0.013      | ESERİ           | <b>0.214(3)</b> | 0.004      | ESERİ      |
| <b>2</b>    | 0.191            | 0.043           | 0.081      | <b>0.041(2)</b> | ESERİ            | 0.007      | ESERİ           | <b>0.158(3)</b> | 0.004      | ESERİ      |
| <b>3</b>    | 0.196            | 0.038           | 0.072      | <b>0.035(2)</b> | 0.002            | ESERİ      | 0.009           | <b>0.041(2)</b> | 0.001      | ESERİ      |
| <b>4</b>    | 0.215            | 0.046           | 0.062      | <b>0.031(2)</b> | <b>0.004 (2)</b> | ESERİ      | ESERİ           | <b>0.048(2)</b> | 0.001      | ESERİ      |
| <b>5</b>    | 0.233            | 0.043           | 0.059      | <b>0.066(3)</b> | 0.002            | ESERİ      | <b>0.016(2)</b> | 0.019           | ESERİ      | ESERİ      |
| 6           | 0.194            | 0.035           | 0.077      | <b>0.033(2)</b> | 0.001            | 0.005      | ESERİ           | 0.008           | 0.005      | ESERİ      |
| <b>7</b>    | <b>0.347(2)</b>  | 0.036           | 0.050      | <b>0.036(2)</b> | <b>0.004(2)</b>  | 0.008      | ESERİ           | 0.015           | 0.002      | ESERİ      |
| <b>8</b>    | 0.188            | <b>0.102(2)</b> | 0.112      | <b>0.053(3)</b> | <b>0.004(2)</b>  | ESERİ      | ESERİ           | <b>0.047(2)</b> | 0.005      | ESERİ      |
| <b>9</b>    | <b>1.213(4)</b>  | 0.065           | 0.075      | <b>0.043(2)</b> | 0.003            | ESERİ      | <b>0.011(2)</b> | <b>0.122(3)</b> | 0.005      | ESERİ      |
| <b>10</b>   | <b>1.159(4)</b>  | 0.069           | 0.086      | <b>0.046(2)</b> | 0.001            | 0.004      | <b>0.020(2)</b> | <b>0.349(4)</b> | 0.002      | ESERİ      |
| 11          | 0.118            | 0.039           | 0.058      | <b>0.041(2)</b> | ESERİ            | ESERİ      | ESERİ           | <b>0.040(2)</b> | 0.004      | ESERİ      |
| <b>12</b>   | 0.195            | 0.035           | 0.064      | <b>0.058(3)</b> | 0.002            | 0.008      | 0.009           | <b>0.216(4)</b> | 0.003      | ESERİ      |
| Min.        | 0.190            | 0.035           | 0.050      | 0.031           | ESERİ            | ESERİ      | ESERİ           | 0.008           | ESERİ      | -          |
| Maks.       | 1.210            | 0.102           | 0.125      | 0.066           | 0.004            | 0.013      | 0.016           | 0.349           | 0.005      | -          |
| Ort.        | 0.390            | 0.050           | 0.070      | 0.050           | 0.002            | 0.007      | 0.013           | 0.100           | 0.003      | -          |

\*Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterlerine Göre Yapılan Sınıflandırma'da 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>(meq/l) | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(meq/l) | B<br>mg/L | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup><br>mg/L |
|----------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1              | 28.40                   | 0.97                                     | 7.39                                     | 1.94      | 1.04                                 | 35.60                                 |
| 2              | 28.40                   | 1.51                                     | 5.15                                     | 1.78      | 1.78                                 | 33.85                                 |
| 3              | 42.60                   | 1.17                                     | 4.12                                     | 1.56      | 2.43                                 | 41.47                                 |
| 4              | 31.95                   | 1.16                                     | 3.15                                     | 2.56      | 0.94                                 | 37.98                                 |
| 5              | 49.70                   | 0.69                                     | 3.93                                     | 1.74      | 0.10                                 | 51.63                                 |
| 6              | 74.55                   | 1.96                                     | 5.86                                     | 1.86      | 1.20                                 | 29.73                                 |
| 7              | 56.80                   | 1.33                                     | 3.28                                     | 1.85      | 0.61                                 | 37.66                                 |
| 8              | 31.95                   | 2.02                                     | 6.28                                     | 1.80      | 0.38                                 | 28.14                                 |
| 9              | 31.95                   | 0.71                                     | 3.14                                     | 1.54      | 0.56                                 | 48.30                                 |
| 10             | 35.50                   | 0.90                                     | 4.46                                     | 1.72      | 0.37                                 | 34.17                                 |
| 11             | 31.95                   | 1.49                                     | 4.47                                     | 1.68      | 0.88                                 | 34.97                                 |
| 12             | 35.50                   | 1.47                                     | 4.89                                     | 1.70      | 0.84                                 | 37.98                                 |
| Min.           | 28.40                   | 0.69                                     | 3.14                                     | 1.54      | 0.10                                 | 28.14                                 |
| Maks.          | 74.55                   | 2.02                                     | 7.39                                     | 2.56      | 2.43                                 | 51.63                                 |
| Ort.           | 39.94                   | 1.28                                     | 4.67                                     | 1.81      | 0.93                                 | 37.62                                 |

**Çizelge 4.2.** Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin 2017 yılı analiz sonuçları

| İstasyon No | pH   | EC (µS/cm) | N mg/L | P mg/L | K mg/L | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L |
|-------------|------|------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 1           | 7.80 | 484        | 22.40  | 0.014  | 0.89   | 39.87   | 21.00   | 14.10   |
| 2           | 7.89 | 473        | 14.00  | 0.009  | 0.84   | 35.75   | 20.90   | 13.56   |
| 3           | 7.63 | 496        | 14.00  | 0.097  | 0.99   | 36.72   | 23.40   | 15.60   |
| 4           | 8.10 | 361        | 16.80  | ESERİ  | 0.76   | 18.93   | 16.57   | 16.74   |
| 5           | 7.99 | 363        | 16.80  | ESERİ  | 0.69   | 18.09   | 15.88   | 16.34   |
| 6           | 8.01 | 416        | 16.80  | ESERİ  | 1.00   | 28.42   | 19.42   | 13.59   |
| 7           | 8.11 | 374        | 15.40  | ESERİ  | 1.03   | 21.63   | 17.28   | 13.25   |
| 8           | 8.01 | 568        | 14.00  | 0.041  | 2.17   | 44.63   | 23.42   | 17.61   |
| 9           | 7.80 | 375        | 16.80  | ESERİ  | 0.88   | 16.46   | 16.18   | 12.29   |
| 10          | 7.86 | 396        | 15.40  | 0.141  | 0.89   | 44.61   | 17.13   | 12.50   |
| 11          | 8.56 | 403        | 15.40  | ESERİ  | 1.68   | 22.89   | 23.86   | 16.80   |
| 12          | 8.17 | 481        | 14.00  | ESERİ  | 1.56   | 29.95   | 23.14   | 15.57   |
| Min.        | 7.63 | 361        | 14.00  | ESERİ  | 0.69   | 18.09   | 15.88   | 12.29   |
| Maks.       | 8.56 | 568        | 22.40  | 0.141  | 2.17   | 44.63   | 23.86   | 17.61   |
| Ort.        | 7.99 | 432.50     | 15.98  | 0.060  | 1.12   | 29.83   | 19.85   | 14.83   |

Çizelge 4.2.'nin devamı

| İstasyon No | Fe mg/L       | Mn mg/L  | Zn mg/L | Cu mg/L  | Cd mg/L  | Ni mg/L  | Pb mg/L  | Cr mg/L  | As mg/L | Hg mg/L |
|-------------|---------------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| <b>1</b>    | 0.616(2)<br>* | 0.174(2) | 0.183   | 0.020    | ESERİ    | 0.004    | 0.024(2) | 0.022(2) | 0.001   | ESERİ   |
| <b>2</b>    | 0.116         | 0.015    | 0.057   | 0.013    | 0.006(3) | 0.012    | 0.006    | 0.013    | ESERİ   | ESERİ   |
| 3           | 0.176         | 0.012    | 0.167   | 0.015    | ESERİ    | ESERİ    | ESERİ    | 0.017    | ESERİ   | ESERİ   |
| 4           | 0.115         | 0.003    | 0.111   | 0.020    | 0.002    | ESERİ    | 0.003    | 0.020    | ESERİ   | ESERİ   |
| <b>5</b>    | 0.170         | 0.009    | 0.059   | 0.008    | ESERİ    | 0.019    | 0.032(3) | 0.019    | ESERİ   | ESERİ   |
| 6           | 0.494(2)      | 0.022    | 0.054   | 0.008    | ESERİ    | ESERİ    | 0.005    | 0.012    | 0.001   | ESERİ   |
| <b>7</b>    | 0.122         | 0.014    | 0.094   | 0.008    | ESERİ    | 0.002    | 0.019(2) | 0.013    | ESERİ   | ESERİ   |
| <b>8</b>    | 0.078         | 0.004    | 0.102   | 0.009    | 0.001    | 0.007    | ESERİ    | 0.030(2) | ESERİ   | ESERİ   |
| <b>9</b>    | 0.487(2)      | 0.013    | 0.095   | 0.011    | ESERİ    | 0.021(2) | ESERİ    | 0.021(2) | 0.001   | ESERİ   |
| <b>10</b>   | 0.567(2)      | 0.039    | 0.098   | 0.008    | 0.004(2) | 0.028(2) | 0.011(2) | 0.029(2) | ESERİ   | ESERİ   |
| <b>11</b>   | 0.115         | 0.007    | 0.091   | 0.035(2) | 0.002    | ESERİ    | 0.019(2) | 0.033(2) | 0.001   | ESERİ   |
| <b>12</b>   | 0.216         | 0.004    | 0.089   | 0.018    | 0.001    | 0.006    | 0.006    | 0.031(2) | 0.003   | ESERİ   |
| Min.        | 0.122         | 0.003    | 0.054   | 0.008    | ESERİ    | ESERİ    | ESERİ    | 0.012    | ESERİ   | ESERİ   |
| Maks.       | 0.616         | 0.174    | 0.183   | 0.035    | 0.006    | 0.028    | 0.032    | 0.033    | 0.003   | ESERİ   |
| Ort.        | 0.273         | 0.026    | 0.100   | 0.014    | 0.003    | 0.012    | 0.014    | 0.022    | 0.001   | ESERİ   |

\*Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynaklarının Kalite Kriterlerine Göre Yapılan Sınıflandırma'da istasyonlardan alınan su örneklerinin yer aldıkları kalite sınıfları

Çizelge 4.2.'nin devamı

| İstasyon No | Cl <sup>-</sup><br>mg/L | CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup><br>(meq/l) | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(meq/l) | B<br>mg/L | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>mg/L | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup><br>mg/L |
|-------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1           | 17.75                   | 1.20                                     | 7.35                                     | 0.53      | 1.09                                 | 37.82                                 |
| 2           | 24.85                   | 0.70                                     | 6.40                                     | 0.53      | 1.90                                 | 38.31                                 |
| 3           | 31.95                   | 0.60                                     | 4.60                                     | 0.54      | 0.79                                 | 44.33                                 |
| 4           | 28.40                   | 0.40                                     | 4.05                                     | 0.53      | 0.14                                 | 36.24                                 |
| 5           | 28.40                   | 0.70                                     | 4.00                                     | 0.52      | 0.05                                 | 35.29                                 |
| 6           | 24.85                   | 0.60                                     | 5.60                                     | 0.53      | 0.35                                 | 38.94                                 |
| 7           | 21.30                   | 0.80                                     | 4.75                                     | 0.53      | 0.33                                 | 37.02                                 |
| 8           | 49.70                   | 0.50                                     | 5.65                                     | 0.54      | 0.43                                 | 28.62                                 |
| 9           | 21.30                   | 0.50                                     | 5.75                                     | 0.53      | 0.63                                 | 28.62                                 |
| 10          | 10.65                   | 0.90                                     | 4.35                                     | 0.54      | 0.36                                 | 35.44                                 |
| 11          | 35.50                   | 0.90                                     | 5.20                                     | 0.54      | 0.81                                 | 41.60                                 |
| 12          | 31.95                   | 0.80                                     | 4.85                                     | 0.53      | 0.54                                 | 35.60                                 |
| Min.        | 10.65                   | 0.40                                     | 4.00                                     | 0.52      | 0.05                                 | 28.62                                 |
| Maks.       | 49.70                   | 1.20                                     | 7.35                                     | 0.54      | 1.90                                 | 44.33                                 |
| Ort.        | 27.22                   | 0.72                                     | 5.21                                     | 0.53      | 0.62                                 | 36.49                                 |

**Çizelge 4.3.** Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri<sup>a</sup>

(Değişik Tablo 1:RG - 13/2/2008 – 26786 tablosundan özetlenmiştir.)

| Çalışmamızda İncelenen 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 <sup>E</sup> | 1000 <sup>E</sup> | 1000 <sup>E</sup> | >1000           |
| Nitrat azotu (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/L) | 5                 | 10                | 20                | >20             |
| Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</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.-13/2/2008-26786)([http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Su\\_Kirliligi\\_Kontrolu\\_Yonetmeli.pdf](http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Su_Kirliligi_Kontrolu_Yonetmeli.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: 28.10.2017])

<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.

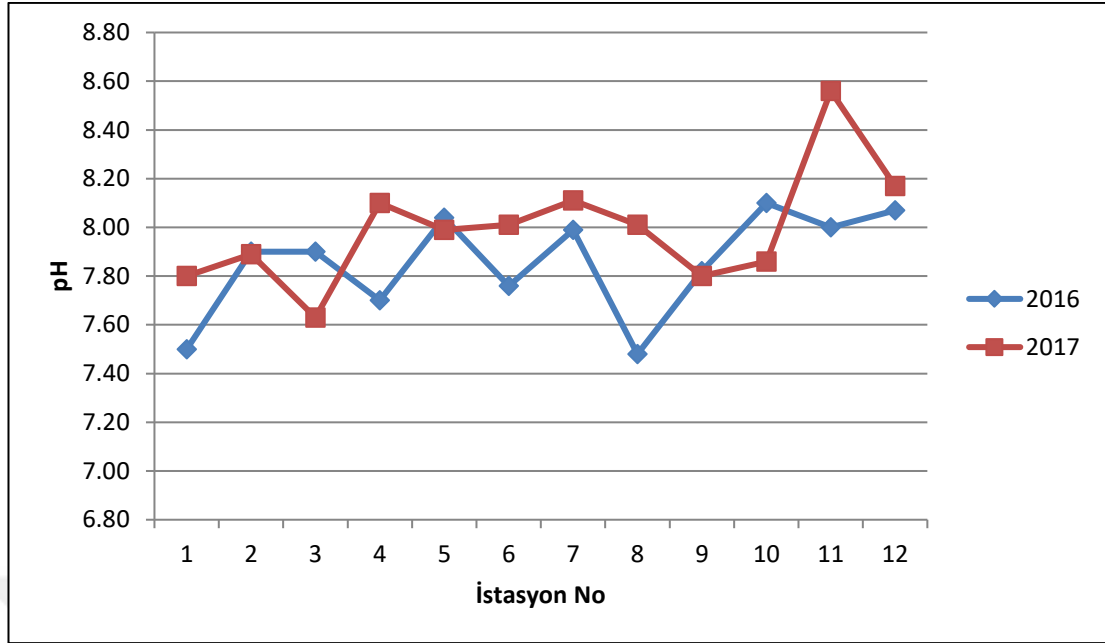
**Çizelge 4.4.** Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği (SÜY) iç sulara ve denizlerdeki istihsal yerlerine dökülmesi yasak olan zararlı maddeler ve alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler listesi (Anonim 2005)

| Parametreler   | SÜY(2005)<br>Tolere Değer |
|----------------|---------------------------|
| Nitrat 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 µ/l        | 3000                      |
| Kurşun µ/l     | 100                       |
| Krom µ/l       | 100                       |
| Kadmiyum µ/l   | 10                        |
| Nikel µ/l      | 300                       |
| Arsenik µ/l    | 100                       |

#### 4.1. Su Örneklerinin pH Değerleri

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin pH değerleri 2016 yılı için minimum 7.50 ve maksimum 8.07 değerleri arasında, ortalama 7.85 olarak belirlenirken; 2017 yılı için pH minimum 7.63 ve maksimum 8.56 ve ortalama 7.99 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3'e göre değerlendirildiğinde her iki dönem pH değerlerinin 11 nolu örneğin 2017 örnekleme hariç I. sınıf su standardının değerleri arasında yer aldığı tespit edilmiştir.



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

Şekil 4.1. göz önüne alındığında su örnekleme istasyonlarının pH değerleri 2017 yılında 2016 yılına göre genellikle daha yüksek olarak belirlenmiştir.

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

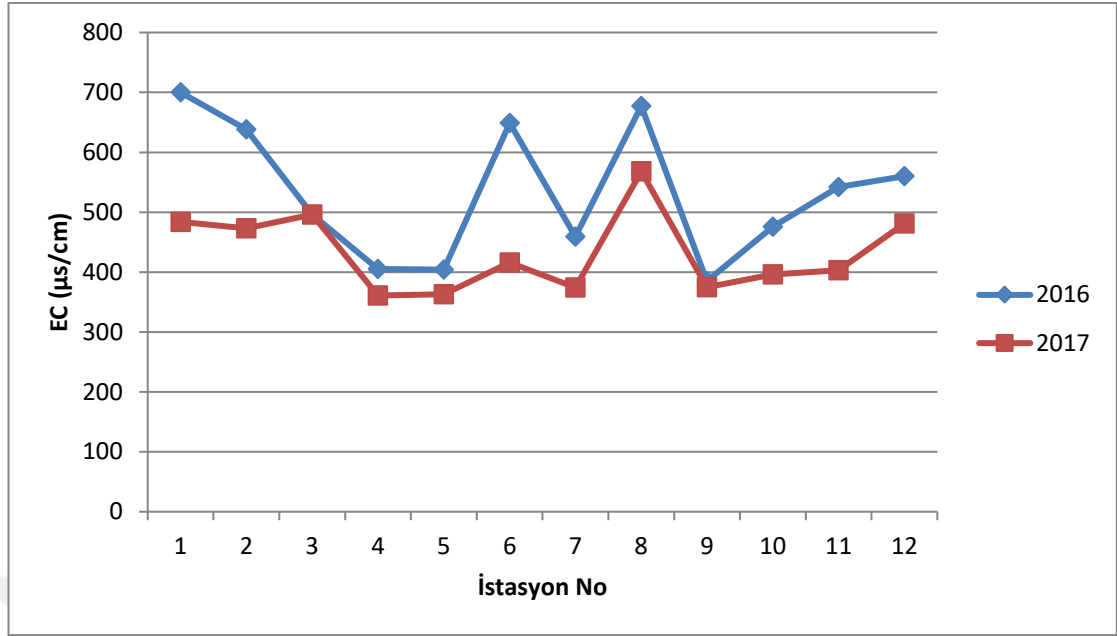
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı EC değeri Çizelge 4.1’de 2017 yılı EC değerleri Çizelge.4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı EC minimum 385  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ve maksimum 700  $\mu\text{s}/\text{cm}$  değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 532  $\mu\text{s}/\text{cm}$  belirlenirken; 2017 yılı EC minimum 361  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ve maksimum 568  $\mu\text{s}/\text{cm}$  değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 432 $\mu\text{s}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir.

ABD Riverside Tuzluluk laboratuvarı (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre 2016 ve 2017 yılı ölçüm değerleri C2 (Orta tuzlu ) sınıfına girmektedir.

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

| SINIFLAR | ECx10 <sup>6</sup> , 25 °C ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) |
|----------|--------------------------------------------------------|
| C1       | 250>                                                   |
| C2       | 250-750                                                |
| C3       | 750-2250                                               |
| C4       | 2250 <                                                 |

İstasyonlarda ölçülen EC değerleri yıllar arasında paralellik göstermiş olsa da, 2016 yılında 2017 yılına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



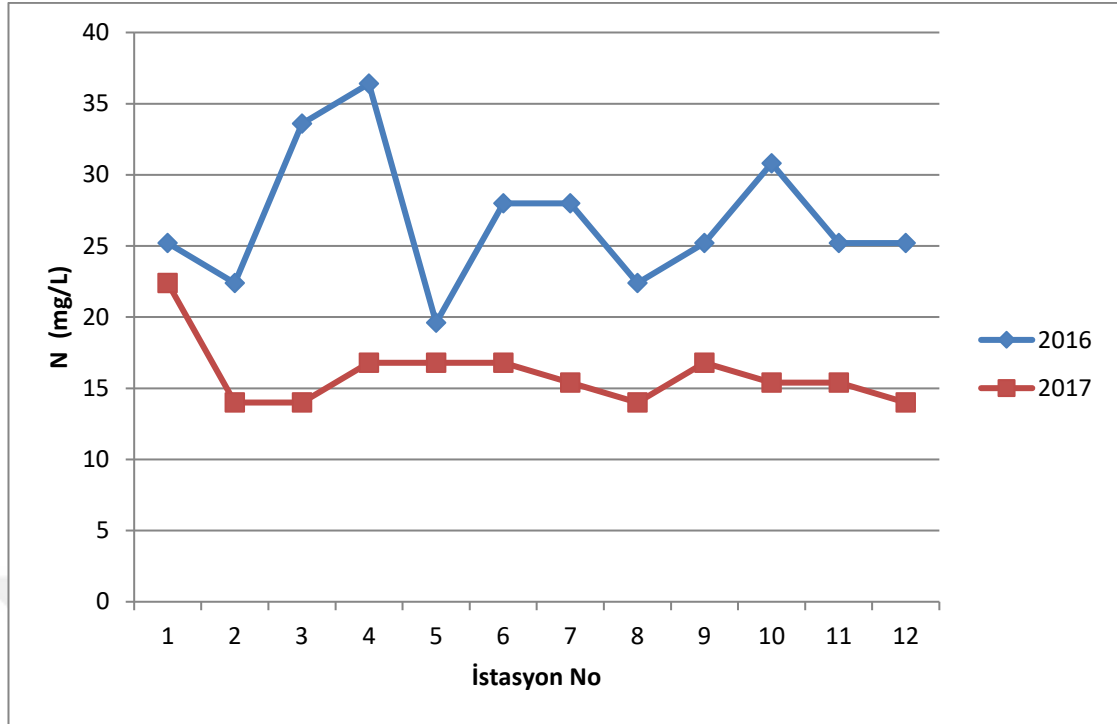
Şekil 4.2. Su örneklerinin EC (µs/cm) değerlerinin istasyonlara göre değişimi

#### 4.3. Su Örneklerinin Toplam Azot Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı azot (N) değeri Çizelge.4.1’de 2017 yılı azot (N) değerleri Çizelge.4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılında azot minimum 19.6 mg/L ve maksimum 33.6 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 26.82 mg/L belirlenirken; 2017 yılı azot minimum 14 mg/L ve maksimum 22.4 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 15.98 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); her iki dönem verileri için su kalite sınıfı IV. Sınıf olduğu bulunmuştur. Şekil 4.3’e bakıldığı zaman 2016 yılı azot miktarının 2017 yılı azot miktarlarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Yüzeysel sulara karışmış olan azotlu bileşikler doğal ya da insan kaynaklı olabilmektedir. İnsan kaynaklı azotlu bileşiklerin kaynakları; evsel atık sular, arıtma tesisleri, bazı kimya endüstrileri, mezbahalar ve tarımda kullanılan gübrelerin drenaj ve yağmur suları ile taşınmasıdır. Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkiler yapmakta ve bunun başında ötrofikasyon gelmektedir. (Şener vd. 1994) Boğazayı bölgesinde tarımsal arazilerin yoğunluğu ve yaşam merkezlerinin bulunması nedeniyle azot miktarının artmış olabileceği söylenebilmektedir.



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

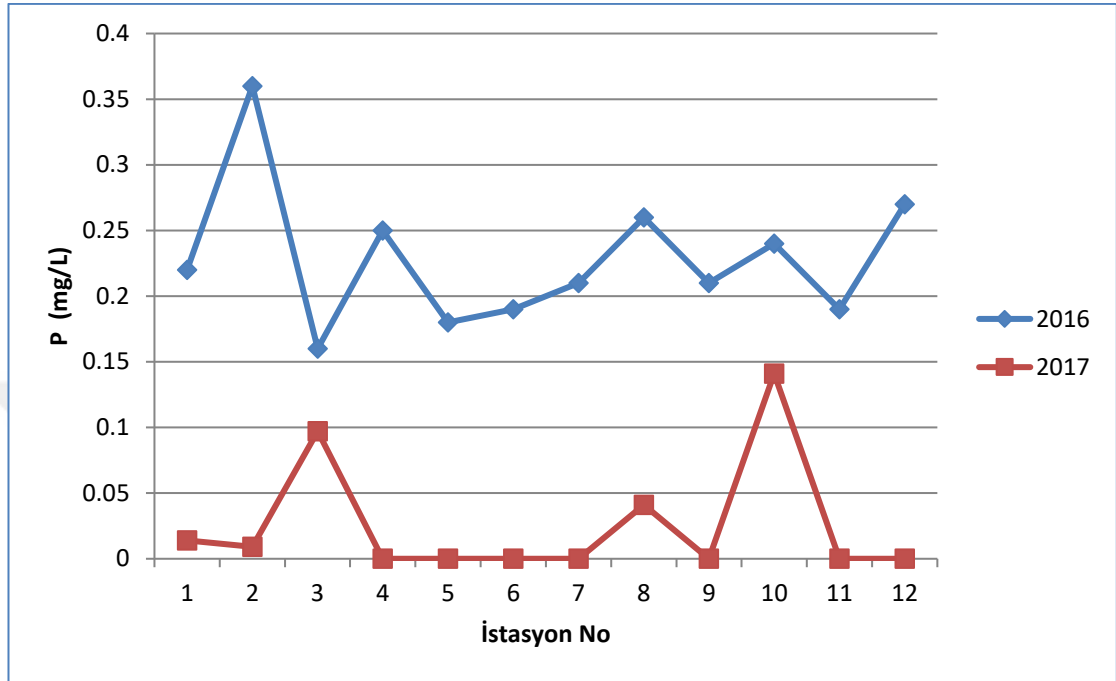
#### 4.4. Su Örneklerinin Fosfor Konsantrasyonları

Örneklem istasyonlarından alınan su örneklerinin 2016 yılı fosfor (P) değerleri Çizelge 4.1’de; 2017 yılı fosfor (P) değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu değerlere göre 2016 yılında fosfor minimum 0.16 mg/L ve maksimum 0.36 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.22 mg/L belirlenirken; 2017 yılında fosfor minimum 0 mg/L ve maksimum 0.141 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.06 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta içi su kaynakları sınıfları kalite kriterlerine göre; örneklem istasyonlarının 2016 verilerine göre su kalite sınıflarının II. Sınıf olduğu belirlenmiştir. 2017 verilerine göre ise 10 nolu istasyonun IV. sınıf olduğu belirlenirken, diğer istasyonlarda fosfor değerlerinin I. Sınıf olduğu belirlenmiştir. Su ortamlarının fosfor içeriğinin artmasına sebep olan kaynaklar endüstriyel atıklar, besin maddeleri artıkları, deterjanlar ve gübrelerdir (Şener vd. 1994). 10 nolu istasyonun tarım arazilerine yakın olması ve o dönemde içerisinde fosfor içeren bir kirleticinin akut etkisine maruz kaldığı düşünülebilir.

Şekil 4.4.’de görüldüğü üzere 2016 yılındaki fosfor değerleri, 2017 değerlerine göre daha yüksek ölçülmüştür. 2017 yılında bazı istasyonlarda fosfor konsantrasyonu belirlenememiştir.

Trabzon ilindeki akarsularda yapılan çalışmada en yüksek fosfor değeri 5.1 mg/L Kalanima deresinde belirlenmiştir (Gültekin vd. 2011). Ası Nehrinde yapılan çalışmada fosfor için ölçülen minimum değer 0.002 mg/L maksimum değer 2.44 mg/L olarak belirlenmiştir (Taşdemir ve Göksu 2001).



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

#### 4.5. Su Örneklerinin Potasyum Konsantrasyonları

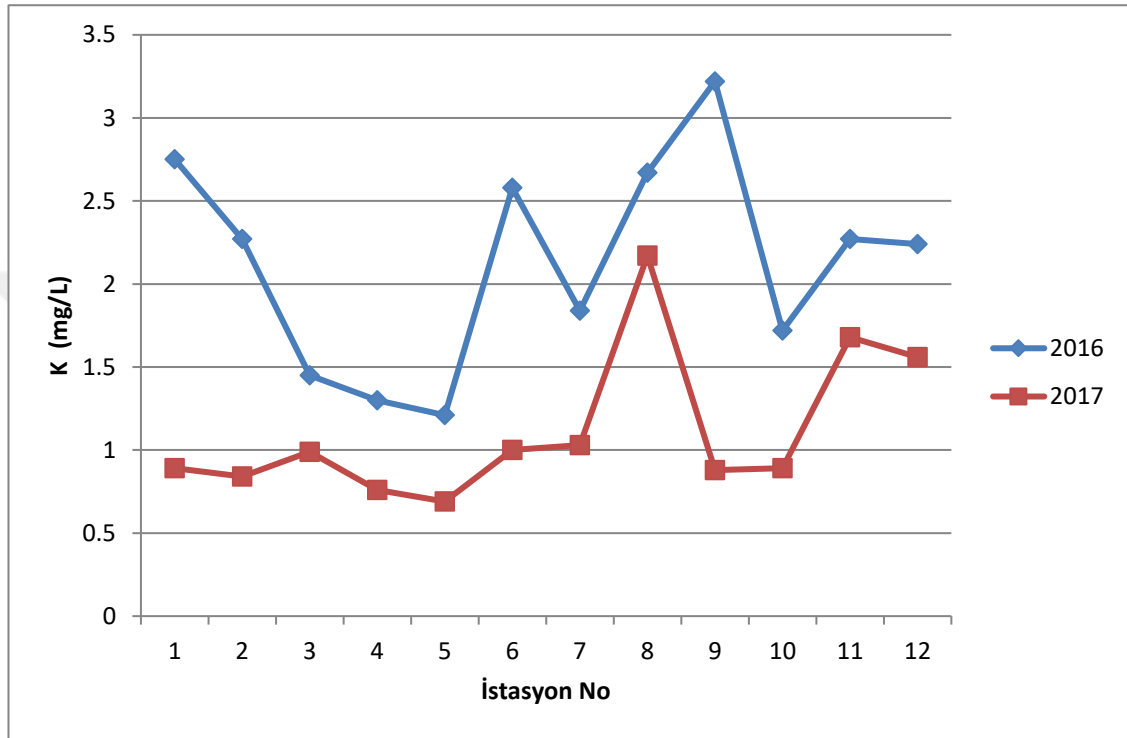
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı potasyum (K) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı potasyum (K) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu konsantrasyonlara göre 2016 yılı; potasyum minimum 1.2 mg/L ve maksimum 3.22 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 2.12 mg/L belirlenirken; 2017 yılı potasyum minimum 0.69 mg/L ve maksimum 2.17 mg/L konsantrasyonları arasında yer almakta olup, ortalama 1.12 mg/L olarak belirlenmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir tolere değerlerde potasyum için verilen değer 50 mg/L’ dir. Buna bağlı olarak Boğazayı’nda ölçülen değerler tolere değerinin altında kabul değerleri içerisinde.

Şekil 4.5’te 2016 yılı potasyum konsantrasyonunun, 2017 yılı potasyum konsantrasyonuna göre yüksek bulunduğu gözlemlenmiştir. Elmacı vd. (2010)’nin Ulubat Gölü’nde yaptığı çalışmada yıllık ortalama potasyum miktarı 3.28 mg/L olarak ölçülmüştür. Hütter (1992)’in bildirdiğine göre yüksek potasyum konsantrasyonlarının

belirlenmesi, çevredeki arazilerden yağışlarla potasyumlu gübrelerin yıkanmasıyla açıklamıştır.

Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanı akarsularında yaptıkları çalışmada potasyum konsantrasyonunu minimum 0.01 me/L, maksimum 0.16 me/L ve ortalama 0.06 me/L olarak bulmuşlardır.



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

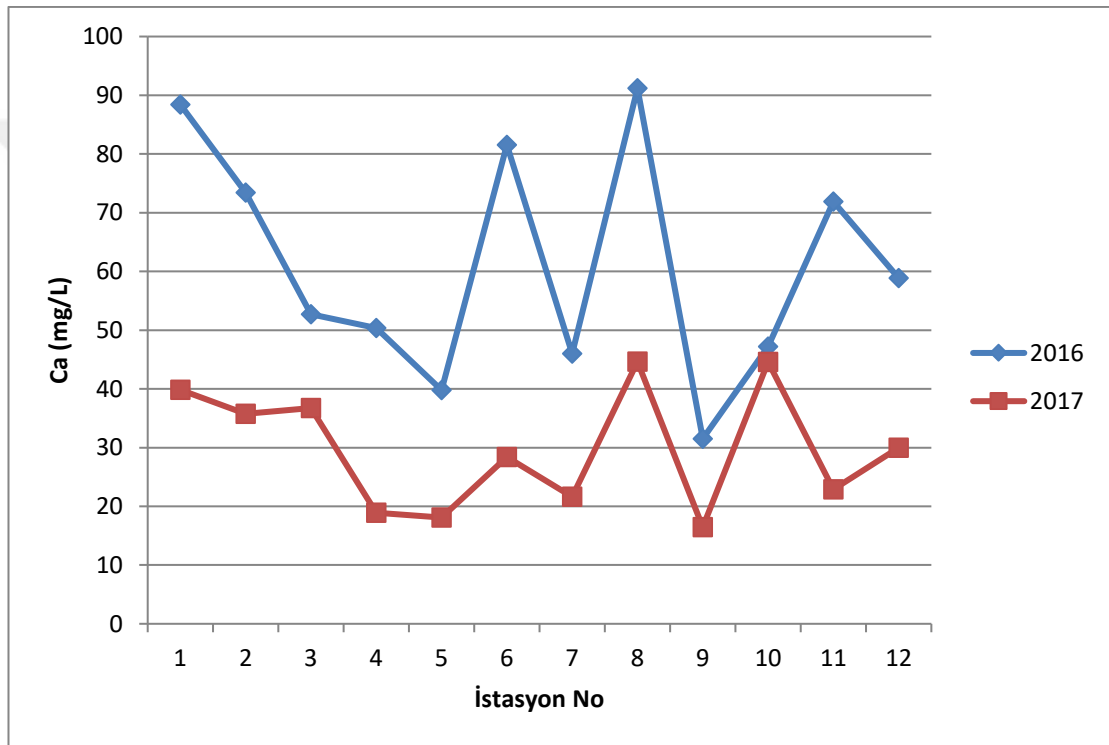
#### 4.6. Su Örneklerinin Kalsiyum Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı kalsiyum (Ca) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı kalsiyum (Ca) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2016 yılı kalsiyum konsantrasyonları minimum 31.52 mg/L ve maksimum 88.40 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 61.07 mg/L belirlenirken, 2017 yılı kalsiyum konsantrasyonları minimum 18.09 mg/L ve maksimum 44.63 mg/L konsantrasyonları arasında yer almakta olup, ortalama 29.83 mg/L olarak belirlenmiştir. 2016 kalsiyum verileri 2017 yılı kalsiyum verilerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir tolere değerlerde kalsiyum için verilen konsantrasyon 800 mg/L'dir. Buna bağlı olarak Boğaçayı'nda ölçülen konsantrasyonların sınır değerinin altında olduğu görülmüştür.

Köprüçay Nehri'nde yapılan çalışmada kalsiyum konsantrasyonu en yüksek 103 mg/L (Temmuz-2008), en düşük 34.6 mg/L ve ortalama 57.35 mg/L olarak bulunmuştur (Çiçek ve Ertan 2012).

Belek özel çevre koruma alanı akarsularında yapılan çalışmada kalsiyum konsantrasyonları minimum 1.76 me/L, maksimum 5.42 me/L ortalama 3.18 me/L olarak bulunmuştur (Kaplan ve Sönmez 2000).



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

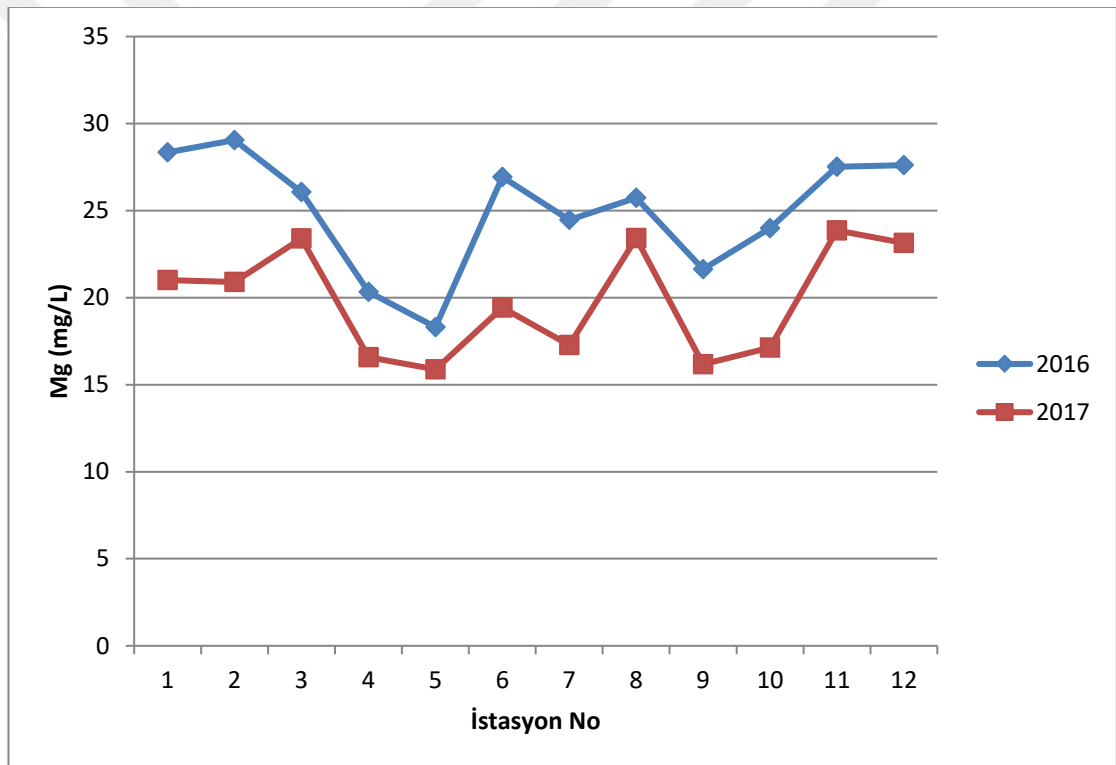
#### 4.7. Su Örneklerinin Magnezyum Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı magnezyum (Mg) konsantrasyonları Çizelge 4.1'de, 2017 yılı magnezyum (Mg) konsantrasyonları Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı magnezyum konsantrasyonları minimum 18.31mg/L ve maksimum 29.05 mg/L arasında yer almakta olup, ortalama 24.99 mg/L belirlenirken, 2017 yılı Mg minimum 15.88 mg/L ve maksimum 23.86 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 19.85 mg/L olarak belirlenmiştir. Şekil 4.7'de

görüldüğü gibi 2016 ve 2017 magnezyum konsantrasyonlarında paralellik gözlemlenmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir tolere değerlerde magnezyum için verilen sınır değer 14 mg/L'dir. 2016 ve 2017 yıllarında istasyonlarda ölçülen konsantrasyonlar izin verilen sınır değerinin üzerine çıktığı gözlemlenmiştir. Dişli vd. (2004), Ca ve Mg'nin yüksek derişimlerinin içme, endüstri ve sulama suyu kullanımını kısıtladığını bildirmişlerdir.

Elmacı vd. (2010) Ulubat Gölü'nde yaptıkları çalışmada, magnezyum konsantrasyonu 37.83 mg/L olarak belirlenmiştir. Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanı akarsularında yaptığı çalışmada magnezyum konsantrasyonu minimum 0.62 me/L, maksimum 3.35 me/L ve ortalama 2.10 me/L olarak belirlemişlerdir.



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

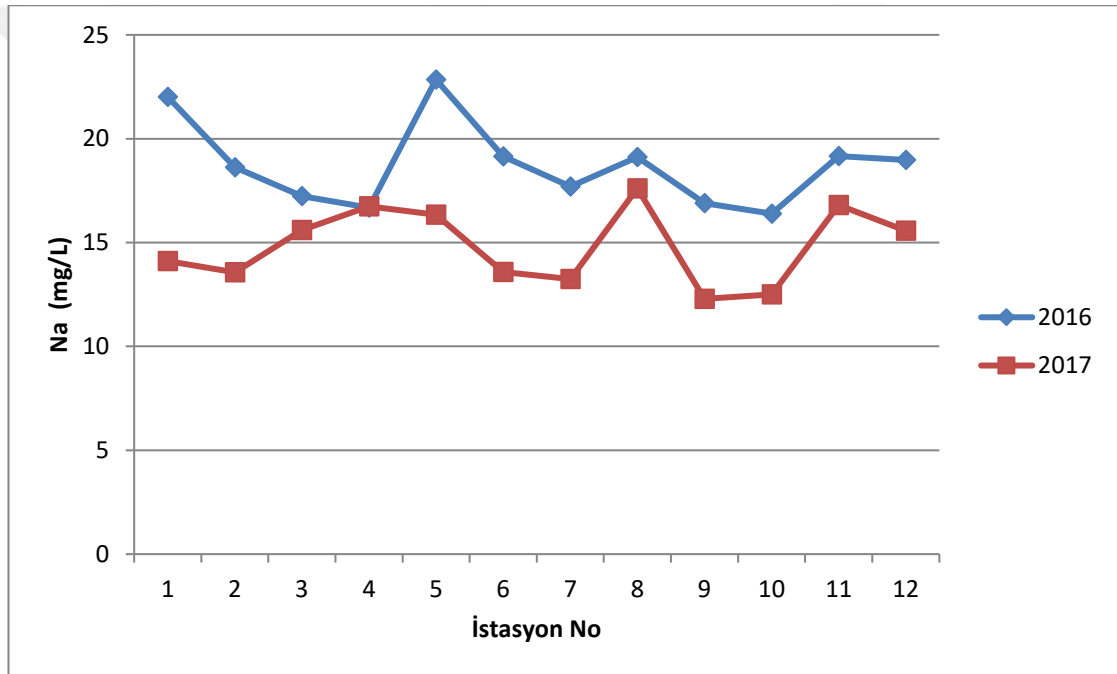
#### 4.8. Su Örneklerinin Sodyum Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı sodyum (Na) konsantrasyonları Çizelge 4.1'de, 2017 yılı sodyum (Na) konsantrasyonları Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı sodyum konsantrasyonu minimum 16.39 mg/L ve maksimum

22.85 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 18.73 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017 yılı sodyum değeri ise minimum 12.29 mg/L ve maksimum 17.6 mg/L arasında yer almakta olup, ortalama 14.83 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); her iki dönem verileri için su kalite sınıfı I. Sınıf olduğu bulunmuştur. Şekil 4.8’de görüldüğü üzere 2016 yılı sodyum konsantrasyonu 2017 yılı sodyum konsantrasyonlarına göre daha yüksektir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait azot kabul edilebilir sınır değerleri 85 mg/L’dir. Buna bağlı olarak Boğaçayı’nda ölçülen sodyum konsantrasyonları sınır değerin altında olduğu belirlenmiştir.



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

#### 4.9. Su Örneklerinin Demir Konsantrasyonları

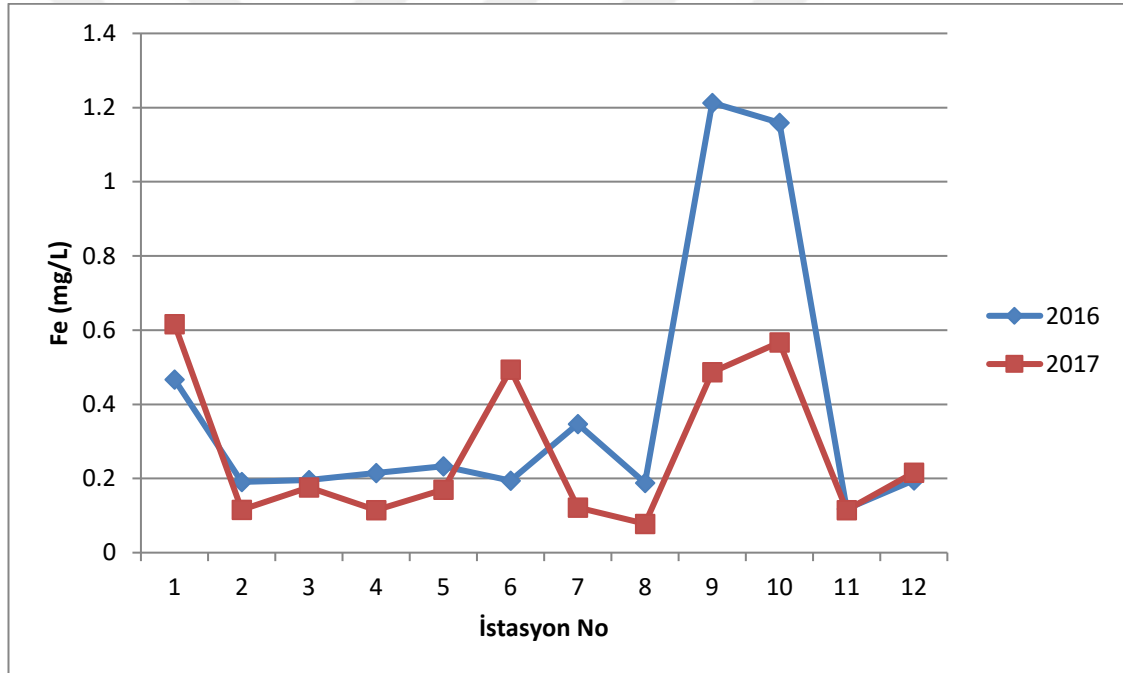
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı demir (Fe) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı demir (Fe) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2016 yılı demir konsantrasyonları minimum 0.19 mg/L ve maksimum 1.21 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.39 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017 yılı demir konsantrasyonları minimum 0.122 mg/L ve maksimum 0.616 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.273 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) 2016 yılında 1. ve 7. istasyonlar II. Sınıf, 9. ve 10. istasyonlar III. Sınıf, diğer istasyonlar ise I. Sınıf olarak belirlenirken; 2017 yılında 1. ,6., 9. ve 10. istasyonlar II. Sınıf, diğer istasyonlar ise I. Sınıf olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9).

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir tolere değerlerde demir için verilen değer 0.7 mg/L'dir. Buna bağlı olarak Boğazayı'nda ölçülen demir değerleri 2016 yılında 9. ve 10. istasyonlarda izin verilen sınır değer üzerinde belirlenmiştir.

Özbay vd. (2013) Berdan Çayı'nda yaptığı çalışmada demir konsantrasyonunun 24594.79 µg/g olduğunu bulmuşlardır.

Minareci vd. (2004)'nin yaptığı çalışmada su örneklerinde demir konsantrasyonu 0.0103mg/L olarak bulunmuştur. Buna göre, İzmir ve Manisa Çevre İl Müdürlüklerinin birlikte yürüttükleri Gediz Havzası Çalışmaları raporuna göre sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal konsantrasyonun (Fe 5 mg/L) altında bulmuşlardır.



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

#### 4.10. Su Örneklerinin Mangan Konsantrasyonları

Örneklem istasyonlarının 2016 yılı mangan (Mn) konsantrasyonları Çizelge 4.1'de, 2017 yılı Mn konsantrasyonları Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılında mangan konsantrasyonları minimum 0.035mg/L ve maksimum 0.102 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.050 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017

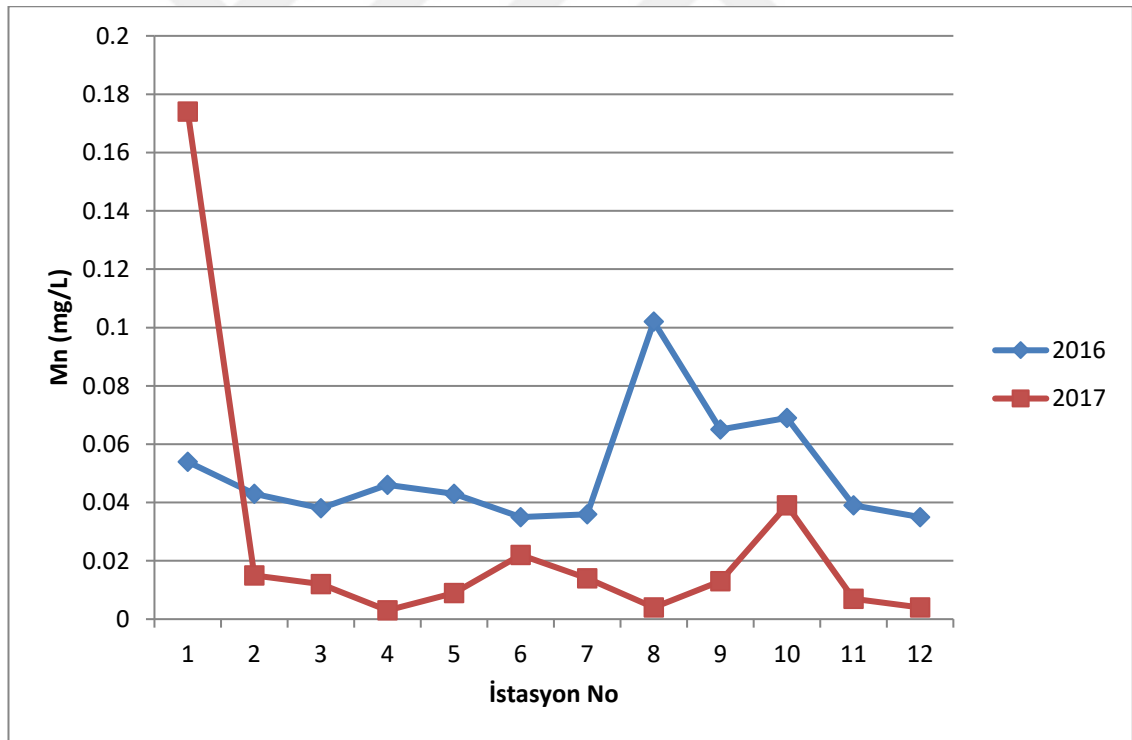
yılındaki konsantrasyonlar minimum 0.003 mg/L ve maksimum 0.174 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.026 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) her iki dönem için tüm istasyonlarda suların mangan içeriği I. Sınıf olarak belirlenmiştir.

2016 yılı mangan konsantrasyonları, 2017 yılı mangan konsantrasyonlarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yalnızca 1. istasyonda 2017 yılına ait verilerin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.10).

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir sınır değeri 1 mg/L'dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda mangan konsantrasyonları kritik sınırın altındadır.

Kır vd. (2007)'nin Kovada gölünde yaptıkları çalışmada mangan konsantrasyonlarını kış 2006'da ICP –OES ile belirlenebilir konsantrasyonun altında bulurlarken diğer mevsimlerde belirlenen mangan konsantrasyonunu 0.003-0.150 mg/L arasında bulmuşlardır. En yüksek değer ilkbahar 2005'te, en düşük değerin ise yaz 2005'de olduğunu bildirmişlerdir.



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

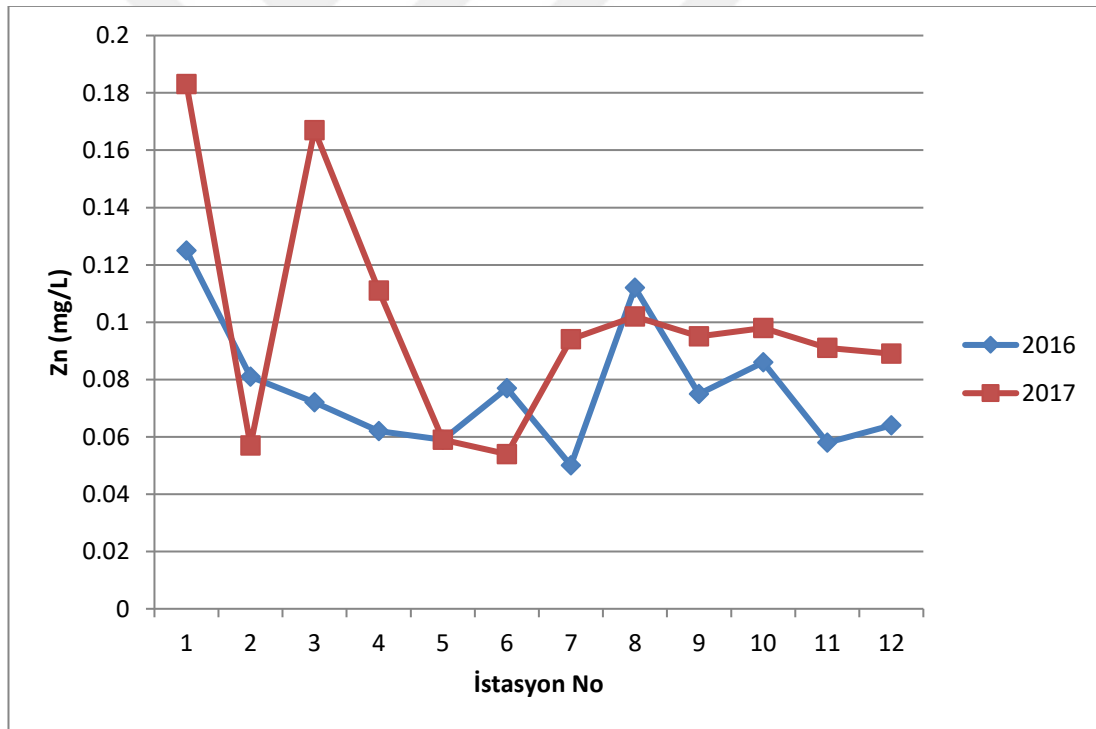
#### 4.11. Su Örneklerinin Çinko Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı çinko (Zn) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı çinko (Zn) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı; çinko konsantrasyonları minimum 0.050mg/L ve maksimum 0.125 mg/L arasında yer almakta olup, ortalama 0.070 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017 yılı çinko konsantrasyonları minimum 0.054 mg/L ve maksimum 0.183 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.100 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) her iki dönem için tüm istasyonlarda çinko konsantrasyonu I. Sınıf olarak belirlenmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer çinko için 2 mg/L’dir. Şekil 4.11’de görüldüğü üzere her iki dönemde tüm istasyonlarda çinko değerleri kabul sınırının içerisinde yer almaktadır.

Kır vd. (2007)’nin yaptıkları çalışmada çinko konsantrasyonu ilkbahar-2005’de 0.027 mg/L olarak bulunurken kış 2006 da ise 0.012 mg/L olarak belirlenmiştir.



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

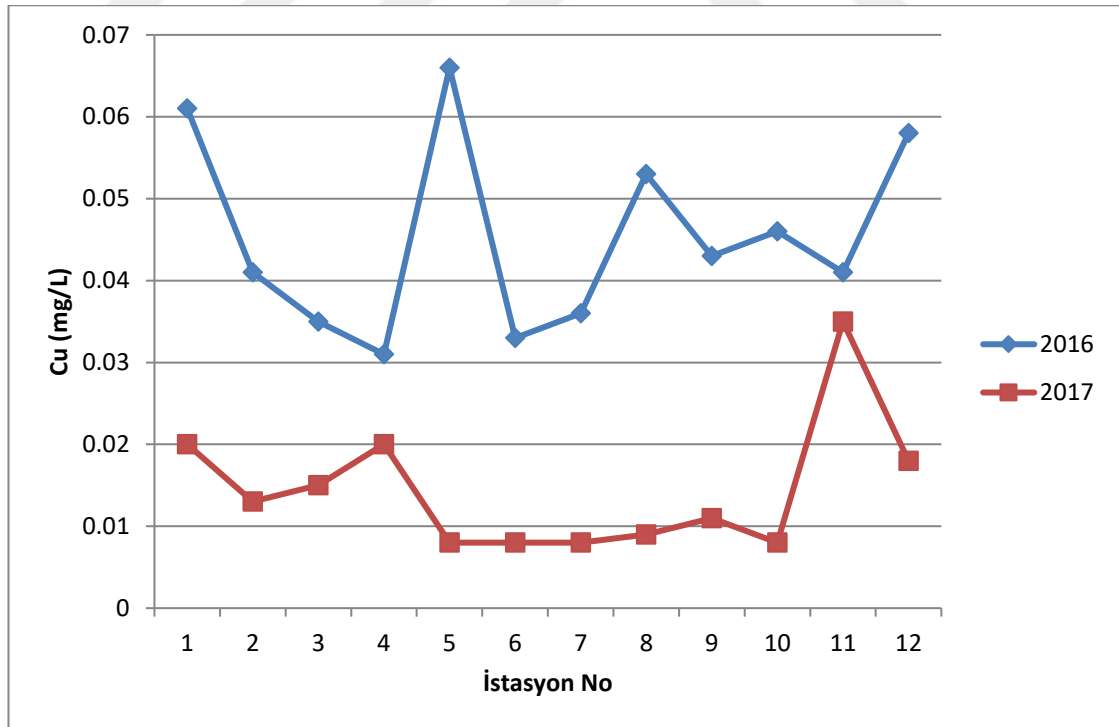
#### 4.12. Su Örneklerinin Bakır Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı bakır (Cu) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı bakır (Cu) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı; bakır konsantrasyonu değeri minimum 0.310 mg/L ve maksimum 0.066 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.050 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017 yılı bakır konsantrasyonu minimum 0.008 mg/L ve maksimum 0.035 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.014 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2016 yılında 1., 5., 8., ve 12. istasyonlar III. Sınıf olarak değerlendirilirken diğer istasyonlar II. Sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 yılında 11. istasyon II. Sınıf değerlendirilirken, diğer istasyonlar I. Sınıf olarak değerlendirilmiştir

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır bakır için 0.01 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda bakır konsantrasyonu sınır değerin üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 4.12).

Sönmez vd. (2012) Karasu Irmağı’nda yaptıkları çalışmada bakır verileri için yaptıkları değerlendirmede 5 istasyonun da bakır değerlerini çok kirli olarak belirleyerek IV. Sınıf su kategorisinin üstünde olduğunu bildirmişlerdir.



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

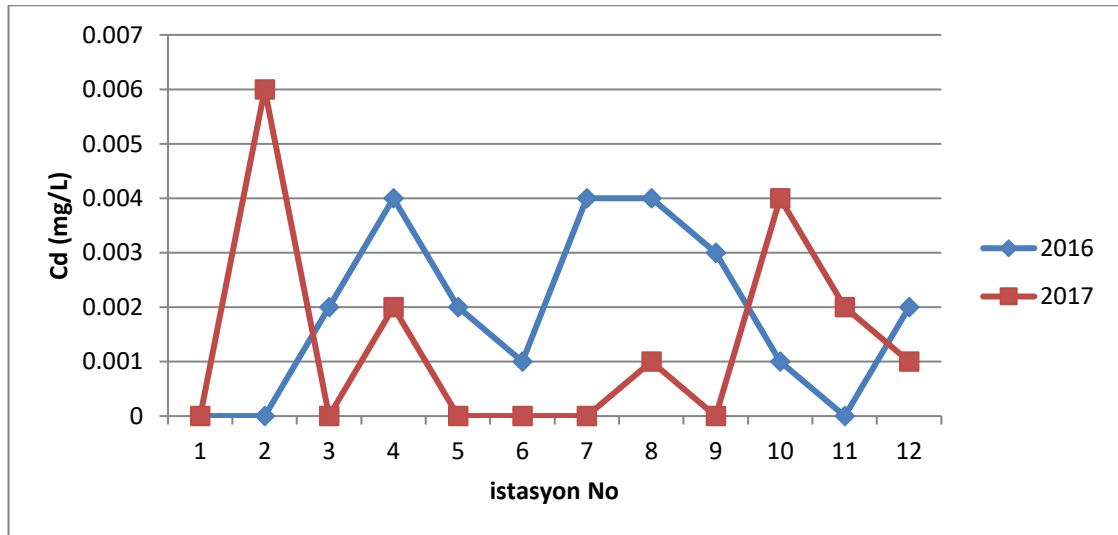
#### 4.13. Su Örneklerinin Kadmiyum Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı kadmiyum (Cd) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı kadmiyum (Cd) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı kadmiyum konsantrasyonu minimum 0.000mg/L ve maksimum 0.004 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.002 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017 yılı kadmiyum konsantrasyonu minimum 0.000 mg/L ve maksimum 0.006 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.003 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2016 yılında 4., 7. ve 8. istasyonlar II. sınıf olarak değerlendirilirken diğer istasyonlar I. sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 yılında ise 2. istasyon III. Sınıf, 10. istasyon II. Sınıf ve diğerleri I.sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer kadmiyum için 0.05 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda kadmiyum değeri kritik sınırın altında bulunmuştur. 2017 yılında 2. istasyonda kadmiyum konsantrasyonu sınır değerin üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 4.13).

Rios-Arana vd. (2004) yaptıkları çalışmada kadmiyum konsantrasyonları 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 düşük ve Guayuco istasyonunda 0.225 mg/L olduğunu bildirmişlerdir.



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

#### 4.14. Su Örneklerinin Nikel Konsantrasyonları

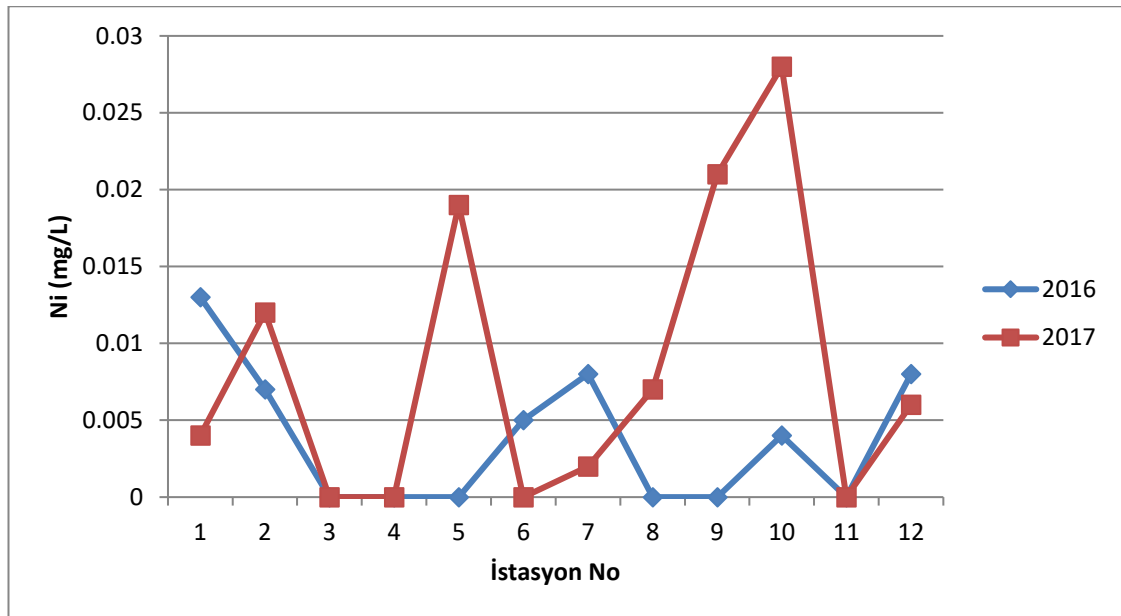
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı nikel (Ni) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı nikel (Ni) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı; nikel konsantrasyonu değeri minimum 0.000mg/L ve maksimum 0.013 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.007 mg/L belirlenirken, 2017 yılı nikel konsantrasyonu değeri minimum 0.000mg/L ve maksimum 0.028 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.012 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) tüm istasyonlar 2016 ve 2017 yılında I. Sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değeri (Çizelge 4.4.) nikel için 0.5 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda nikel konsantrasyonu sınır değerin altında bulunmuştur (Şekil 4.14).

Karamanis vd. (2008) yürüttükleri çalışmada nikel verilerinin 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 bulmuşlardır.

Sönmez vd. (2012) yaptığı çalışmada tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlara yakın olan yerlerden alınan su örneklerinin nikel konsantrasyonlarının yüksek olduğunu bildirmişlerdir.



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

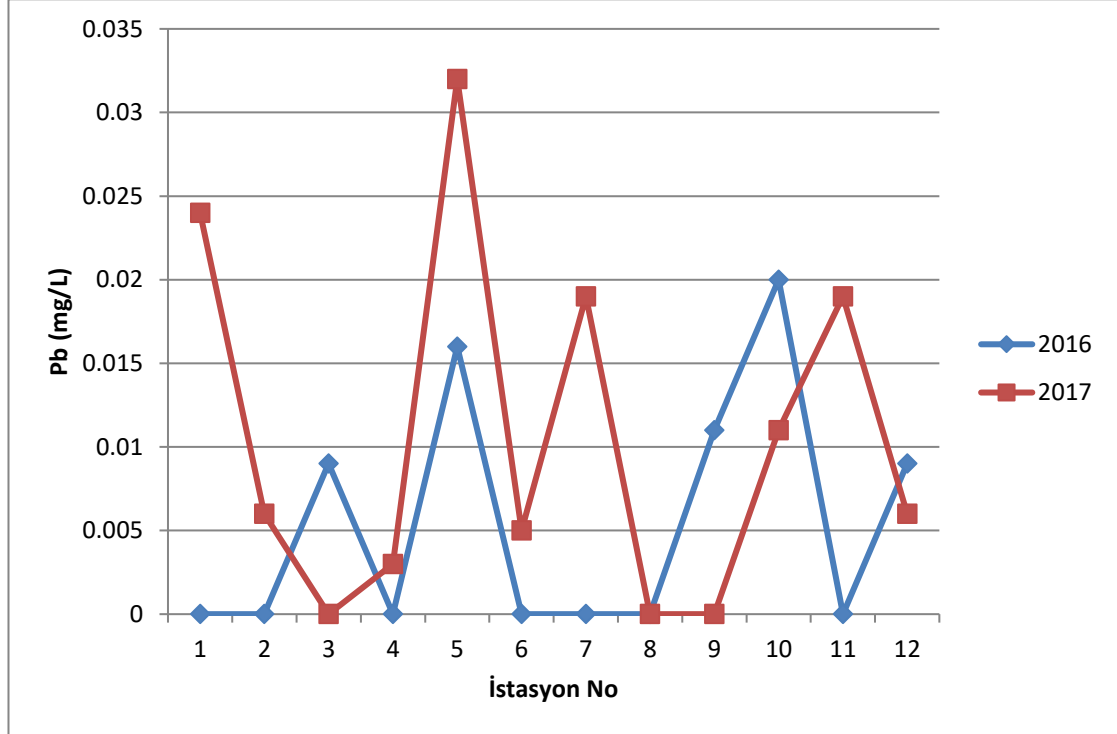
#### 4.15. Su Örneklerinin Kurşun Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı kurşun (Pb) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı kurşun (Pb) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2016 yılı; kurşun konsantrasyonu minimum 0.000mg/L ve maksimum 0.016 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.013 mg/L olarak belirlenirken, 2017 yılı kurşun konsantrasyonu minimum 0.000mg/L ve maksimum 0.032 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.014 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2016 yılında 5. ve 10. İstasyonlar II. Sınıf olarak değerlendirilmiş, diğer istasyonlar I.sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 yılında ise 1. ve 5. İstasyonlar III. Sınıf olarak değerlendirilirken diğer istasyonlar I. Sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer kurşun için 0.5 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda kurşun değeri izin verilen sınır değerinin altında bulunmuştur (Şekil 4.15).

Gültekin vd. (2012) Trabzon ili akarsularında yaptıkları çalışmada akarsuların kurşun derişimleri arasında önemli bir fark bulmamakla birlikte Değirmendere’de en yüksek değeri bulduklarını bildirmişlerdir.



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

#### 4.16. Su Örneklerinin Krom Konsantrasyonları

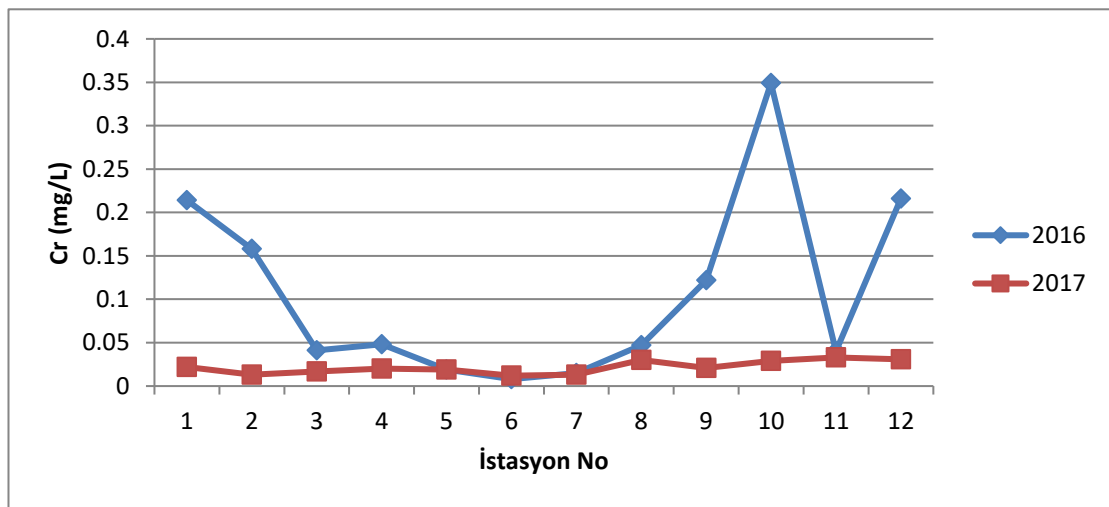
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı krom (Cr) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı krom (Cr) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı krom konsantrasyonu minimum 0.008mg/L ve maksimum 0.349 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.1 mg/L belirlenirken, 2017 yılı krom konsantrasyonu minimum 0.012 mg/L ve maksimum 0.033 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.022 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3); 2016 yılında 1. istasyon II. sınıf, 10. istasyon IV. sınıf olarak değerlendirilirken, diğer istasyonlar I. sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 yılında ise 1., 8., 9., 10., 11. ve 12. İstasyonlar da II. sınıf olarak değerlendirilirken, diğer istasyonlar I. sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değer krom için 0.5 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda krom konsantrasyonu sınır değerinin altında bulunmuştur (Şekil 4.16). Cr açısından herhangi bir tehdit söz konusu değildir.

Özbay vd. (2013) Berdan Çayı’nda yaptıkları çalışmada alınan sediment örnekleri içerisinde en yüksek krom konsantrasyonunu 82.35 µg/g olarak belirtmişlerdir.

Kır vd. (2007) Kovada Gölü’nde yaptıkları çalışmada krom değerinin tüm örnekleme dönemlerinde analiz limitinin altında olduğunu bulmuşlardır.



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

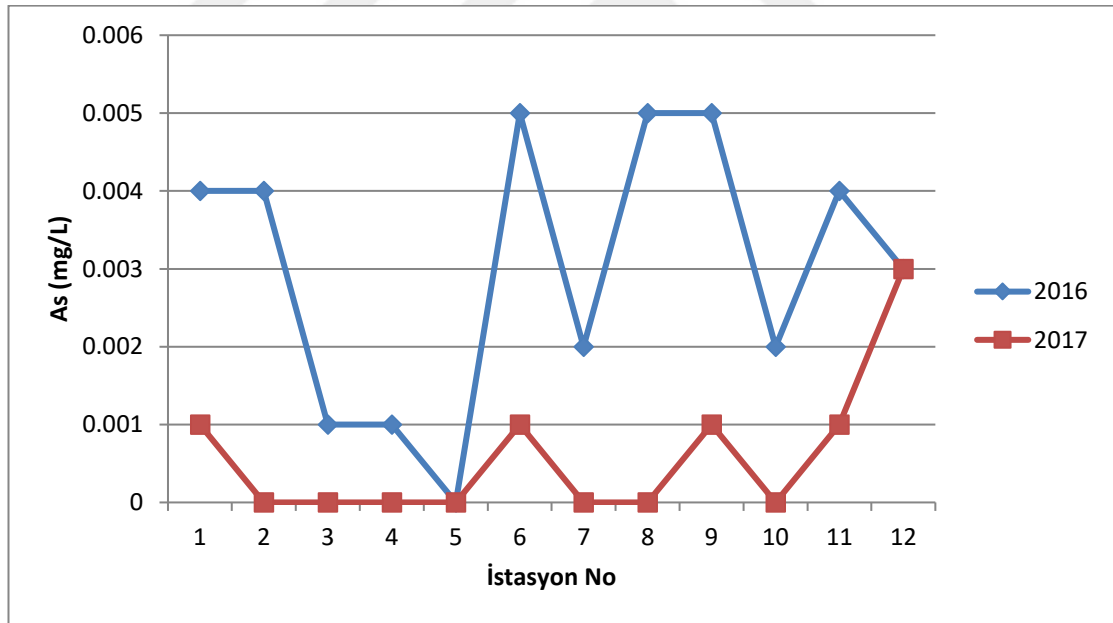
#### 4.17. Su Örneklerinin Arsenik Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı arsenik (As) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı arsenik (As) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2016 yılı arsenik konsantrasyonu minimum 0.000mg/L ve maksimum 0.005 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.003 mg/L olarak belirlenirken, 2017 yılı arsenik konsantrasyonu minimum 0.012 mg/L ve maksimum 0.033 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.022 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3), 2016 ve 2017 yılında tüm istasyonların arsenik konsantrasyonuna göre su örnekleri I.sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir üst sınır değerleri arsenik için 0.5 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda arsenik konsantrasyonu sınır değerin altında bulunmuştur (Şekil 4.17).

Minareci vd. (2004) yaptıkları çalışmada arsenik değerine ulaşamadıklarını bildirmişlerdir.



**Şekil 4.17.** Su örneklerinin arsenik konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.18. Su Örneklerinin Cıva Konsantrasyonları

Yapılan analizlerde her iki dönemde de alınan su örneklerinde cıva konsantrasyonu ICP-OES ile belirlenebilir limitlerinin altında yer almıştır.

#### 4.19. Su Örneklerinin Klor Konsantrasyonları

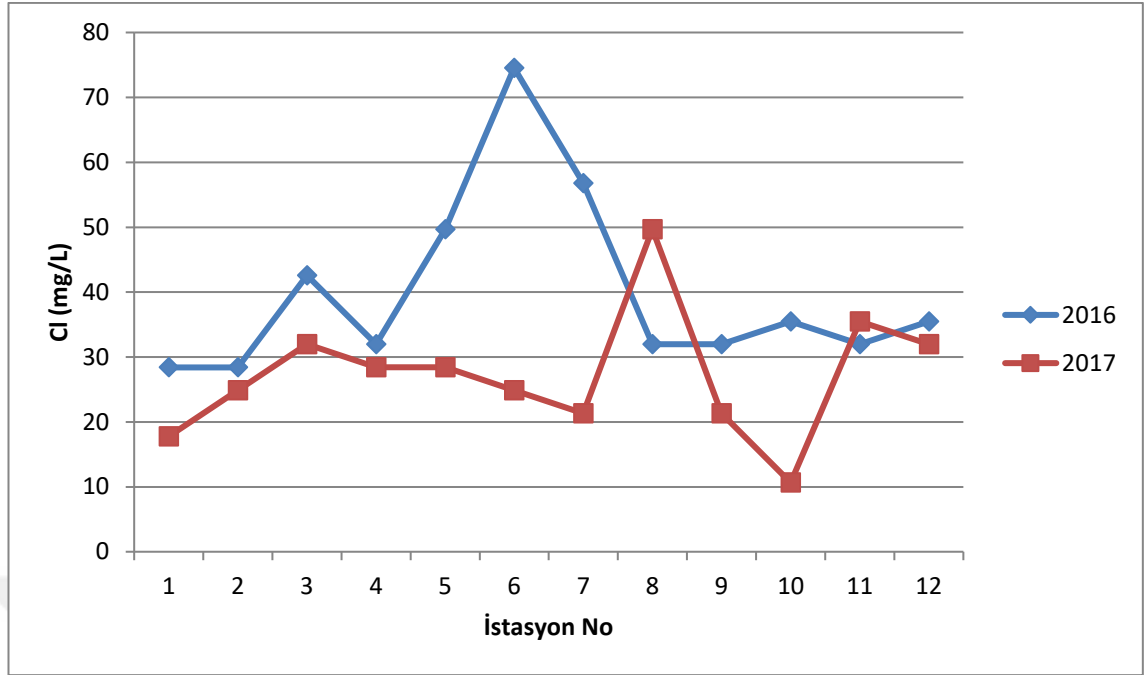
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı klor (Cl) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı klor (Cl) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı klor konsantrasyonu minimum 28.4 mg/L ve maksimum 74.55 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 39.94 mg/L belirlenirken, 2017 yılı klor konsantrasyonu minimum 10.65 mg/L ve maksimum 49.7 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 27.22 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3), 2016 yılında klor konsantrasyonu verileri için tüm istasyonlar II. Sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 klor konsantrasyonu verilerine göre 3., 4., 5., 8., 11., ve 12. İstasyonlarda II. Sınıf olarak değerlendirilirken diğer istasyonlar I.sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir en yüksek değer klor için 170 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda klor konsantrasyonları izin verilen değer altında bulunmuştur (Şekil 4.18).

Sönmez ve Kaplan (1996) Kumluca sulama sularında yaptıkları çalışmada klor miktarını eylül ayında 2.58 meq/l ve ocak ayında 2.59 meq/l olarak belirlemişlerdir.

Çiçek ve Ertan’ın (2012) yaptıkları çalışmada, klor değerleri araştırma süresince değişkenlik göstermiş, ilk altı istasyonda ortalama değerler  $5.40 \pm 0.55$  ile  $8.62 \pm 4.94$  mg/L arasında bulunduğunu, son istasyonda ise ortalama değer oldukça yüksek (421.3 mg/L) bulunduğunu bildirmişlerdir.

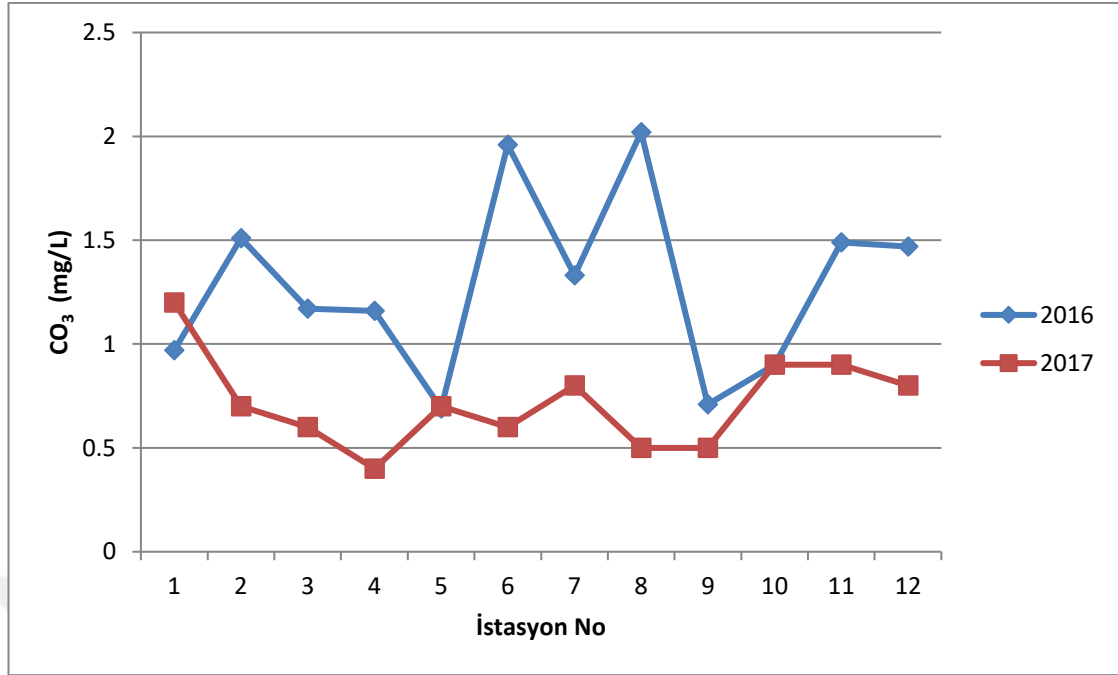


**Şekil 4.18.** Su örneklerinin klor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.20. Su Örneklerinin Karbonat Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı karbonat ( $\text{CO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı karbonat ( $\text{CO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı karbonat konsantrasyonu minimum 0.69 meq/l ve maksimum 2.02 meq/l değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 1.28 meq/l belirlenirken, 2017 yılı karbonat konsantrasyonu minimum 0.4 meq/l ve maksimum 1.2 meq/l değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.72 meq/l olarak belirlenmiştir.

Çiçek ve Ertan (2012) yaptıkları çalışmada, en yüksek karbonat değerini 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 bulunduğunu bildirmişlerdir.

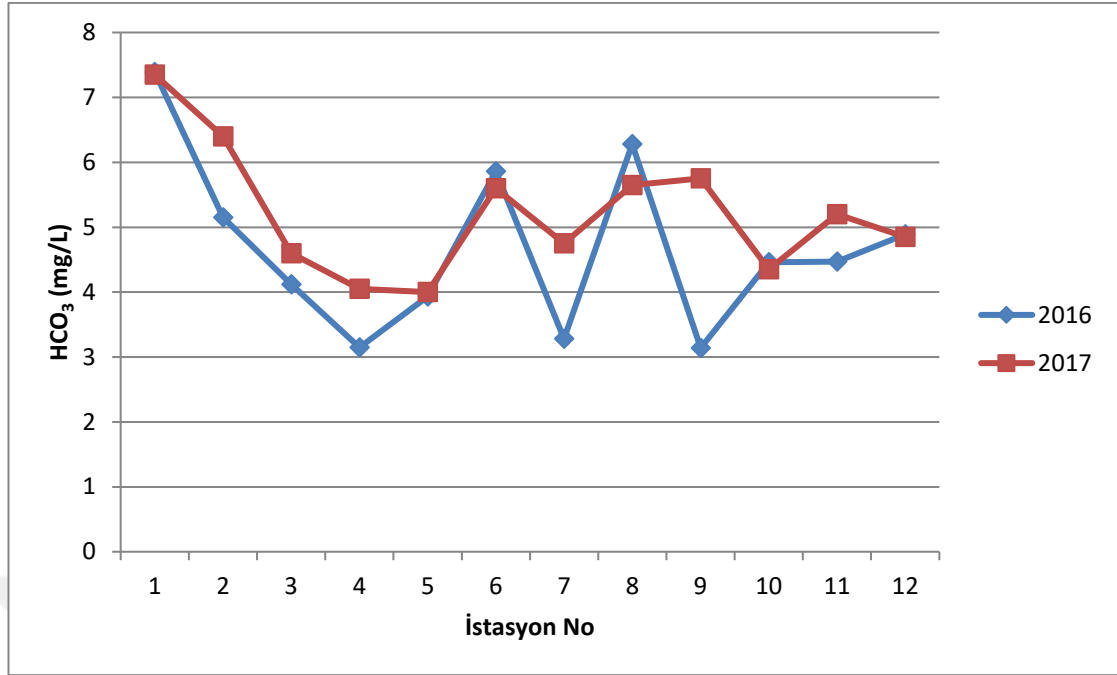


**Şekil 4.19.** Su örneklerinin karbonat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.21. Su Örneklerinin Bikarbonat Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı karbonat konsantrasyonu minimum 3.14 meq/l ve maksimum 7.39 meq/l değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 4.67 meq/l olarak belirlenirken, 2017 yılı bikarbonat konsantrasyonu minimum 4.00 meq/l ve maksimum 7.35 meq/l değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 5.21 meq/l olarak belirlenmiştir.

Çiçek ve Ertan’ın (2012) yaptıkları çalışmada en yüksek bikarbonat konsantrasyonu Haziran-2008’de 322.08 mg/L olarak belirlenirken, en düşük değeri ise Nisan-2008 122.00 mg/L olarak bulduklarını bildirmişlerdir.



**Şekil 4.20.** Su örneklerinin bikarbonat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.22. Su Örneklerinin Bor Konsantrasyonları

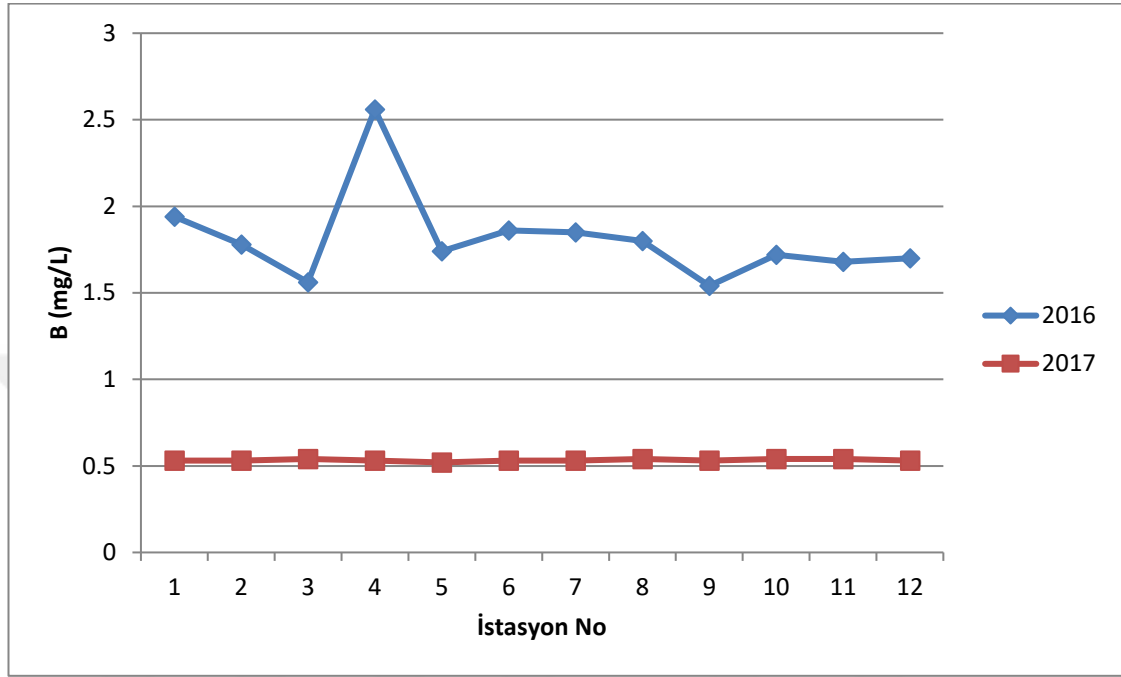
Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı bor (B) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı bor (B) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2016 yılı bor konsantrasyonu minimum 1.54 mg/L ve maksimum 2.56 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 1.81 mg/L olarak belirlenirken, 2017 yılı bor konsantrasyonu minimum 0.52 mg/L ve maksimum 0.54 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.53 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3), 2016 yılında tüm istasyonlarda bor konsantrasyonu sınır değerinin üzerinde bulunmasından dolayı IV. sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 yılında ise tüm istasyonlarda bor konsantrasyonu diğer sınıf değerlerine uygun olarak (I. II. ve III. Sınıf) değerlendirilebilir. Çizelge 4.3 de verilen değerler açısından yönetmelikte “Bor’a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriterin 300 µg/L’ye kadar düşürülmesi gerekebilir” dipnotunun da dikkate alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir en yüksek değer bor için 3 mg/L’dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda bor konsantrasyonları tolere değerin altında bulunmuştur (Şekil 4.21).

Sönmez (2002), yaptığı sera sulama suyu çalışmasında 3 dönemlik örnekleme sonucunda bor konsantrasyonlarının 0.07 ile 0.91 arasında değiştiğini; ayrıca örnekleme

dönemlerindeki bor konsantrasyonlarının % 96'sının I. Sınıf; % 4'ünün II. 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 4.21. Su örneklerinin bor konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

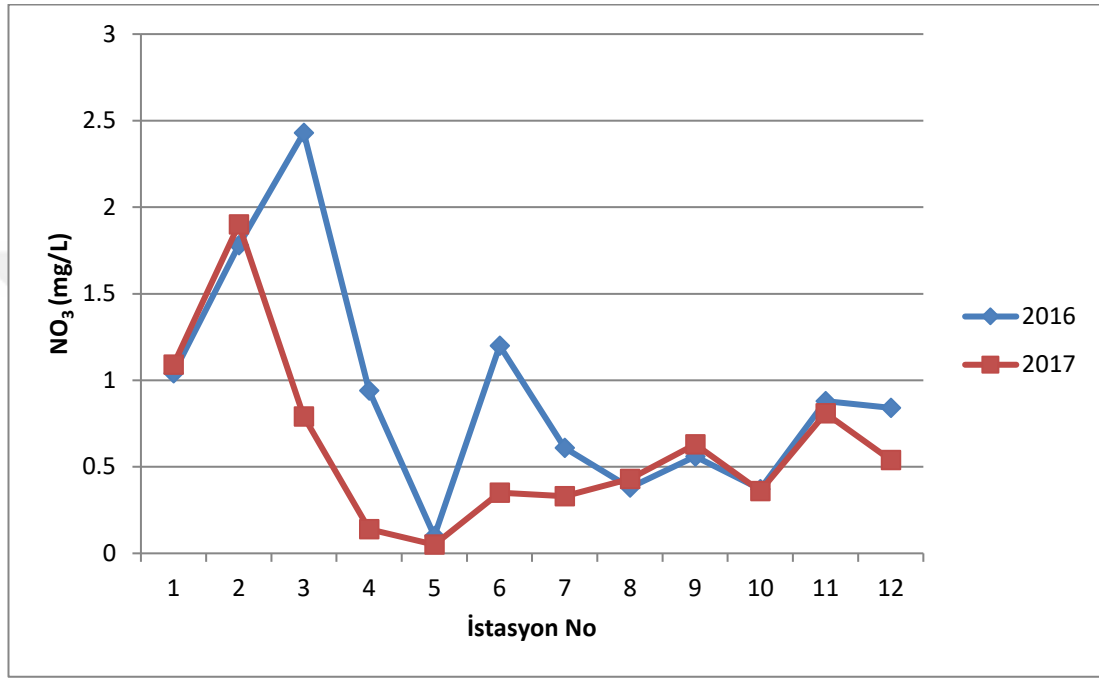
#### 4.23. Su Örneklerinin Nitrat Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı nitrat ( $\text{NO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1'de, 2017 yılı nitrat ( $\text{NO}_3$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Bu değerlere göre 2016 yılı nitrat konsantrasyonları minimum 0.1mg/L ve maksimum 2.43 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.93 mg/L olarak belirlenmiştir. 2017 yılı nitrat konsantrasyonu minimum 0.05 mg/L ve maksimum 1.9 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 0.62 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3), 2016 ve 2017 yılında nitrat konsantrasyonu açısından tüm istasyonlarda alınan su örnekleri I. sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait tolere edilebilir konsantrasyon nitrat için 5 mg/L'dir. Bu değere göre her iki dönemde de, tüm istasyonlarda nitrat konsantrasyonları tolere edilebilir değerin altında bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.22).

Gedik vd. (2010) yaptıkları çalışmada, nitrat konsantrasyonunun yaz ayları boyunca diğer aylara göre düşük çıktığını, ortalama  $\text{NO}_3\text{-N}$  miktarının  $1.36 \pm 0.08$  mg/L olarak hesaplandığını,  $\text{NO}_3\text{-N}$  en düşük değerlerinin ilkbahar ve yaz aylarında ve belirleme sınırının altında; en yüksek konsantrasyonunun ise 5.4 mg/L olarak kış aylarında ölçüldüğünü bildirmişlerdir.



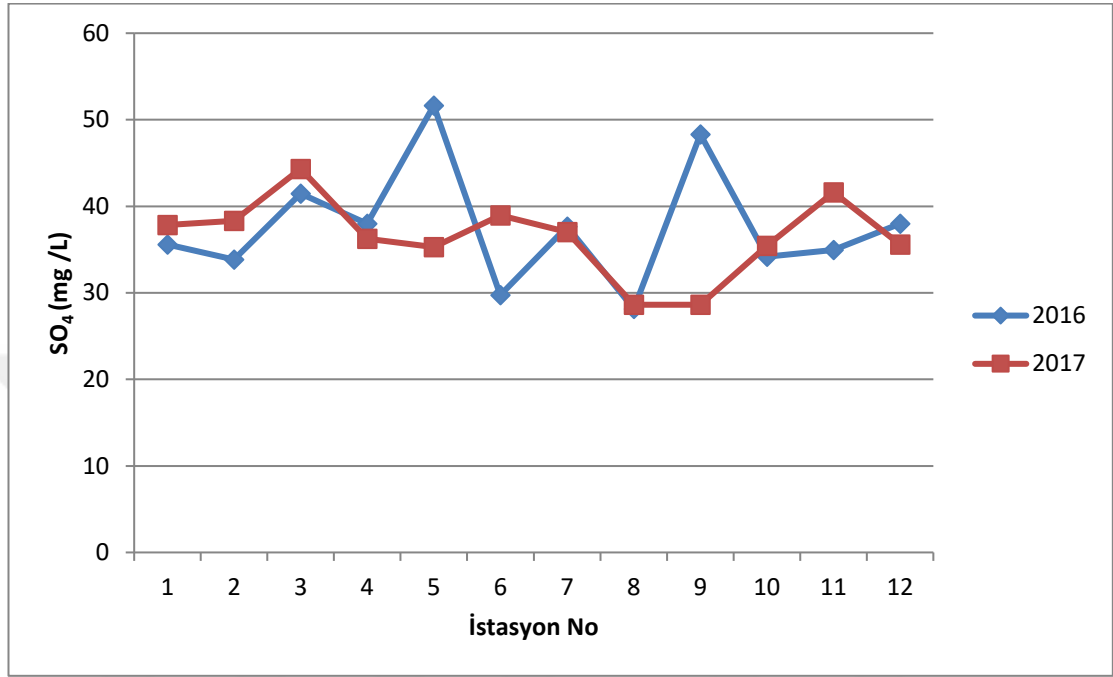
**Şekil 4.22.** Su örneklerinin nitrat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

#### 4.24. Su Örneklerinin Sülfat Konsantrasyonları

Örnekleme istasyonlarının 2016 yılı sülfat ( $\text{SO}_4$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.1’de, 2017 yılı sülfat ( $\text{SO}_4$ ) konsantrasyonları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bu verilere göre 2016 yılı sülfat konsantrasyonu minimum 28.14 mg/L ve maksimum 51.63 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 37.62 mg/L olarak belirlenirken, 2017 yılı sülfat konsantrasyonu minimum 28.62 mg/L ve maksimum 44.83 mg/L değerleri arasında yer almakta olup, ortalama 36.49 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3) 2016 ve 2017 yılında sülfat konsantrasyonu açısından tüm istasyonlardan alınan su örnekleri I.sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir en yüksek sınır değer sülfat için 90 mg/L'dir. Bu bağlamda her iki dönemde tüm istasyonlarda sülfat konsantrasyonları tolere edilebilir değerin altında bulunmuştur (şekil 4.23).



**şekil 4.23.** Su örneklerinin sülfat konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara göre değişimi

## 5. SUÖRNEKLERİNİN ANALİZ SONUÇLARI ARASINDAKİ İSTATİKSEL İLİŞKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen verilerin birbirleriyle ilişkilerini değerlendirmek için yapılan korelasyon ve regresyon istatistiksel analiz sonuçları 2016 yılı için Çizelge.5.1’de; 2017 yılı için ise Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Mesafe ile D1EC, D1Mg, D1HCO<sub>3</sub>, D1pH arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Mesafe ile D1EC, D1Mg ve D1HCO<sub>3</sub> arasında negatif korelasyon görülmektedir. Bu duruma göre örnekleme istasyonları ile deniz arasındaki mesafe arttıkça EC, Mg ve HCO<sub>3</sub> değerlerinin azaldığı söylenebilir. Ayrıca mesafe ile D1pH arasında pozitif korelasyon görülmektedir. Buna göre ise mesafe arttıkça yani örnekleme istasyonları denizden uzaklaştıkça alınan su örneklerinin pH değeri artmıştır.

D1EC ile D1HCO<sub>3</sub>, D1Ca, D1Mg ve D1SO<sub>4</sub> arasında %1 düzeyinde önemli; D1As, D1Zn ve D1CO<sub>3</sub> arasında %5 düzeyinde önemli istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir. D1EC ile D1HCO<sub>3</sub>, D1Ca, D1Mg, D1As, D1Zn, ve D1CO<sub>3</sub> arasında pozitif korelasyon görülürken D1SO<sub>4</sub> arasında negatif korelasyon görülmektedir. D1EC arttıkça HCO<sub>3</sub>, Ca, Mg, As, Zn, ve CO<sub>3</sub> değerlerinin arttığı; SO<sub>4</sub> konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir.

D1pH ile D1Ca ve D1Pb arasında %5; D1Zn arasında %1 düzeyinde önemli istatistiksel ilişki belirlenmiştir. D1pH ile D1Ca ve D1Zn arasında negatif korelasyon görülürken; D1Pb ile arasında pozitif korelasyon gözlemlenmektedir. Su örneklerinin pH’ı artarken Ca ve Zn konsantrasyonunun azaldığı; Pb konsantrasyonunun ise arttığı tespit edilmiştir.

Mesafe ile D2HCO<sub>3</sub> arasında %5 düzeyinde önemli negatif korelasyon belirlenmiştir. Mesafe arttıkça yani su örnekleme istasyonları denizden uzaklaştıkça su örneklerinin HCO<sub>3</sub> konsantrasyonları azalmıştır.

D2EC ile D2Ca ve D2Mg arasında %1; D2K arasında ise %5 düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir. Su örneklerinin EC değeri arttıkça K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının da arttığı söylenebilir.

D2pH ile D2Cu arasında %5 düzeyinde önemli pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Su örneklerinin pH değeri arttıkça Cu konsantrasyonunun da arttığı söylenebilir.

**Çizelge 5.1.** Su örneklerinin 1.dönem analiz sonuçları arasındaki istatistiksel ilişkiler

| Su (x)              | Su (y)             | Korelasyon Katsayısı | Regresyon eşitliği   |
|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| <sup>1</sup> Mesafe | D1EC               | -0.576*              | y= 16.784-0.021x     |
|                     | D1pH               | 0.588*               | y= -47.46+6.697x     |
|                     | D1Mg               | -0.582*              | y= 23.310-0.712x     |
|                     | D1HCO <sub>3</sub> | -0.699*              | y= 12.231-1.438x     |
| D1EC                | D1CO <sub>3</sub>  | 0.674*               | y=309.684+173.914x   |
|                     | D1HCO <sub>3</sub> | 0.937**              | y=159.878+79.695x    |
|                     | D1SO <sub>4</sub>  | -0.758**             | y=1001.110+12.453x   |
|                     | D1Ca               | 0.956**              | y=199.808+5.449x     |
|                     | D1Mg               | 0.820**              | y= -150.094+2.309    |
|                     | D1Zn               | 0.696*               | y=263.356+3507.849x  |
|                     | D1As               | 0.623*               | y=413.201+39794.118x |
| D1pH                | D1Ca               | -0.623*              | y=8.602-0.011x       |
|                     | D1Zn               | -0.741**             | y=8.546-8.307x       |
|                     | D1Pb               | 0.582*               | y=7.783+23.101x      |

<sup>1</sup> su örnekleme istasyonlarının denizden uzaklığı

\*\* p&lt;0,01 (%1) r=0.463

n=12

\*p&lt;0,05 (%5) r= 0.361

**Çizelge 5.2.** Su örneklerinin 2.dönem analiz sonuçları arasındaki istatistiksel ilişkiler

| Su (x)              | Su (y)             | Korelasyon Katsayısı | Regresyon eşitliği |
|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| <sup>1</sup> Mesafe | D2HCO <sub>3</sub> | -0.699*              | y=20.622-2.900x    |
| D2EC                | D2K                | 0.616*               | y=331.007+91.025x  |
|                     | D2Ca               | 0.763**              | y=286.664+4.889x   |
|                     | D2Mg               | 0.799**              | y=98.751+6.815x    |
| D2pH                | D2Cu               | 0.593*               | y=8.045+15.372x    |

<sup>1</sup> su örnekleme istasyonlarının denizden uzaklığı

\*\* p&lt;0,01 (%1) r=0.463

n=12

\*p&lt;0,05 (%5) r= 0.361

## 6.SONUÇLAR

Antalya'nın turizm, konut ve tarım açısından önemli bir ilçesi olan Konyaaltı ilçesinde batıdan gelen "Çandır" ve kuzeyden gelen "Karaman" nehirleriyle birleşerek, Akdenize dökülen Boğaçayı'nda yapılan çalışmada bazı su kalite parametreleri incelenmiş ve mevcut kirlilik düzeyi ile ilgili sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen verilere göre sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmektedir.

Belirlenen örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin pH değerleri birinci dönemde (2016) 7.5 ile 8.1 arasında; ikinci dönemde (2017) 7.63 ile 8.56 arasında ölçülmüştür. Belirlenen pH değerlerine ( $pH_{Genel Ort: 7.92}$ ) göre su kalite sınıfı I. Sınıf olarak bulunmuştur. Bu durumda pH açısından kullanım için her hangi bir sorun bulunmadığı söylenebilir.

Su örneklerinin tuzluluk (EC) değerleri birinci dönem ve ikinci dönemde istasyonlar arasında paralellik göstermiştir. EC değerlerinin birinci dönemde (2016) 385  $\mu S/cm$  ile 700  $\mu S/cm$  arasında; ikinci dönemde (2017) 361  $\mu S/cm$  ile 568  $\mu S/cm$  arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda ( $EC_{Genel Ort: 482 \mu S/cm}$ ) orta tuzlu olarak belirlenmiş ve bu durumun özellikle tarımsal kullanımda dikkat edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bölgemiz gibi kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde tarım ürünleri yetiştiriciliğinde gübreleme ile birlikte kullanılan sulama suyunun tuzluluğunun da dikkate alınması gerekmektedir. Aksi takdirde iklimin etkisiyle, hem su ve hem de gübreden gelen tuzluluk oluşturan iyonların toprakta birikerek tuzlanmaya neden olabileceği ve bitkisel üretimde geri dönüşü olmayan veya çok zor düzeltilebilecek sorunların ortaya çıkabileceği dikkatlerden kaçırılmamalıdır.

Birinci dönem azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum konsantrasyon değerleri ikinci dönem değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Boğaçayı'nı besleyen kollara (Çandır ve Karaman nehirleri) ve Boğaçayı'nın akış alanına bakıldığında tarımsal üretim yapılan alanlardan ve yerleşim alanlarından geçmektedir. Bölgenin 2016 yılında 2017 yılına göre daha fazla yağış almasından dolayı etrafında bulunan arazilerden de su erozyonuyla daha fazla toprağın Boğaçayı'na karıştığı ve doğal olarak beraberinde iyonları da getirdiği ve ayrıca toprak yüzeyine düşen yağışın yüzey toprağını erozyona uğratmasının yanı sıra yerindeki toprağında fazlaca yıkanmasına neden olarak yer altı sularına bu iyonların karışmasını sağladığı ve yer altı sularının da Boğaçayı'na karışarak nehirdeki bu iyonların konsantrasyonunun arttığı düşünülmektedir.

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin toplam Azot konsantrasyonları ( $N_{Genel Ort: 21.5 mg/L}$ ) her iki örnekleme döneminde de IV. Sınıf olarak belirlenmişken; fosfor konsantrasyonları 2016 yılında II. Sınıf; 2017 yılında 10 nolu istasyon (IV. Sınıf) hariç I. Sınıf olarak ( $P_{Genel Ort: 0.14 mg/L}$ ) belirlenmiştir. Bu durumda yüzey sularında ötrofikasyonun en temel nedeni olan bu iki elementten özellikle azot açısından son derece dikkatli olunması gerektiği ortaya çıkmıştır. Öncelikli olarak evsel ve tarımsal faaliyetler sonucu meydana gelebilme olasılığı çok yüksek olan azot ve fosfor konsantrasyonu yüksekliği ile ilgili bazı önlemler alınması kaçınılmazdır. Bu nedenle özellikle tarımsal faaliyetlerde toprak, bitki ve su analizlerine dayalı olmadan bilinçsiz bir şekilde hem kimyasal hem de organik gübreleme yapılmaması ve ayrıca evsel atık

suların alıcı ortama boşaltılmasının önlemesi su kalitesinin daha fazla bozulmasını önleyici tedbirlerin başında gelmektedir.

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin potasyum ( $K_{Genel Ort: 1.62}$  mg/L) ve kalsiyum ( $Ca_{Genel Ort: 46}$  mg/L) konsantrasyonları her iki örnekleme döneminde de potasyum için 50 mg/L; kalsiyum için 800 mg/L olan Su Ürünleri Yönetmeliği Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Tolere Değerden daha düşük olarak belirlenmiştir. Su örneklerinin magnezyum ( $Mg_{Genel Ort: 23}$  mg/L) konsantrasyonu ise aynı yönetmelikte verilen 14 mg/L değerinin üzerinde yer almıştır.

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin sodyum ( $Na_{Genel Ort: 17}$  mg/L), mangan ( $Mn_{Genel Ort: 0.063}$  mg/L), çinko ( $Zn_{Genel Ort: 0.085}$  mg/L), nikel ( $Ni_{Genel Ort: 0.001}$  mg/L), arsenik ( $As_{Genel Ort: 0.013}$  mg/L), klor ( $Cl_{Genel Ort: 34}$  mg/L), nitrat ( $Ni_{Genel Ort: 0.08}$  mg/L) ve sülfat ( $SO_{4Genel Ort: 37.28}$  mg/L) konsantrasyonlarının Kıta İçi Su Kaynaklarının Kontrolü yönetmeliğine göre I. Sınıf kalitesinde olduğu belirlenmiş olup mevcut durum itibarıyla herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre (Çizelge 4.3), 2016 yılında tüm istasyonlarda bor ( $B_{Genel Ort: 1.17}$  mg/L) konsantrasyonu sınır değerinin üzerinde bulunmasından dolayı IV. sınıf olarak değerlendirilmiştir. 2017 yılında ise tüm istasyonlarda bor konsantrasyonu diğer sınıf değerlerine uygun olarak (I. II. Ve III. Sınıf) değerlendirilebilir. Çizelge 4.3 de verilen değerler açısından yönetmelikte “Bor’a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriterin 300 µg/l’ye kadar düşürülmesi gerekebilir” dipnotunun da dikkate alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

Örnekleme istasyonlarından alınan su örneklerinin demir ( $Fe_{Genel Ort: 0.33}$  mg/L), kadmiyum ( $Cd_{Genel Ort: 0.005}$  mg/L), kurşun ( $Pb_{Genel Ort: 0.014}$  mg/L) konsantrasyonları her iki dönemde de I., II. ve III. sınıf kalite sınıfında yer almasına rağmen çoğunlukla I. Sınıf olarak değerlendirilmiştir. Su örneklerinin bakır konsantrasyonu da her iki dönemde de I., II. ve III. Sınıf su kalite sınıfında yer almakla beraber daha çok I. ve II. su kalite sınıfında yer almıştır. Su örneklerinin krom konsantrasyonları 2016 yılında I-IV. su kalite sınıfları arasında yer almasına rağmen çoğunlukla I. sınıf; 2017 yılında ise % 50’si I. sınıf, % 50’si II. sınıf su kalite sınıfında yer almaktadır. Bu elementlerin II., III. ve IV. su kalite sınıfında bulunduğu istasyonların özellikle ulaşım ve konut alanları ile tarımsal arazilere yakın olduğu gözlenmiştir.

Örnekleme istasyonlarından su örneklerinde her iki dönemde civa değeri belirlenememiş olup eseri olarak değerlendirilmiş; su örneklerinin civa konsantrasyonları dedeksiyon limitlerinin altında yer almıştır.

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa; Boğazayı’nın özellikle makro elementler olarak da adlandırılan toplam Kjedadlı N’u ve toplam fosfor konsantrasyonları açısından özellikle kontrol altında tutulabilmesi için belli aralıklarla izlenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Ve yine bir makro element olan magnezyum konsantrasyonuna “su ürünleri yönetmeliği alıcı ortama ait kabul edilebilir tolere değerin (14 mg/L) üzerinde yer aldığı için” dikkat edilmelidir. Ayrıca, içme suları için Türk Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’ü magnezyum için kabul edilebilecek maksimum konsantrasyonu 50 mg/L, izin verilebilecek maksimum

konsantrasyonu 150 mg/L; kalsiyum için ise aynı değerleri sırasıyla 75-200 mg/L olarak vermiştir. Bizim örneklerimizin genel olarak magnezyum konsantrasyonu ortalama 25 mg/L ve kalsiyum konsantrasyonu ise ortalama 46 mg/L civarında belirlenmiş olup kabul edilebilecek maksimum sınır değerine yaklaşmıştır. Henüz bir problem görünmemesine rağmen bu açıdan da dikkatli olunmalıdır. Çünkü Boğazayı'nı besleyen kolların üzerinde birçok mermer ocağı yer almaktadır. Bu gibi mermer ocaklarının çevrelerinde bulunan özellikle yerüstü sularına, bitkilere ve topraklara zarar verdiği bilinen bir gerçektir.

Mikro element olarak adlandırılan ve aynı zamanda ağır metal grubunda yer alan Fe ve Mn elementleri açısından da göz önüne alınması gereken mevcut bir durum olduğu tespit edilmiştir. Alınan su örneklerinin her iki yılda dikkate alınarak genel ortalama değerleri Fe için 0.33 mg /L; Mn için ise 0.063 mg/L olarak belirlenmiştir. Türk Standartları ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme sularında demir için kabul edilebilecek maksimum konsantrasyonu 0.3 mg/L, izin verilebilecek maksimum konsantrasyonu 1.0 mg/L; mangan için ise aynı değerler sırasıyla 0.1-0.5 mg/L olarak vermiştir. Hem demir hem de mangan'ın mevcut durum itibariyle kabul edilebilecek maksimum konsantrasyon sınır değerine sahip olduğu görülmekte olduğundan bu durumda izlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca bazı istasyonlardan alınan su örneklerinin Fe, Mn, Cu, Cd, Ni, Pb ve Cr konsantrasyonlarının "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"ne göre yapılan sınıflandırmasında II., III. ve IV. kalite sınıflarında yer aldıkları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; Antalya ili Konyaaltı ilçesi konut, tarım ve turizm alanlarına sahip bir yer olmakla beraber bölgede mermer ocakları, çimento fabrikaları ve beton santrali gibi endüstriyel tesislerde mevcuttur. Bu bölgede bulunan Boğazayı bölgedeki Çandır ve Karaman akarsuları tarafından beslenen ve Akdenize dökülen son çıkış noktası olan bir yer üstü su kaynağıdır. Mevcut durum itibariyle ciddi bir kirliliğe sahip olmamakla beraber yukarıda bahsedilen durumlar göz ardı edilmemelidir. Bölgenin hızla kentleşmesi, nüfus projeksiyonu dikkate alınarak imara açılan tarım alanlarına yeni binaların yapılması, yeni yolların ve caddelerin açılması sırasında gerekli alt yapılarında beraberinde yürütülmesi gerektiği mutlak suretle dikkate alınmalıdır. Ayrıca bölgede seralar ve narenciye bahçeleri de bulunmaktadır. Bu alanlarda yürütülen tarımsal faaliyetlerde gübre ve bitki koruma ilaçları kullanımı kontrol altında tutulmalıdır. Boğazayı'nın mevcut durumunun korunması, kirlenmesinin önlenmesi için hukuki ve teknik esasların sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Zira, evsel, endüstriyel, tarımsal faaliyetler sonucunda yüzey ve yer altı sularına karışan kirleticilerin içerdiği ağır metaller ve diğer kirletici maddelerin canlı hayatı için tehlike oluşturduğu, sadece sulardaki canlıları değil aynı zamanda bitkileri ve besin zinciri yoluyla insanları da etkilediği unutulmamalıdır.

## 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
- Altuner, Z., Gürbüz, H. 1989. Karasu (Fırat) Nehri Fitoplankton Topluluğu Üzerine Bir Araştırma. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 3 (1-2): 151-176.
- Anonim, 2004: Guidelines for Drinking-Water Quality, 3 rd Ed, Vol. 1, Recommendations, WHO, Geneva.
- Anonim, 2005, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’ndan Su Ürünleri Yönetmeliği, 09.08.2005 tarihli Resmi Gazete No:25901
- Anonymous, 2008. 2007 Yılı Mersin İl Çevre Durum Raporu. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Mersin Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Mersin.
- Anonymous, 1954. Diagonosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No:60,USA
- Audry, S., Schafe, J., Blanc, G.,and Jouanneau, J.N., 2004. Fifty-year sedimentary record of heavy metal pollution (Cd, Zn, Cu, Pb) in the Lot River reservoirs (France), *Environmental Pollution* 132 : 413–426
- 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): 227-234.
- 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
- Causape, J., Quilez, D. and Aragues, R. 2004. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level I.Irrigation quality. *Agricultural Water Management*, 70:195-209.
- 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.
- De, A., Sen, P.C., and Tewari, I.C. 1993. Enteropathogenic Bacteria in River Ganges in Varanasi. *Indian Journal of Pathology. Microbiology*, 36:425-432.
- Dipova, N., 2010, Boğaçay (Antalya) Kıyı Ovasının Mühendislik Jeolojisi Değerlendirmeleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 34(2).
- Dişli, M., Akkurt, F., ve Alıcılar, A., 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl suyunun bazı kimyasal parametrelerinin mevsimlere göre değişiminin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19:287-294
- 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.
- 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
- Fresenius, W., Quentin, K.E., Schneidler, W. 1988. Water Analysis a Practical Guide to Physico-Chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance, ISBN 3-540-17723- Springer-Verlag, New York.
- Gedik, K., Verap, B., Terzi, E., ve Fevzioğlu, S., 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal 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.
- Hach Company, 1989. Water Analysis Handbook. Colorado, USA.
- 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.
- 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.
- Huber, A., Bach, M. and Frede, H.G. .2000. Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling nonpoint source inputs. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80: 191-204.
- Hütter, L.A., 1992 .Wasser und Wasseruntersuchung, Otto Salle Verlag Saurländer
- 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
- Karamanis, D., Stamouls, K., Ioannides, K., Patiris, D. 2008. Spatial and seasonal trends of natural radioactivity and heavy metals in river waters of Epirus, Macedonia and Thessalia. *Desalination*
- 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, 54-58.
- Kurnaz, S., Büyükgüngör, H., Kızıllırmak 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.
- Minareci, O., Öztürk, M., Minareci, E., 2004, Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin, Gediz Nehrinin Ağır Metal Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Trakya University Journal Science*, 5(2): 135-139.
- Oğuz, H. 2001. Boğaçayı 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

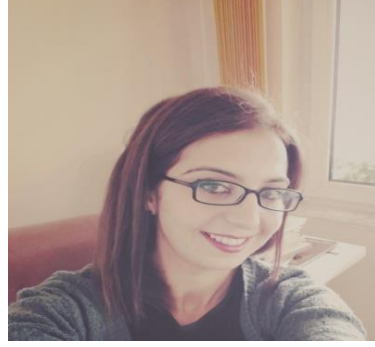
- Özgüler, H. (1997). "Su, su kaynakları ve çevresel konular." Meteoroloji Mühendisliği. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, 2: 57-63.
- Palmer, C.M. 1980. Algae and Water Pollution. Castle House Publications Ltd, Kent
- Power, J.F., Scheders, J.S., 1989. Nitrate contamination of groundwater in North America. *Agric. Ecosystems Environment*. 26: 165–187.,
- 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., and Gardea-Torresday, J.L., 2004. Assessment of arsenic and heavy metal concentrations in water and sediments of the Rio Grande at El Paso–Juarez metroplex region. *Environment International* 7(29):957-971
- Saatçı, F., Hakerlerler, H., Tuncay, H., Okur, İ.B. 1988. İzmir İli ve Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarının Tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fonu, Proje No 127.
- Samsunlu, A. 1982. Çevre Mühendisliği Kimyası,. Birsen Yayınevi, 396s.
- 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
- 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, 103 s.
- 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),
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı [http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Su\\_Kirliligi\\_Kontrolu\\_Yonetmeliği](http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Su_Kirliligi_Kontrolu_Yonetmeliği).

- 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: 28.10.2017].
- 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.
- 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 Akvatik Organizmaların Bio Kullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, 9(2):17-33
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C. 2005. Determination of Water Quality in terms of Physico- Chemical Structure of the River Iyidere (Trabzon). *Ekoloji*, 15 (57): 7-16.
- 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.
- Woitke, P., Wellmitz, J., Helm, D., Kube, P., Lepom, P.,and Litheraty, P., 2003. Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube. *Chemosphere*, 51 :633–642

## ÖZGEÇMİŞ

**MELİHA SİNEM ŞENEL**

**msinemsenel@gmail.com**



## ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|               |                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Yüksek Lisans | Akdeniz Üniversitesi                                                    |
| 2013-2017     | Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya |
| Lisans        | Akdeniz Üniversitesi                                                    |
| 2006-2011     | Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği, Toprak Bölümü, Antalya           |

## MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Toprak Birim Sorumlusu         | MSA Tarımsal Analiz Laboratuvarı |
| 2016-2017                      | Antalya                          |
| Akdeniz Yeşillikleri Sorumlusu | Erüst Tarım Ltd. Şti.            |
| 2011-2013                      | Antalya                          |