



YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPER KADİR ALTAY

DİSİPLİNLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

SİNOP ERFELEK ŞELELELERİNİN FİZİKOKİMYASAL YÖNDEN SU

KALİTESİNİN İNCELENMESİ

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SİNOP ERFELEK ŞELALELERİNİN FİZİKOKİMYASAL YÖNDEN SU
KALİTESİNİN İNCELENMESİ**

ALPER KADİR ALTAY

YÜKSEKLİSANS TEZİ

DİSİPLİNLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Muhitdin YILMAZ

SİNOP – 2018

TEZ KABUL

Alper Kadir ALTAY tarafından hazırlanan "Sinop Erfelek Şelalelerinin Fizikokimyasal Yönden Su Kalitesinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma, 30.03.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Doç. Dr. Mahmut YILMAZ
Sinop Üniversitesi /Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Üye Prof. Dr. Mahmut KARAPehlivan
Kars Karas Üniversitesi /Tıp Fakültesi

Üye Doç. Dr. Elif TEZELİ ERSANLI
Sinop Üniversitesi /Fen Edebiyat Fakültesi

İmza

İmza

İmza

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

02.04.2018

[Unvanı, Adı ve Soyadı]

Enstitü Müdürü
Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

SİNOP ERFELEK ŞELALELERİNİN FİZİKOKİMYASAL YÖNDEN SU KALİTESİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Sinop İli Erfelek İlçesine bağlı Tatlıca Köyü sınırları içerisinde bulunan Erfelek Şelaleleri suyu fizikokimyasal yönden incelenmiştir. Bu çalışma 1 Mart 2017 tarihinde başlatılıp 1 Eylül 2017 tarihinde sonuçlandırılmıştır. 6 aylık bu süreçte şelalenin 3 ayrı noktasında belirlenen istasyonlardan su örnekleri alınmıştır. Sıcaklık, oksijen doygunluğu, çözünmüş oksijen, iletkenlik, ORP ve pH gibi parametreler örnekleme esnasında çok fonksiyonlu ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Ayrıca laboratuvar ortamında nitrit, nitrat, amonyum, silisyum, fosfat, sülfat, toplam organik madde ve toplam sertlik analizleri yapılmıştır.

Yapılan analiz sonuçları baz alındığında Sinop İli Erfelek İlçesine bağlı Tatlıca Köyü sınırları içerisinde bulunan Erfelek Şelaleleri suyu Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından oksijen doygunluğu, çözünmüş oksijen, nitrat ve sülfat değerleri yönünden I. Sınıf, amonyum ve nitrit değerlerine göre II. Sınıf su kalite sınıfına dahil olup, sertlik değerlerine göre oldukça sert sular grubu içinde bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Sinop, Erfelek Şelale, Fizikokimyasal özellikler, Su kalitesi

INVESTIGATION ON PHYSICOCHEMICAL WATER QUALITY OF ERFELEK WATERFALLS IN SINOP PROVINCE

ABSTRACT

The Erfelek Waterfalls located within the borders of the Tatlıca Village of the Sinop City Erfelek District were examined in term of physicochemical water quality. This study was done between 1 March and 1 September 2017. In this process, water samples were taken from 3 different stations of the waterfalls every months; throughout 6 months. Parameters such as temperature, oxygen saturation, dissolved oxygen, conductivity, ORP and pH are measured by multifunction measuring instrument at the station. Also nitrite, nitrate, ammonium, silicon, phosphate, sulphate, total organic matter and total hardness were analyzed in the laboratory.

According to the results obtained, Erfelek Waterfalls located within the borders of Tatlıca Village of Sinop Erfelek Waterfalls give first class values about oxygen saturation, dissolved oxygen, nitrate and sulphate and give second class values about ammonium and nitrite in terms of Quality Criteria according to Classes of Continent Water Resources. Also according to hardness values are in very hard water group.

Key Words: Sinop, Erfelek Waterfall, Physicochemical properties, Water Quality

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen, yürütülmesinde büyük sabır gösteren, her aşamasında emeği geçen değerli hocam, danışmanım sayın Doç. Dr. Muhitdin YILMAZ'a teşekkür ederim.

Çalışmamın fizikokimyasal inceleme ve laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve yol gösteren sayın Doç. Dr. Elif TEZEL ERSANLI hocama teşekkür ederim. Numunelerin toplanmasında beni yalnız bırakmayan değerli mesai arkadaşım sayın Erhan BAKOĞLU'na teşekkür ederim.

Son olarak tüm bu süreç boyunca anlayış ve sabırla destek olan sevgili eşim Merve ALTAY'a ve oğlum Hasan Buğra ALTAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER Ve KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER Ve ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Su Kalitesinin Önemi	2
2.2. Suyun Fizikokimyasal Özellikleri	2
2.2.1. Sıcaklık	2
2.2.2. Renk	3
2.2.3. Bulanıklık	3
2.2.4. Oksijen	3
2.2.5. Oksijen Doygunluğu	3
2.2.6. İletkenlik	4
2.2.7. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)	4
2.2.8. Suyun pH Değeri	4
2.2.9. Nitrat ve Nitrit	5
2.2.10. Amonyum	5
2.2.11. Silisyum	5
2.2.12. Fosfat	6
2.2.13. Sülfat	6
2.2.14. Toplam Organik Madde	6
2.2.15. Toplam Sertlik	7

3. MATERYAL Ve YÖNTEM	9
3.1. Çalışma Alanının Yeri Ve Coğrafi Özellikleri	9
3.2. Çalışma Alanının İklim Ve Bitki Örtüsü	10
3.3. Çalışma Alanı Ve Belirlenen İstasyonlar	10
3.4. Örneklerin Alınması	13
3.5. Örneklerin Analizleri	14
3.5.1. Nitrit ve Nitrat Analizi	14
3.5.2. Amonyum Analizi	15
3.5.3. Silisyum Analizi	15
3.5.4. Fosfat Analizi	15
3.5.5. Sülfat Analizi	15
3.5.6. Toplam Organik Madde Analizi	16
3.5.7. Toplam Sertlik Analizi	16
4.BULGULAR	18
4.1. Sıcaklık Ölçüm Değerleri	18
4.2. Oksijen Ölçüm Değerleri	20
4.3. Oksijen Doygunluğu Ölçüm Değerleri	22
4.4. İletkenlik Ölçüm Değerleri	24
4.5. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP) Ölçüm Değerleri	26
4.6. pH Ölçüm Değerleri	28
4.7. Nitrit Ölçüm Değerleri	30
4.8. Nitrat Ölçüm Değerleri	32
4.9. Amonyum Ölçüm Değerleri	33
4.10. Silisyum Ölçüm Değerleri	35
4.11. Fosfat Ölçüm Değerleri	36
4.12. Sülfat Ölçüm Değerleri	38
4.13. Toplam Organik Madde Ölçüm Değerleri	39
4.14. Toplam Sertlik Ölçüm Değerleri	41
5. TARTIŞMA	44
6. SONUÇ (ve ÖNERİLER)	47
7. KAYNAKLAR	48
8. ÖZGEÇMİŞ	51

SEMBOLLER Ve KISALTMALAR LİSTESİ

°C	:Santigrat derece
°Fr	:Fransız Sertlik Derecesi
µg/L	:Mikrogram/Litre
nm	:Nanometre
µL	:Mikrolitre
µm	:Mikromilimetre
µS	:Mikrosiemens
CaCO ₃	:Kalsiyum Karbonat
Cl	:Klorür
g	:Gram
mg/L	:Miligram/Litre
mL	:Mililitre
%	:Yüzde
UV	: Ultraviyole
WGS84	: Küresel Konumlama Dizgesi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
mg O ₂ /L	: Oksijen
(%)a	: Oksijen Doygunluğu
mg SO ₄ ⁼ /mg/L	: Sülfat İyonu
mg NH ₄ ⁺ /mg/L	: Amonyum İyonu
mg NO ₂ ⁻ /mg/L	: Nitrit İyonu
mg NO ₃ ⁻ /mg/L	: Nitrat İyonu

ŞEKİLLER Ve ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Suların Sertlik Derecesine Göre Sınıflandırılması	7
Çizelge 2.2. Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	8
Çizelge 3.1. Su Numuneleri Gözlemlenen Renk Tayinleri	14
Çizelge 4.1. Fizikokimyasal Parametrelerin Minimum, Maksimum Ve Ortalama Değerleri	18
Çizelge 4.2. Su Numuneleri Ölçülen Sıcaklık Değerleri	19
Çizelge 4.3. Su Numuneleri Saptanan Oksijen Değerleri	21
Çizelge 4.4. Su Numuneleri Saptanan Oksijen Doygunluğu Değerleri	23
Çizelge 4.5. Su Numuneleri Saptanan İletkenlik Değerleri	25
Çizelge 4.6. Su Numuneleri Saptanan ORP Değerleri	27
Çizelge 4.7. Su Numuneleri Saptanan pH Değerleri	29
Çizelge 4.8. Su Numuneleri Saptanan Nitrit Değerleri	30
Çizelge 4.9. Su Numuneleri Saptanan Nitrat Değerleri	32
Çizelge 4.10. Su Numuneleri Saptanan Amonyum Değerleri	33
Çizelge 4.11. Su Numuneleri Saptanan Silisyum Değerleri	35
Çizelge 4.12. Su Numuneleri Saptanan Fosfat Değerleri	36
Çizelge 4.13. Su Numuneleri Saptanan Sülfat Değerleri	38
Çizelge 4.14. Su Numuneleri Saptanan Toplam Organik Madde Değ.	40
Çizelge 4.15. Su Numuneleri Saptanan Toplam Sertlik Değerleri	42
Şekil 3.1. Erfelek Tatlıca Şelaleleri (Orijinal, Haziran, 2017)	9
Şekil 3.2. İstasyon-1 (Orijinal, Mart, 2017)	11
Şekil 3.3. İstasyon-2 (Orijinal, Mart, 2017)	11
Şekil 3.4. İstasyon-3 (Orijinal, Mart, 2017)	12
Şekil 3.5. Erfelek Şelale Kroki	12
Şekil 3.6. Hava Sıcaklık Değişimi	13

Şekil 4.1. Aylara Göre Sıcaklık Değerleri	19
Şekil 4.2. Aylara Göre Su Sıcaklık Değişim Grafiği	20
Şekil 4.3. Aylara Göre Oksijen Değerleri	21
Şekil 4.4. Aylara Göre Oksijen Değişim Grafiği	22
Şekil 4.5. Aylara Göre Oksijen Doygunluğu Değerleri	23
Şekil 4.6. Aylara Göre Oksijen Doygunluğu Değişim Grafiği	24
Şekil 4.7. Aylara Göre İletkenlik Değerleri	25
Şekil 4.8. Aylara Göre İletkenlik Değişim Grafiği	26
Şekil 4.9. Aylara Göre ORP Değerleri	27
Şekil 4.10. Aylara Göre ORP Değişim Grafiği	28
Şekil 4.11. Aylara Göre pH Değerleri	29
Şekil 4.12. Aylara Göre pH Değişim Grafiği	30
Şekil 4.13. Aylara Göre Nitrit Değerleri	31
Şekil 4.14. Aylara Göre Nitrit Değişim Grafiği	31
Şekil 4.15. Aylara Göre Nitrat Değerleri	32
Şekil 4.16. Aylara Göre Nitrat Değişim Grafiği	33
Şekil 4.17. Aylara Göre Amonyum Değerleri	34
Şekil 4.18. Aylara Göre Amonyum Değişim Grafiği	34
Şekil 4.19. Aylara Göre Silisyum Değerleri	35
Şekil 4.20. Aylara Göre Silisyum Değişim Grafiği	36
Şekil 4.21. Aylara Göre Fosfat Değerleri	37
Şekil 4.22. Aylara Göre Fosfat Değişim Grafiği	37
Şekil 4.23. Aylara Göre Sülfat Değerleri	38
Şekil 4.24. Aylara Göre Sülfat Değişim Grafiği	39
Şekil 4.25. Aylara Göre Toplam Organik Madde Değerleri	40
Şekil 4.26. Aylara Göre Toplam Organik Madde Değişim Grafiği	41
Şekil 4.27. Aylara Göre Toplam Sertlik Değerleri	42
Şekil 4.28. Aylara Göre Toplam Sertlik Değişim Grafiği	43

1. GİRİŞ

Su; hayatın vazgeçilemez yerine başka herhangi bir madde konulamaz en önemli ögesidir. Bireyin hayatsal faaliyetlerinin devam edebilmesi için olmazsa olmaz olan bu kaynak sınırlı bir kaynaktır. Kişilerin hayatının devam edebilmesi için gerekli olduğu kadar sucul canlılar içinde hayatsal bir öneme sahiptir. Bu nedenle yaşam ortamında suyun olması ve bu ortamda bulunan suyun kalitesi büyük önem arz etmektedir (Gün, 2011).

Dünya üzerinde hemen hemen bütün toplumlar su kitlelerinin çevresinde yerleşmişlerdir. Bu nedenle su bir toplumun gelişimi ve büyümesinde en etkili faktördür. Fakat günümüzde endüstrinin artması, çarpık kentleşme, tarımda kullanımı artan gübre gibi nedenler doğal su ortamlarının bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle artan şehirleşme ile büyük şehirlerin su ekosistemleri tükenmek üzeredir (Özoktay, 2015).

Kirlenen su kaynakları canlıların yaşamını tehlikeye sokmakta ve ekonomik açıdan kayıplara neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra su yeterli düzeyde olsa bile eğer su kalitesi standartlara uygun değilse, suyun kullanılabilirlik oranı düşmektedir.

Özellikle tatlı su kaynakları tüm dünyada küresel ısınmadan sonra büyük önem kazanmaya başlamıştır. Suların kirlilik düzeylerinin belirlenerek suları kirlüten kaynakların yok edilmesi gerekmektedir (Dayıoğlu, 2011).

Canlılar hayatlarını sürdürdükleri ortamın değişikliğine duyarlıdırlar. Su incelendiğinde suda bazı canlılar bulunuyorsa o ortamda uzun dönemli su niteliğinden bahsedilebilir. Canlıların yaşadığı ortamda bir değişim olduysa tamamen yok olma, ortamı değiştirme gibi tepkiler görülebilir (Çiçek, 2011).

Su kalitesi yönetiminde; kaynakların bir ekosistem olarak kabul görmesi ve mevcut kalitenin korunabilmesi ile ülke gereksinimlerini göz önünde tutarak su kalitesinin geliştirilmesi gerekmektedir.

İncelenen literatürler kapsamında çalışmanın amacı, Sinop ili Erfelek ilçesi sınırları içinde bulunan Tatlıca Şelaleleri suyunun fizikokimyasal yönden inceleyerek çevre sağlığı açısından kirlilik unsurlarının olup olmadığını tespit etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Su Kalitesinin Önemi

Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde suyun kalitesi en önemli çevre sağlığı problemlerinden biri haline gelmiştir. Günümüzde su kaynakları; artan gübre ve pestisit kullanımı, hatalı ve fazla endüstriyel yerleşim gibi nedenlerle kimyasal olarak kirlenmektedir.

Suyun halkın sağlığına zarar verebilecek maddelerden temizlenmesi halk sağlığının korunmasında büyük önem taşımaktadır. İlk amaç, suyu kirlenmekten korumaktır. Daha sonra insan ve hayvan atıklarının suyu kirletmesini önlemek gerekmektedir. Eğer bu sağlanamazsa özellikle yaşlı ve çocuklar bundan en kolay etkilenen gruba oluşturur ki, bu durum enfeksiyonel hastalıklarının toplum geneline yayılmasına da neden olabilir.

Suları yüzeysel ve yeraltı suları olarak iki grupta incelediğimizde; yüzeysel suların kalitesinin genelde düşük olduğu gözlemlenmektedir. Yeraltı suları ise insan sağlığını doğrudan etkilemekle birlikte inşaat ile ilgilenenler ve madenciler gibi mühendislik alanını da yakından ilgilendirmektedir (Kutaniş, 2010).

2.2. Suyun Fizikokimyasal Özellikleri

Suyun başlıca fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde bunların bulanıklık, renk, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ve oksijen kapasitesinin önemli olduğu görülmektedir (Kutaniş, 2010).

2.2.1. Sıcaklık

Sudaki birçok değişkenin konsantrasyonunun değişmesi sonucu; sıcaklık suyun biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Suyun sıcaklığında artış meydana gelmesiyle birlikte kimyasal reaksiyonların hızında artış olduğu görülür. İçerisinde su bulunduran maddelerin buharlaşma hızları daha fazla olup, sıcak sularda yaşayan canlıların solunum hızının fazlalaşması oksijenin daha fazla harcanmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, fazla harcanan oksijen organik maddelerin bozulmasına neden olmaktadır. Besin şartlarının uygun olmasıyla birlikte mikroorganizmalar ve fitoplankton çok kısa bir sürede süratle artarak suyun bulanıklığında farklılaşmaya neden olabilmektedir (Kutaniş, 2010).

2.2.2. Renk

Suyun renginin oluşmasında başlıca unsurlara bakıldığında bunların; endüstriyel ve tarımsal atıklar, canlı ve ölü bitkiler, korozyon, çözünmüş inorganik ve organik maddeler ile minerallerin olduğu görülür. Mikroorganizmaların üreme ve çoğalmasının fazla olduğu sularda renk tayini doğru sonuçlar vermeyebilir. Sedimentasyon ve ozonlama yöntemleri ile suyun mikroorganizmalardan arındırılarak renginin giderilmesi sağlanabilmektedir (Özdemir, 2015).

2.2.3. Bulanıklık

Su içinde asılı halde mevcut olan organik maddeler, mikroorganizmalar, silis, kil, demir hidroksit, alüminyum hidroksit, kalsiyum karbonat ve bunun gibi maddeler güneş ışığının suyun içinden geçmesini engelleyerek doğal sularda bulanıklığın oluşmasına neden olmaktadır. Rezervuarlarda ve diğer durgun sularda bulanıklığa neden olan etmenler; kolloidal haldeki maddelerden daha çok kil, kum ve toprak parçacıklarıdır (Şengül ve Müezzinoğlu, 2005).

2.2.4. Oksijen

Türkiye Bilimler Akademisi Başkanlığı (TÜBA) Oksijeni; *“Kimyasal simgesi O, atom numarası 8, atom ağırlığı 16, özgül ağırlığı 1,429g/l, sıvılaştırma sıcaklığı -219 °C ve kaynama sıcaklığı -183 °C olan, kübik sistemde kristalleşen, gaz halde rengi, kokusu ve tadı olmayan, paramanyetik, sıvı halde uçuk mavi renkli, yükseltgen, O₂ formüllü gaz olarak atmosferin % 20,8’ini, O₂ ve O₃ (ozon) olarak ise toplamda % 23,1’ini oluşturan, yer kabuğunda oksit ve silikat olarak en bol (% 46,4) bulunan, Yeryuvarı’nın demirden sonra ikinci en bol (% 30) ve evrenin hidrojen ve helyumdan sonra üçüncü en bol gaz elementi”* şeklinde tanımlamaktadır (Anonim, 2017a).

2.2.5. Oksijen Doygunluğu

Oksijen doygunluğu; su ya da atık su içerisindeki çözünmüş halde mevcut olan oksijen miktarını tanımlar (Anonim, 2017b).

Oksijen; doğal sularda suyun kendi kendine temizlenmesi görevini hayata geçiren başta organizmalar olmak üzere bütün sucul hayat için büyük önem arz etmektedir. Doğal sulardaki oksijen miktarını değiştiren unsurlara bakıldığında; türbülans, bitkilerin ve alglerin fotosentez aktiviteleri, tuzluluk, sıcaklık ve atmosferik basıncın olduğu görülür. Organik maddelerin parçalanma süresince oluşan mikrobiyal aktivitenin artmasına sebep

olan yüksek organik madde ve besleyicileri içinde barındıran atık deşarjların, ortamda çözünmüş oksijen derişimini düşürmesi bu aktivitenin artmasına neden olmasından kaynaklıdır (Anonim, 2017c).

Oksijen derişiminin normal ya da antropojenik nedenlerle fazlaca düşmesi olaylarında, çöken maddelerin çürümesi sonrasında sediment su ara yüzünde anaerobik koşullar ortaya çıkabilir (Chapman ve Kimstach, 1996).

2.2.6. İletkenlik

Su içerisindeki iyon konsantrasyonunun artmasıyla doğru orantılı bir şekilde iletkenliğinde de artış görülür.

İyon konsantrasyonuna ve tipine bağlı olarak suyun başlıca özellikleri arasında karakterize edilen ve su içinde toplam katı madde konsantrasyonu cinsinden eriyik akışlar ve bazı endüstriyel atık sular; sulama deşarj sularının önemli kaynağı olması nedeniyle iletkenliğinin artmasına sebep olmaktadır (Kutaniş, 2010).

2.2.7. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)

ORP; oksidasyon redüksiyon potansiyeli anlamına gelmekle birlikte Oxidation Reduction Potential kelimelerinin baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşturulmuştur. ORP; bir çözeltinin indirgeme ya da oksitlendirme gücünü milivolt (mV) cinsinden değer olarak belirleyen ölçüm olarak tanımlanabilir. Diğer taraftan Redoks potansiyeli olarak isimlendirilen ORP ölçümü suyun kalitesini belirlemeye yarar. Ölçüm sonucunda çıkan değer pozitif ise ölçüm yapılan suyun oksidasyon diğer bir değışle paslandırma ve bozucu/çürütücü etkilerinin olduğu sonucu ortaya çıkar. Ölçüm sonucu çıkan değer negatif ise suyun antioksidan güçte olduğunu yani paslanmayı engelleyici özellikte olduğunu gösterir (Yıldız, 2013).

2.2.8. Suyun pH Değeri

Bir çözeltinin asitlik ya da bazlık ölçüsü pH'ı tanımlar. Başka bir tanımlamayla pH "hidrojen gücü"dür. Danimarkalı kimyacı Søren Peder Lauritz Sørensen tarafından 1909 yılında ilk kez laboratuvarında pH kavramı kolorimetrik ve elektrometrik olarak tanımlanmıştır. Kolorimetrik ölçümlerde birtakım indirgeyici ve oksitleyici unsurların pH üzerinde etkili olduğu görülür.

Kolorimetrik ölçümlerde pH üzerinde bir etkiye sahip olan etkenler çeşitli oksitleyici ve indirgeyiciler olarak tanımlanabilir. Kolloidal maddeler; bulanıklık, renk, serbest klor, yüksek tuz konsantrasyonudur. Diğer taraftan karşılaştırma için hazırlanmış göstergelerin renk standardını düşürdüğü görülmüştür. Göstergenin renk değişikliği, numunenin pH tamponlu çözeltinin ölçümünü uygulamak için önerilmektedir (Kutaniş, 2010).

2.2.9. Nitrat ve Nitrit

Azotun biyokimyasal reaksiyonlarda ortaya çıkan son ürünü Nitrattır. Nitrat iyonlarının direkt olarak toksik etkisi bulunmamaktadır. Zararlı bakterilerin nitrat redüktazı aktivitesine yardımı ile nitrat nitrite dönüşmektedir (Cemek ve ark., 2007).

Sekonder aminler ile reaksiyona girerek nitrozamin oluşmasına sebep olan nitrit insan sağlığı ile ilgili olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra nitrit besin zehirlenmelerinde *Clostridium botulinum* toksinini engellemek amacıyla işlenmiş et ürünlerinde kullanılabilmektedir (Özdestan ve Üren, 2010).

2.2.10. Amonyum

Azot bileşiklerinin su kirliliği yönünden etkilerine bakıldığında bunlardan biri oksijen bilançosunun etkilenmesidir. Bir diğeri ise içme suyunun sağlıklı bir şekilde tedarikinde meydana gelen toksikolojik ve hijyenik sorunlardır (Uslu ve Türkman, 1987).

Amonyanın toksisitesi, onun kimyasal haline bağlı olmakla birlikte NH_3 konsantrasyonunun NH_4^+ şeklinde olması ve 0.1 ppm'den fazla olmaması gerekmektedir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Sulu çözeltilere bakıldığında iyonize olmamış amonyanın iyonuyla dengede olduğu görülür ve iyonize olmamış amonyak ile amonyumun toplamı toplam amonyağı verir (Chapman ve Kimstach, 1996).

2.2.11. Silisyum

Türkiye Bilimler Akademisi Başkanlığı (TÜBA) Silisyumu “*Kimyasal simgesi Si, atom numarası 14, atom ağırlığı 28,09, Mohs sertliği 6,5 ve özgül ağırlığı 2,33 olan, 1420 °C’de eriyen, 3265 °C’de kaynayan, kübik sistemde kristalleşen, açık mavimsi yansımali koyu grisi-mavimsi renkli, metalsi, katı, yarıiletken, diyamanyetik, doğada çeşitli silikat minerallerinde ya da silis olarak kuvars, kristobalit gibi kristaller şeklinde ve biyolojik kökenli olarak bulunan, endüstride geniş ölçüde kullanılan, Yeryuvarının*

demir ve oksijenden sonra üçüncü (% 15), yer kabuğunun oksijenden sonra ikinci (% 28) ve evrenin sekizinci en bol elementi” şeklinde tanımlamaktadır (Anonim, 2017d).

2.2.12. Fosfat

Doğal su kütlelerinin fertilizasyonunda başka bir değişle gübrenmesinde önemli bir unsur olan fosfat; algal gelişme için sınırlayıcı nutrienttir (Uslu ve Türkman, 1987).

Organik maddelerin ayrışması ve fosforlu kayaların sedimentleri fosfatın yüzeysel sulardaki doğal kaynaklarını oluşturmaktadır. Fosfatın antropojenik kaynakları ise özellikle içerisinde deterjan bulunduran endüstriyel ve evsel atık sular ile gübrelerdir. Ayrıca fosfor derişiminin artması ötrofikasyona sebep olmaktadır (Chapman ve Kimstach, 1996).

2.2.13. Sülfat

Sülfat iyonu doğal sularda fazlasıyla bulunmaktadır. Konsantrasyonuna bakıldığında litrede birkaç miligram ile birkaç bin miligram aralığında değişiklik gösterilebilmektedir.

Yeraltı sularında mevcut olan sülfatın en önemli kaynakları jips ve anhidrit olmakla birlikte piritin oksidasyonu nedeniyle de sülfatın oluştuğu gözlenmektedir. Soğutulmuş su içinde 2000 mg/L’ye kadar çözünebilen jips bu özelliği ile sülfatın sulardaki başlıca kaynağını oluşturur.

Sudaki sülfatın ortaya çıkma nedenleri arasında sülfid ve tiyosülfatların oksitlenmesi, jips ve diğer tuzlardan süzülme ve evsel ile endüstriyel atıklar sayılabilir.

Kasyonlar kayalardan çözeltiye geçerlerken çoğunlukla sülfat ile çözünebilen bileşikler verdiklerinden sudaki sülfat yüksek konsantrasyonlarda bulunabilmektedir (Yıldız, 2013).

2.2.14. Toplam Organik Madde

Organik maddeler; çok küçük molekül ağırlıklı mikroorganizmalardan, büyük molekülü yapılar kadar, karboksilik asitler, amonyak, nitat, nitrit, yağlar, proteinler, karbonhidratlar, aminoasitler, klor ve hidrokarbonlar gibi çok sayıda maddeleri kapsayan karmaşık bir gruptur. Mikrobiyal veya çevre kaynaklı kirlenmeler sulardaki organik maddeleri oluşturmaktadır (Anonim, 2017e).

2.2.15. Toplam Sertlik

Suyun sertliği su kalitesi açısından en önemli özelliklerden biridir. Magnezyum nitrat, magnezyum bikarbonat iyonları, kalsiyum, magnezyum klorür ve demir su sertliğinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle kalsiyum ve magnezyum tuzları sertliğe neden olduğundan en önemli iki faktördür (Güler ve obanođlu, 1997; Botkin ve Keller, 1995; zdemir, 2015).

Geçici sertlik; bikarbonatların neden olduğu, ısıtıldığında znerek çöken sertliktir ve kaynatma işlemi yapılarak giderilir.

Kalıcı sertlik ise; klorür, nitrat ve sülfatın içerisinde mevcut olduğu ve ısıtma işleminin gerçekleşmesi ile çökmeyen ancak kimyasal proseslerle yok edilebilen sertliktir. Ülkemizde Fransız Sertlik Derecesi kabul edilmekle birlikte suların sertliğini Alman, Rus ve Amerikan sertlik dereceleriyle de ölçmek mümkündür. 1 Fransız Sertlik Derecesi Suyun içinde 1000 mL suda 10 mg CaCO_3 g bulunmasını ifade etmektedir (Güler ve obanođlu, 1997; zdemir, 2015).

Çizelge 2.1. Suların sertlik derecesine göre sınıflandırılması

Sertlik derecesi (°F)	Suyun cinsi
0-7 °F	çok yumuřak su
7-14 °F	Yumuřak su
14-22 °F	Orta derecede sert su
22-32 °F	Oldukça sert su
32-54 °F	Sert su
54 ten büyük °F	çok sert su

Çizelge 2.2. Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyen ek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH₃-N/L değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

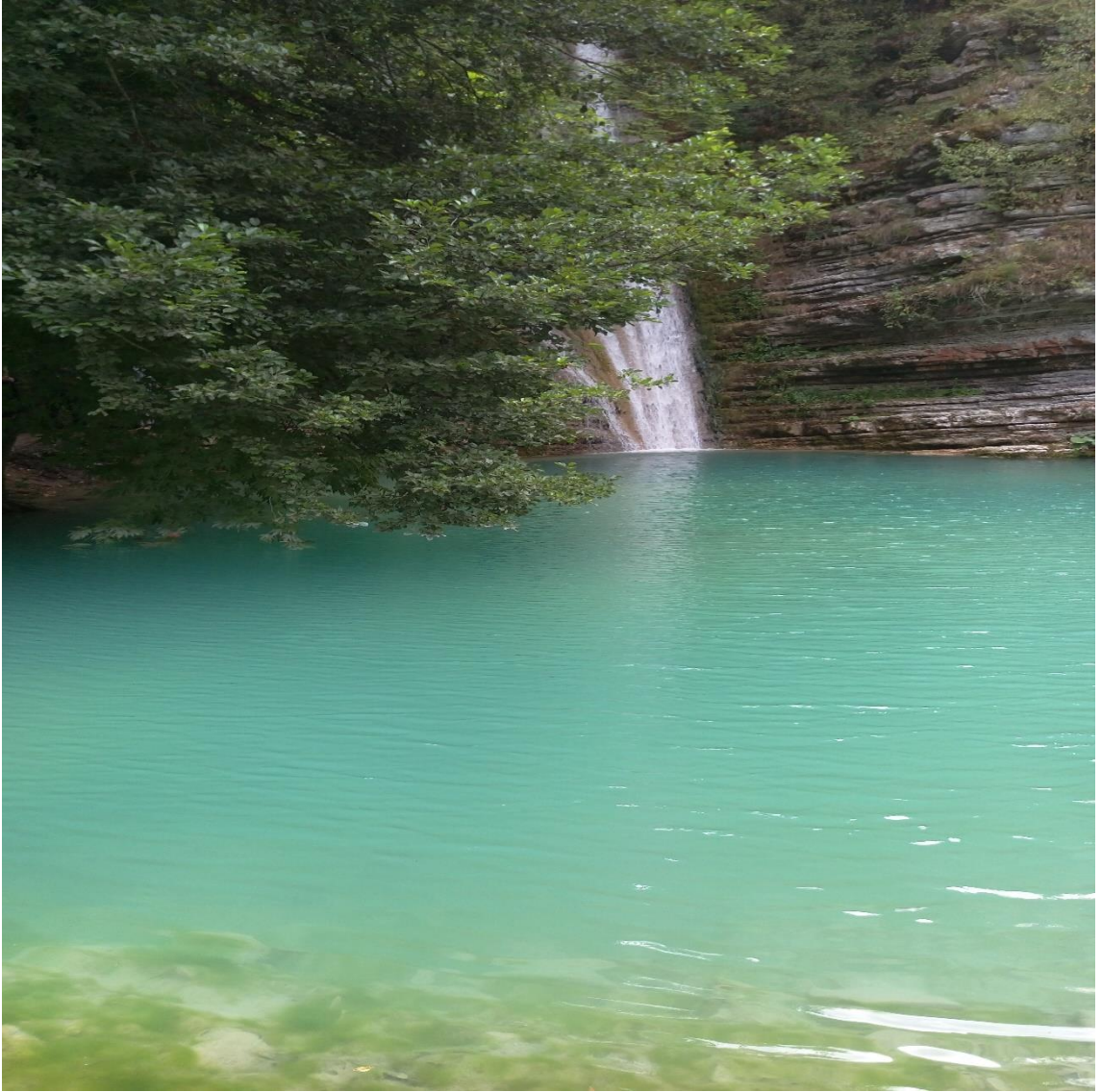
(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

(Anonim, 2017f).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Yeri Ve Coğrafi Özellikleri

Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölümünde yer alan ve kuş uçuşu denize 12 km mesafede bulunan Erfelek Şelaleleri; Sinop ilinin Erfelek İlçesine bağlı Tatlıca Köyünün sınırlarındadır (Uzun ve ark., 2005). Tatlıca Takım Şelaleleri de denilen Erfelek Tatlıca Şelaleleri ilçe merkezinin 15 km güneybatısında Erfelek Barajının bitiminde bulunur. Benzersiz bir doğal güzelliğe sahip olan Erfelek Tatlıca Şelaleleri vadi içerisinde yukarıya doğru yaklaşık 2 km küçüklü büyüklü 28 tane şelaleden oluşmaktadır. Ayrıca ayrı ayrı şelalelerin aktığı her yerde yüzülebilecek göller bulunmaktadır (Yıldız ve Arslan, 2013).



Şekil 3.1. Erfelek Tatlıca Şelaleleri (Orijinal, Haziran, 2017)

3.2. Çalışma Alanının İklim ve Bitki Örtüsü

İlçe zengin orman varlığına sahiptir. İlçe merkezinin doğusunda Soğucalı ormanları ile güneybatısında kuz çamlığı vardır. Karasu çayı yatağı boyunca söğüt ve kavlan ağaçları ile kaplıdır. Ormanlarda gürgen, çam, köknar, ardıç, karaağaç, kestane, su boylarında kızılbaş, söğüt, kavak, kavlan, çınar ağaçları vardır. Bağ ve bahçelerde elma, armut, kiraz, dut, şeftali, fındık, incir, üzüm ağaçları vardır.

İlçe merkezi ve tüm köyler Batı Karadeniz iklim özelliklerine sahiptir. Rutubetli ve yağışlı bir iklimi vardır. Ortalama değerler açısından en soğuk ay Şubat, en sıcak ay Temmuz ayıdır. İlçede rüzgârlar en çok doğu ve batı istikametinden eser. İlçenin güneyinde kalan köyler hariç diğerlerinde kış pek etkili olmaz (Anonim, 2018).

3.3. Çalışma Alanında Belirlenen İstasyonlar

Çalışma kapsamında Erfelek Tatlıca Şelalelerinde son dökülme çanak kısmı, orta kısım ve kaynağa yakın üst kısım olmak 3 adet istasyon belirlenmiştir. İstasyon koordinatları ve rakımlar şu şekildedir;

1. İstasyon : Kaynağa yakın üst kısım (Rakım:530).
Koordinat: N 41° 50' 22.9" - E 034° 47' 03.8"
2. İstasyon : Orta kısım (Rakım:516).
Koordinat: N 41° 50' 26.0" - E 034° 47' 00.9"
3. İstasyon : Son dökülme çanak kısım (Rakım:448).
Koordinat: N 41° 50' 26.1" - E 034° 46' 47.5"



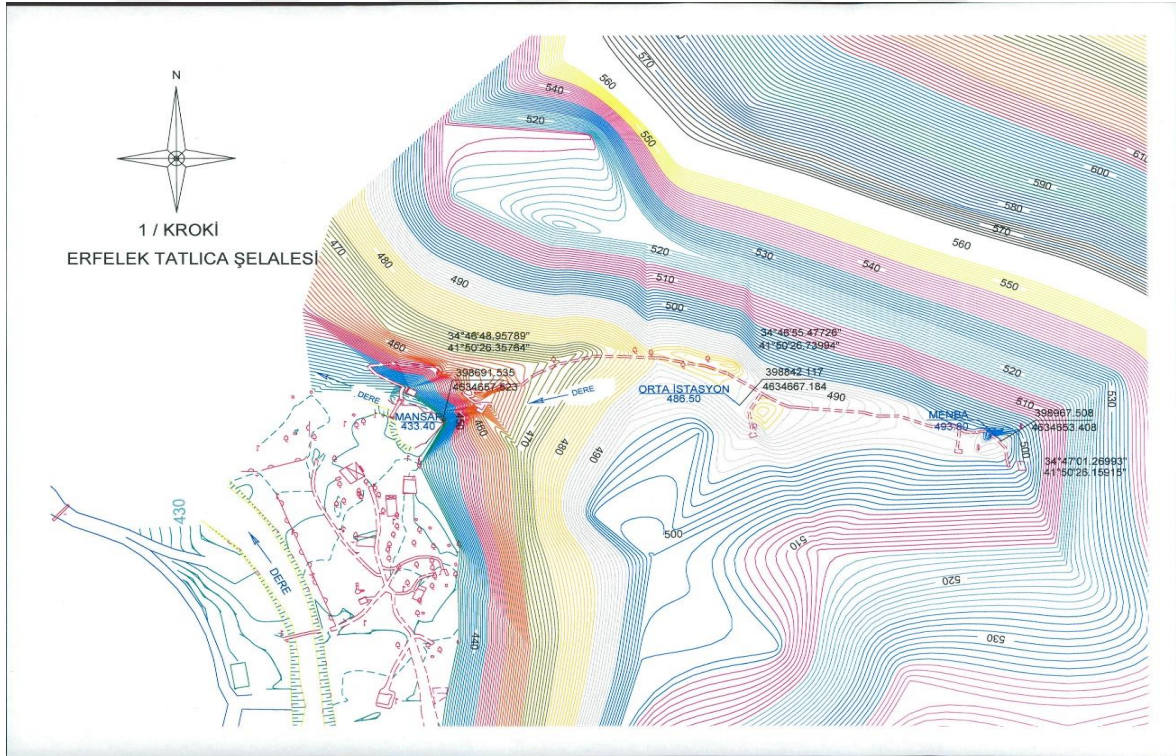
Şekil 3.2. İstasyon-1 (Orijinal, Mart, 2017)



Şekil 3.3. İstasyon-2 (Orijinal, Mart, 2017)



Şekil 3.4. İstasyon-3 (Orijinal, Mart, 2017)

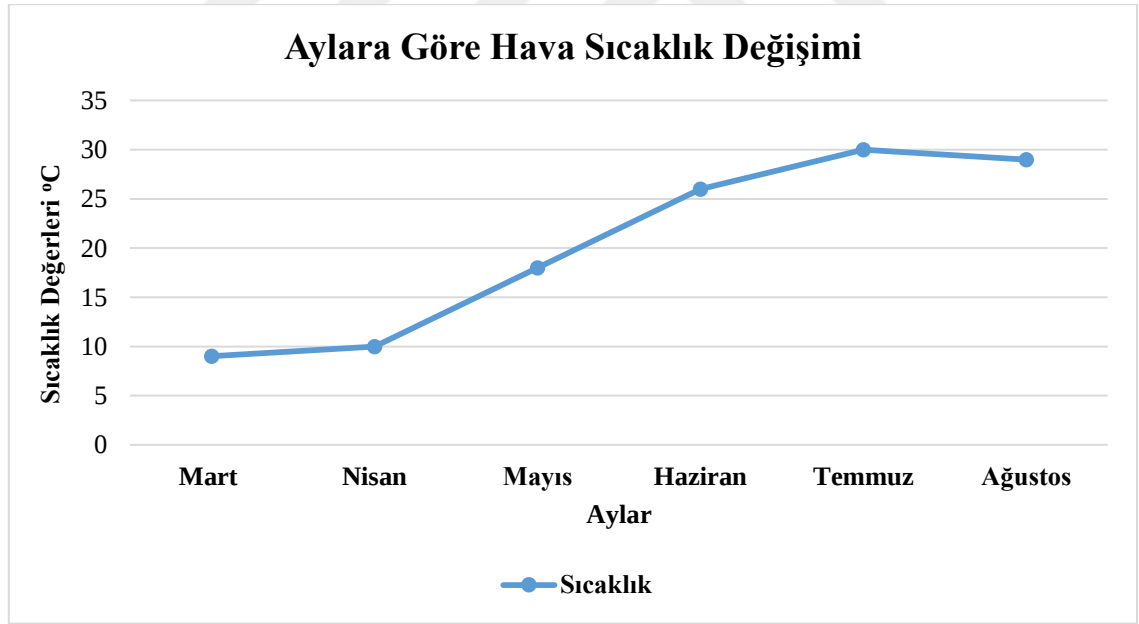


Şekil 3.5. Erfelek Şelale Kroki

3.4. Örneklerin Alınması

Örnekler belirlenen koordinatlardaki istasyonlardan yaklaşık 6 aylık süre zarfında aşağıda belirtilen gün ve saatler arasındaki arazi çalışmalarında belirtilen hava durumu ve hava sıcaklığı şartlarında toplanmıştır. Hava sıcaklık değişimi Şekil 3.5.'te gösterilmiştir.

- 1.Arazi : 12 Mart 2017 / 14:42- 16:16 saatleri arasında bulutlu, yağışsız, 9 °C sıcaklık
- 2.Arazi : 15 Nisan 2017 / 11:30-14:00 saatleri arasında güneşli, yağışsız, 10 °C sıcaklık
- 3.Arazi : 20 Mayıs 2017 / 12:00- 14:30 saatleri arasında güneşli, yağışsız, 18 °C sıcaklık
- 4.Arazi : 27 Haziran 2017 / 09:30- 13:00 saatleri arasında güneşli, yağışsız, 26 °C sıcaklık
- 5.Arazi: 23 Temmuz 2017 / 10:00- 13:50 saatleri arasında güneşli, yağışsız, 30 °C sıcaklık
- 6.Arazi: 20 Ağustos 2017 /09:30- 13:00 saatleri arasında güneşli, yağışsız, 29 °C sıcaklık



Şekil 3.6. Hava Sıcaklık Değişimi

Örnekleme esnasında suyun rengi tespit edilmiş ve aylara göre gözlemlenen renk tayinleri Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Su numuneleri gözlemlenen renk durumları

Renk	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İst.	Berrak-Renksiz	Berrak-Renksiz	Berrak-Renksiz	Bulanık-Renksiz	Bulanık-Renksiz	Berrak-Renksiz
2. İst.	Berrak-Yeşilimsi	Berrak-Renksiz	Berrak-Renksiz	Berrak-Renksiz	Berrak-Renksiz	Berrak-Renksiz
3. İst.	Berrak-Yeşilimsi	Berrak-Yeşilimsi	Bulanık-Yeşilimsi	Berrak Mavi-Yeşil	Bulanık – Mavi-Yeşil	Berrak-Yeşilimsi

HACH marka HQd Portable Meter çok fonksiyonlu ölçüm cihazı ile su sıcaklığı, doymuş oksijen, sudaki çözünmüş oksijen, iletkenlik, ORP ve pH değerleri istasyon başında anlık olarak ölçümlenmiştir. pH metrenin kalibrasyonu pH için 4.0 ve 7.2 ve 10.2 tampon çözelti kullanılarak sağlanmıştır. Alınan her örnek için prob saf suyla yıkanmıştır. Elektriksel iletkenlik için cihazın diğer probu, kalibrasyonu için ise sodyum klorür çözeltisi kullanılmıştır (Özdemir, 2015).

İstasyonlardan alınan su numuneleri; 1000 mL disposable yıkanmış non-steril plastik bidonlarda muhafaza altına alınarak sıcaklığı stabil tutacak şekilde termos çantalar ile aynı gün laboratuvar ortamına analize hazır halde getirilmiştir.

3.5. Örneklerin Analizleri

Belirlenen istasyonlardan alınıp stabil şekilde laboratuvar ortamına getirilen numunelerle fosfat, nitrit, nitrat, silisyum, amonyum, sülfat analizleri için test kitleri (Merck) kullanılmış ve Helios UV Visible marka spektrofotometre ile istenen ışık yolu ve dalga boyunda ölçümler yapılmıştır. Toplam organik madde için titrimetrik metot; toplam sertlik analizi içinse EDTA titrimetrik metodu kullanılmıştır.

3.5.1.Nitrit ve Nitrat Analizi

1.14776.0002 kodlu Merck nitrit test kiti kullanılarak; 5.0 mL örnek su numunesi pipetlendi ve test tüpüne konuldu. Üzerine bir test ölçeği ayaç NO₂-1 eklenerek tamamen eriyene kadar çalkalandı. pH ölçülerek 2.0-2.5 aralığında olduğu görüldü ve reaksiyon zamanı için 10 dakika bekletildi. Hazırlanan numune kuvars küvet içinde spektrofotometre ile 525 nm dalga boyunda okundu.

1.09713.0001 kodlu Merck nitrat test kiti kullanılarak; kuru test tüpüne 4.0 mL NO_3 -1 konuldu ve üzerine 0.50 mL örnek su numunesi pipetlenerek eklendi. Ardından ayraç NO_3 -2 eklenerek karıştırıldı. Reaksiyon zamanı için 10 dakika bekletildi. Hazırlanan numune kuvars içinde spektrofotometre ile 540 nm dalga boyunda okundu.

3.5.2.Amonyum Analizi

1.00683.0001 kodlu Merck amonyum test kiti kullanılarak; test tüpüne 5.0 mL NH_4 -1 konuldu ve üzerine 0.20 mL örnek su numunesi pipetlenerek eklenip karıştırıldı. Ardından bir test ölçeği ayraç NH_4 -2 eklenerek tamamen eriyene kadar çalkalandı. Reaksiyon zamanı için 15 dakika bekletildi. Hazırlanan numune kuvars içinde spektrofotometre ile 690 nm dalga boyunda okundu.

3.5.3.Silisyum Analizi

1.14794.0001 kodlu Merck silisyum test kiti kullanılarak; 5.0 mL örnek su numunesi pipetlendi ve test tüpüne konuldu. Üzerine 3 test ölçeği damla ayraç Si-1 eklenerek çalkalandı. pH ölçülerek 1.2-1.6 aralığında olduğu görüldü ve ilk reaksiyon zamanı için 3 dakika bekletildi. Daha sonra üzerine 3 test ölçeği damla ayraç Si-2 eklenerek karıştırıldı. Son olarak 0.50 mL ayraç Si-1 pipetlenerek eklendi ve karıştırıldı. 2. reaksiyon zamanı için 10 dakika bekletildi. Hazırlanan numune kuvars içinde spektrofotometre ile 665 nm dalga boyunda okundu.

3.5.4.Fosfat Analizi

1.14842.0001 kodlu Merck fosfat test kiti kullanılarak; 5.0 mL örnek su numunesi pipetlendi ve test tüpüne konuldu. Üzerine 1.2 mL ayraç PO_4 -1 eklenerek çalkalandı. Hazırlanan numune kuvars içinde spektrofotometre ile 410 nm dalga boyunda okundu.

3.5.5. Sülfat Analizi

1.14791.0001 kodlu Merck sülfat test kiti kullanılarak; 2.5 mL örnek su numunesi pipetlenerek test tüpüne konuldu. Üzerine 2 test ölçeği damla ayraç SO_4 -1 eklenerek karıştırıldı. Daha sonra bir test ölçeği ayraç SO_4 -2 eklenerek tüpün ağzı kapatılıp homojen olana kadar çalkalandı. Test tüpü 40 oC sıcaklıktaki su banyosunda 5 dakika boyunca ilk reaksiyon zamanı için bekletildi. Üzerine 2.5 mL ayraç SO_4 -3 pipetle eklenerek tekrar karıştırıldı. Hazırlanan numune membran filtre ile ikinci bir test tüpüne süzüldü. Üzerine 4 test ölçeği damla ayraç SO_4 -4 eklenerek karıştırıldı. Ardından test

tüpü 40 oC sıcaklıktaki su banyosunda 7 dakika boyunca ikinci reaksiyon zamanı için bekletildi. Hazırlanan numune kuvars içinde spektrofotometre ile 525 nm dalga boyunda okundu.

3.5.6.Toplam Organik Madde Analizi

0.1 N KMnO₄ çözeltisi için; 3.1605 g KMnO₄ 1000 mL distile suda çözöldü. 0.1 N KMnO₄'ın sodyum oksalata karşı ayarlanması için; 0.3 g ağırlığında sodyum oksalat tartımları 250 mL distile suda çözöldü, 10 mL 1:1 H₂SO₄ ilave edilerek erlen kaynamakta olan su banyosunda 30 dakika tutuldu ve 0.1 N KMnO₄ açık pembe renk yakalanana kadar titre edildi.

$$F = \frac{10000 \times t}{m \times s}$$

t= sodyum oksalat tartımları

s= 0.1 N KMnO₄ sarfiyatı

m= sodyum oksalat eşdeğeri

0.1 N Oksalik asit çözeltisi için; 4.5018 g H₂C₂O₄ 1000 mL distile suda çözölerek hazırlandı. Gün ışığı geçirmeyen cam şişede muhafaza edildi. H₂C₂O₄, 2H₂O için 6.3034 g tartıldı. Su numunesi örneğinden 100 mL alınarak 2 mL ölçeğinde H₂SO₄ ayrıca 10 mL ölçeğinde 0.1 N KMnO₄ ilave edildi ve 60 saniye kaynama noktasında tutuldu. Pembe rengin kaybolması için 10 mL ölçeğinde 0.1 N H₂C₂O₄ ilave edildi.

Çözeltimiz hala sıcakken 0.1 N KMnO₄ eklenerek kalıcı pembe renge ulaşana kadar titre edildi ve sarfiyat kayıt altına alındı (Egemen ve Sunlu, 1999).

$$0.1 \text{ N KMnO}_4 \times F =$$

$$0.1 \text{ N H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times F =$$

A

$$B = A \times 10 \text{ (Litreye çevirme için)}$$

$$\text{Mg KMnO}_4/\text{l} = B \times 3.16 \text{ (mg çevirme için)}$$

3.5.7.Toplam Sertlik Analizi

Standart EDTA titrasyon maddesi (0.01 M): 3.723 g analitik saflıkta EDTA distile suda çözöldü ve 1 L'ye seyreltildi. Eriochrome Black T indikatörü için 0.2 g Eriochrome Black T ve 80 g NaCl pudra haline getirilerek, ışık geçirmeyen bir şişede muhafaza altına alındı.

25 mL numune behere alındı ve distile su ile 50 mL'ye seyreltildi. pH'ı 10 ayarlamak için 1 mL tampon çözeltisi ilave edildi. 2 damla indikatör çözeltisi eklenip renkli (kırmızımsı) olması sağlandı. Standart EDTA çözeltisi ile karıştırılarak titre edildi ve kırmızımsı renk maviye dönme aşamasına kadar ilave edildi. Dönüm noktasına yaklaştıkça damlalar 4-5 saniye aralıklarla damlatıldı. Sonuç hesabı aşağıda belirtilen formüle göre hesaplandı (Şengül ve Türkman,1991).

$$\text{Sertlik(EDTA)} = \frac{A \cdot B \cdot 1000}{V}$$

A = 0.01 M EDTA çözeltisinin sarfiyatı, mL

B = 1 mL EDTA çözeltisinin mg CaCO₃ türünden eşdeğeri,

V = Numune hacmi, mL

Toplam sertlik; Fransız sertliği kıstas alınarak hesaplanmıştır.

4.BULGULAR

Tez kapsamında yapılan çalışma boyunca; 14 farklı fizikokimyasal inceleme ve ya parametreye esas olmak üzere toplamda 1000 mL'lik 18 adet su numunesi toplanmıştır. Parametrelerle ilgili değerler Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Fizikokimyasal parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri

Parametre	Minimum	Maximum	Ortalama
Sıcaklık °C	10.0	19.0	14.1
Oksijen mg/L	7.73	10.71	9.13
Oksijen Doygunluğu %	93.40	107.60	97.63
İletkenlik µS	313	386	353
ORP mV	126.20	163.00	140.20
pH	7.67	8.31	7.92
Nitrit mg/L	0.005	0.042	0.015
Nitrat mg/L	0.00	3.56	1.50
Amonyum mg/L	0.00	2.69	1.49
Silisyum mg/L	2.53	4.54	3.46
Fosfat mg/L	0.00	2.76	1.80
Sülfat mg/L	0.00	115.70	45.60
Toplam Organik Madde mg/L	1.80	4.60	2.76
Toplam Sertlik °FS	16.00	25.20	19.82

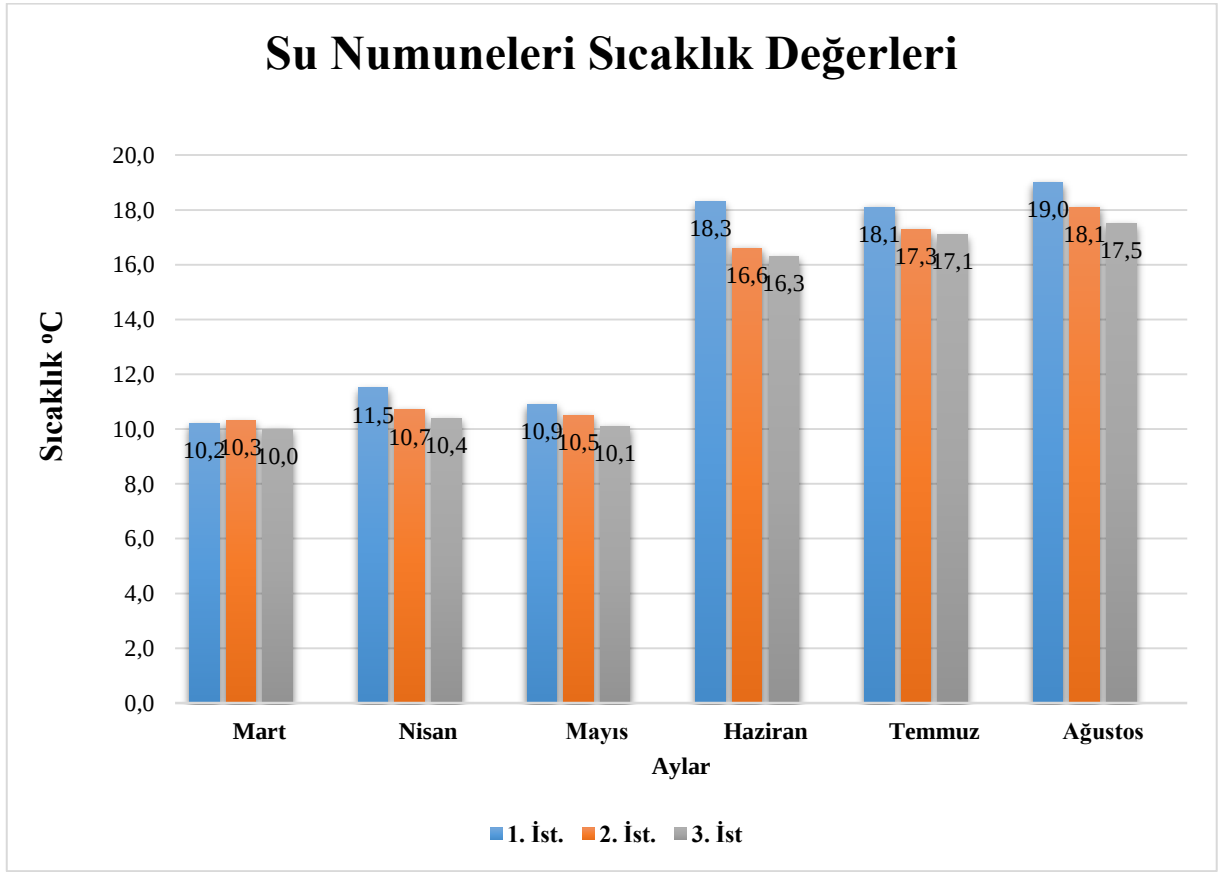
4.1. Sıcaklık Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama sıcaklık değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Mart ayında 3. istasyonda 10.0 °C; en yüksek ölçüm ise Ağustos ayında 1. istasyonda 19.0 °C olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların su sıcaklıklarının ortalama değerleri ise sırasıyla 14.4 °C, 13.9 °C ve 13.6 °C olarak ölçümlenmiştir.

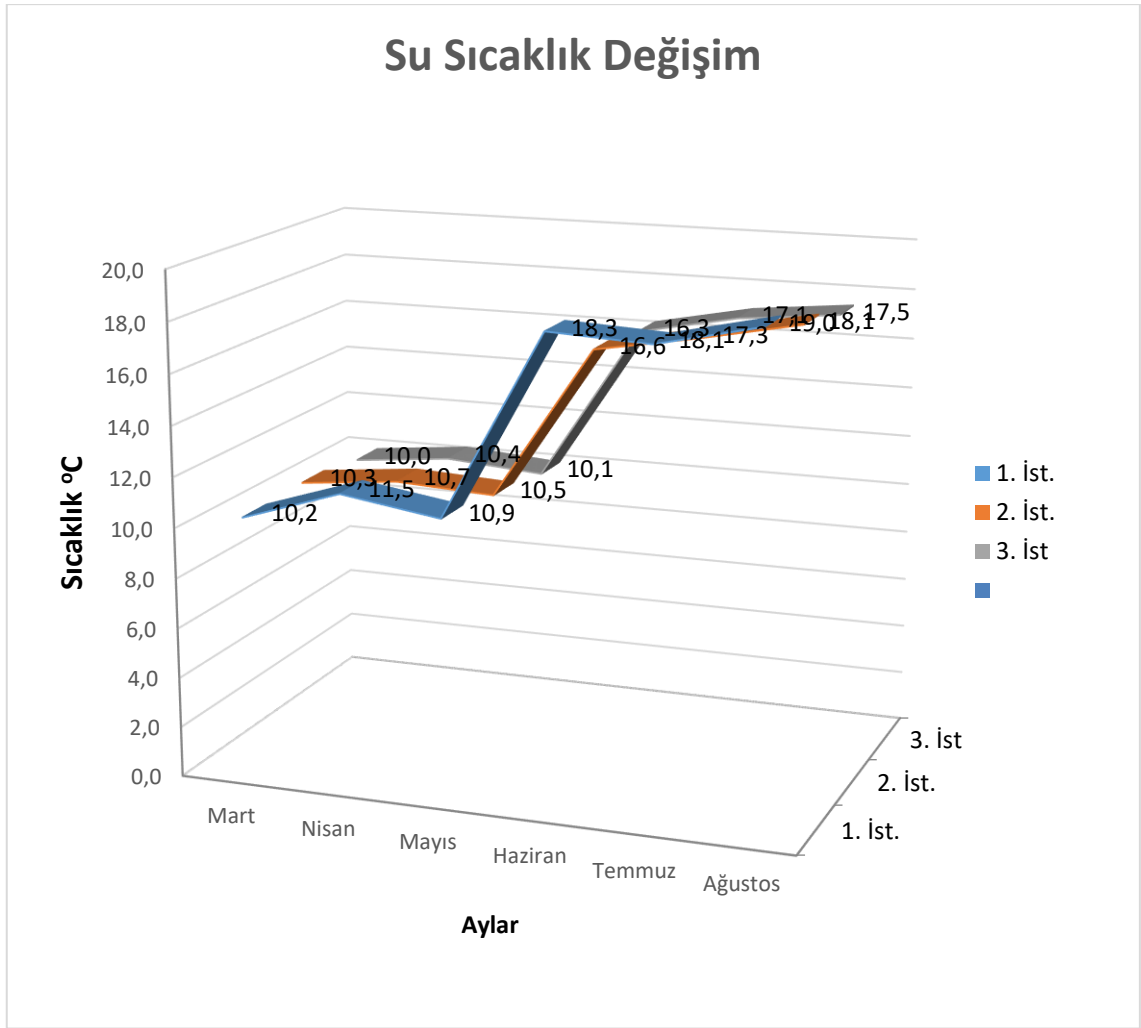
Aylara göre; alınan su numunelerinin sıcaklık değerleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Su numuneleri ölçülen sıcaklık değerleri

Sıcaklık / °C	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	10.2	11.5	10.9	18.3	18.1	19.0
2. İstasyon	10.3	10.7	10.5	16.6	17.3	18.1
3. İstasyon	10.0	10.4	10.1	16.3	17.1	17.5



Şekil 4.1. Aylara göre sıcaklık değerleri



Şekil 4.2. Aylara göre su sıcaklık değişim grafiği

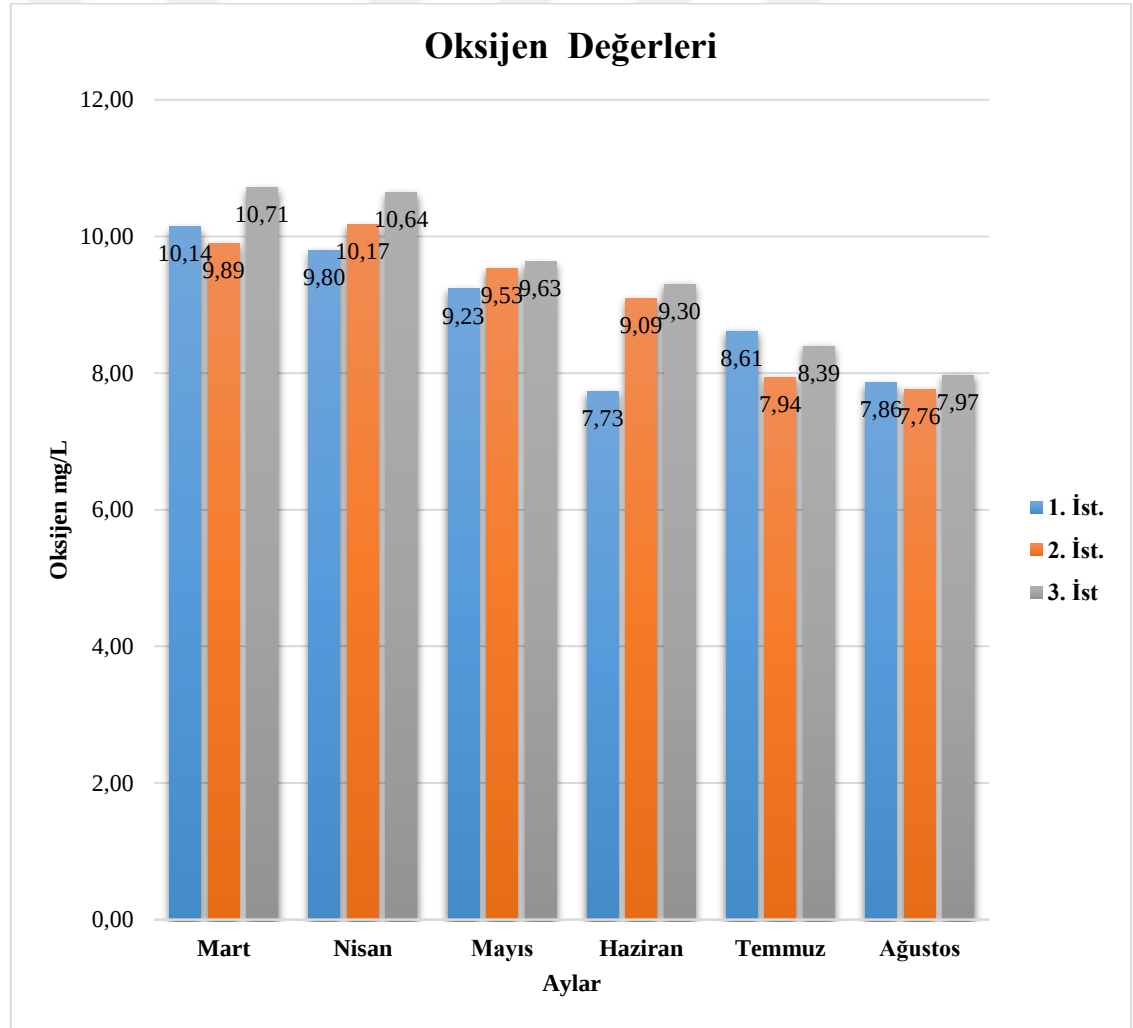
4.2. Oksijen Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama oksijen değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Haziran ayında 1.istasyonda 7.73 mg/L; en yüksek ölçüm ise Mart ayında 3. İstasyonda 10.71 mg/L olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların oksijen ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 8.90 mg/L, 9.06 mg/L ve 9.44 mg/L olarak ölçümlenmiştir.

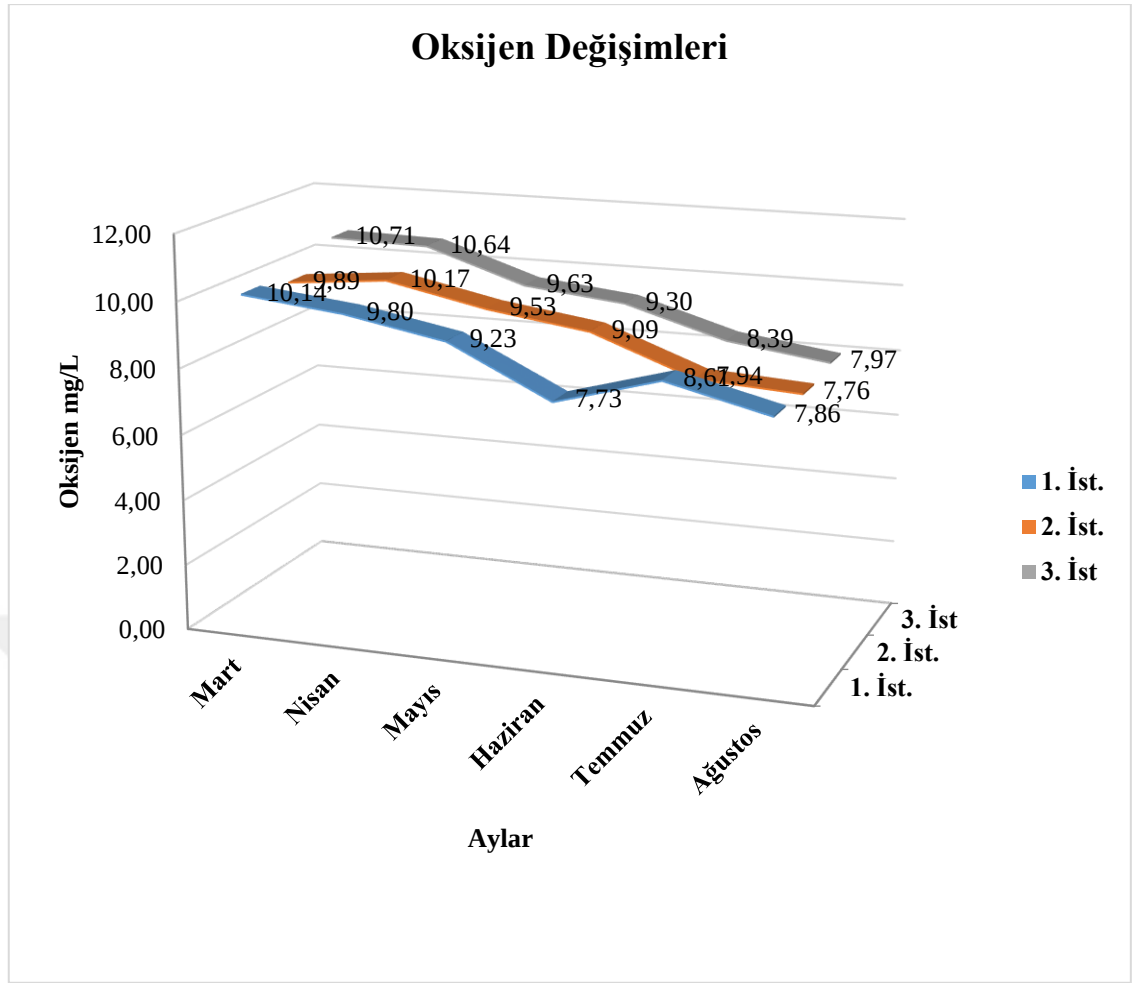
Aylara göre; alınan su numunelerinin oksijen değerleri Çizelge 4.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Su numuneleri saptanan oksijen değerleri

Oksijen / mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	10.14	9.80	9.23	7.73	8.61	7.86
2. İstasyon	9.89	10.17	9.53	9.09	7.94	7.76
3. İstasyon	10.71	10.64	9.63	9.30	8.39	7.97



Şekil 4.3. Aylara göre oksijen değerleri



Şekil 4.4. Aylara göre oksijen değişim grafiği

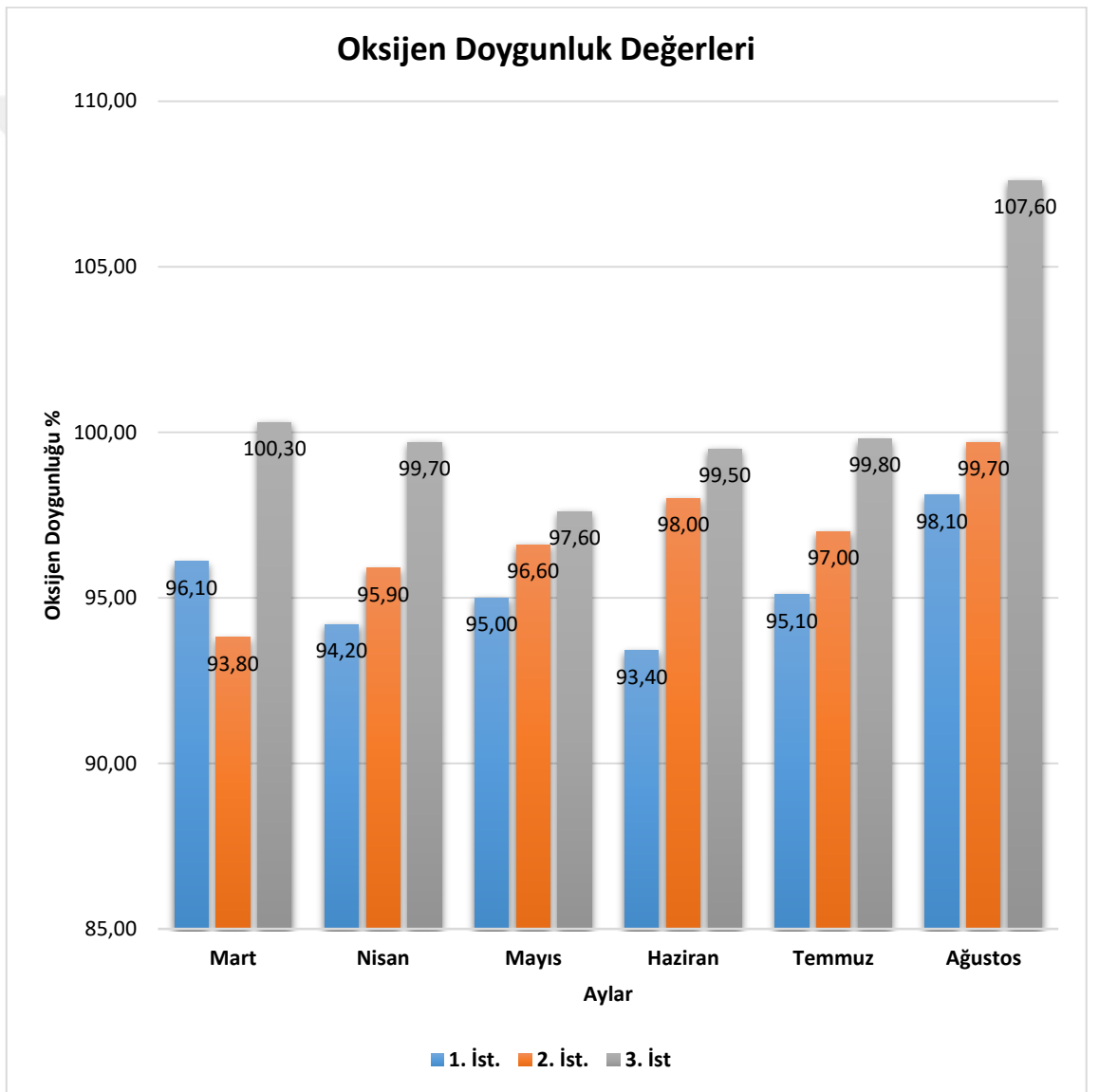
4.3. Oksijen Doygunluğu Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama doymuş oksijen değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Haziran ayında 1.istasyonda % 93.40; en yüksek ölçüm ise Ağustos ayında 3. İstasyonda %107.60 olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların çözülmüş oksijen ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla % 95.32, % 96.83 ve % 100.75 olarak ölçümlenmiştir.

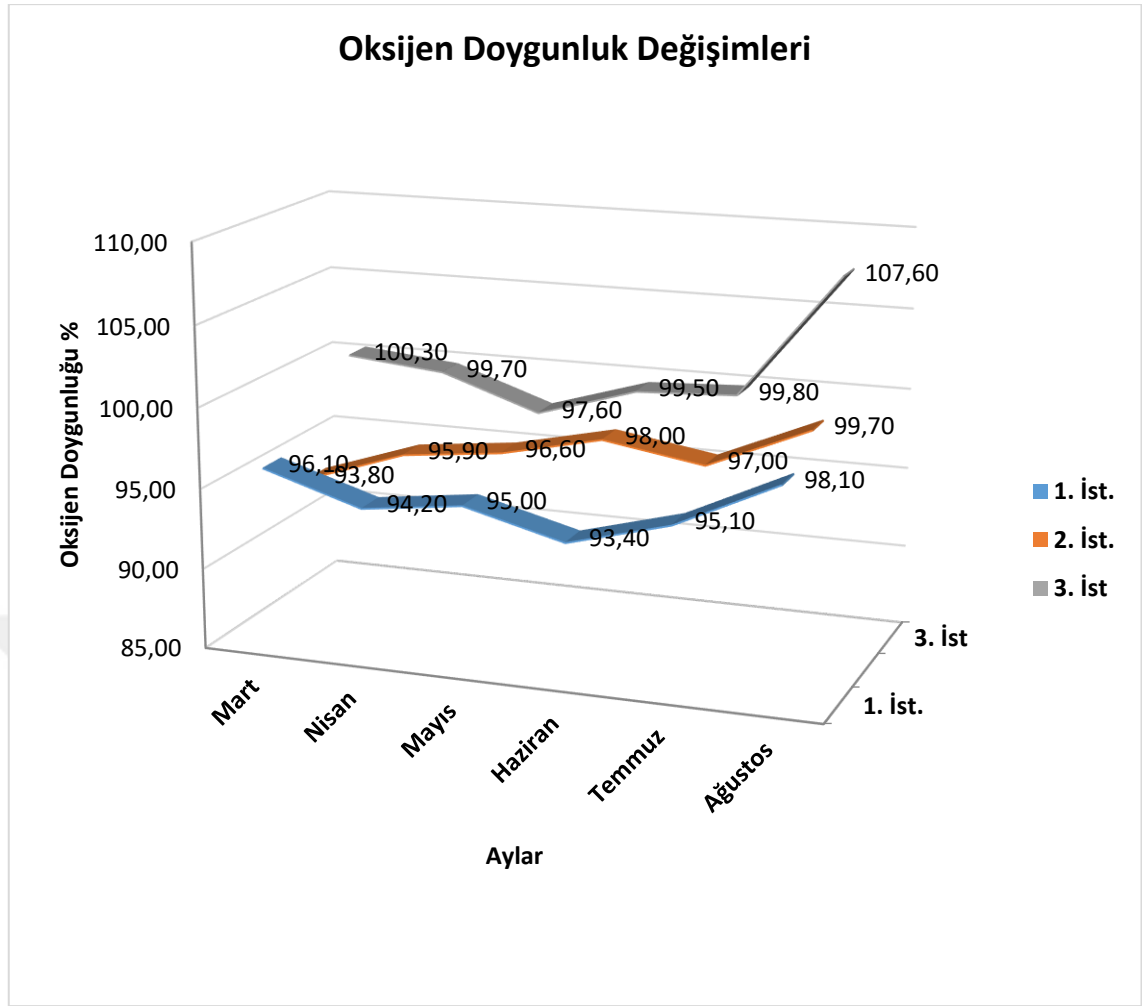
Aylara göre; alınan su numunelerinin doymuş oksijen değerleri Çizelge 4.4.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Su numuneleri saptanan oksijen doygunluk değerleri

Oksijen Doygunluğu/ %	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	96.10	94.20	95.00	93.40	95.10	98.10
2. İstasyon	93.80	95.90	96.60	98.00	97.00	99.70
3. İstasyon	100.30	99.70	97.60	99.50	99.80	107.60



Şekil 4.5. Aylara göre oksijen doygunluk değerleri



Şekil 4.6 Aylara göre oksijen doygunluğu değişim grafiği

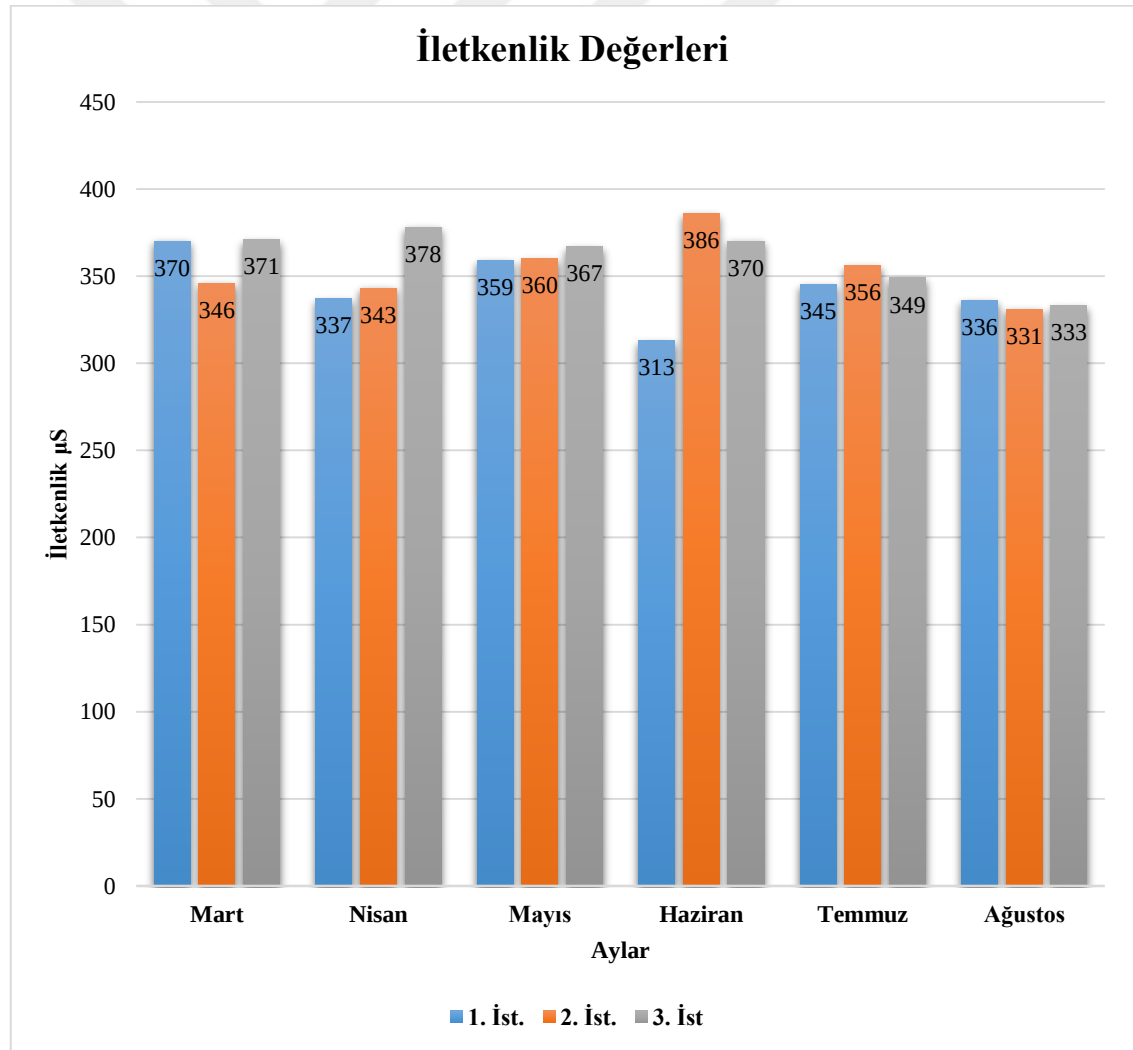
4.4. İletkenlik Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama iletkenlik değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Haziran ayında 1.istasyonda 313 $\mu\text{S}/\text{cm}$; en yüksek ölçüm ise Haziran ayında 2. istasyonda 386 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların iletkenlik ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 343 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 354 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 361 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçümlenmiştir.

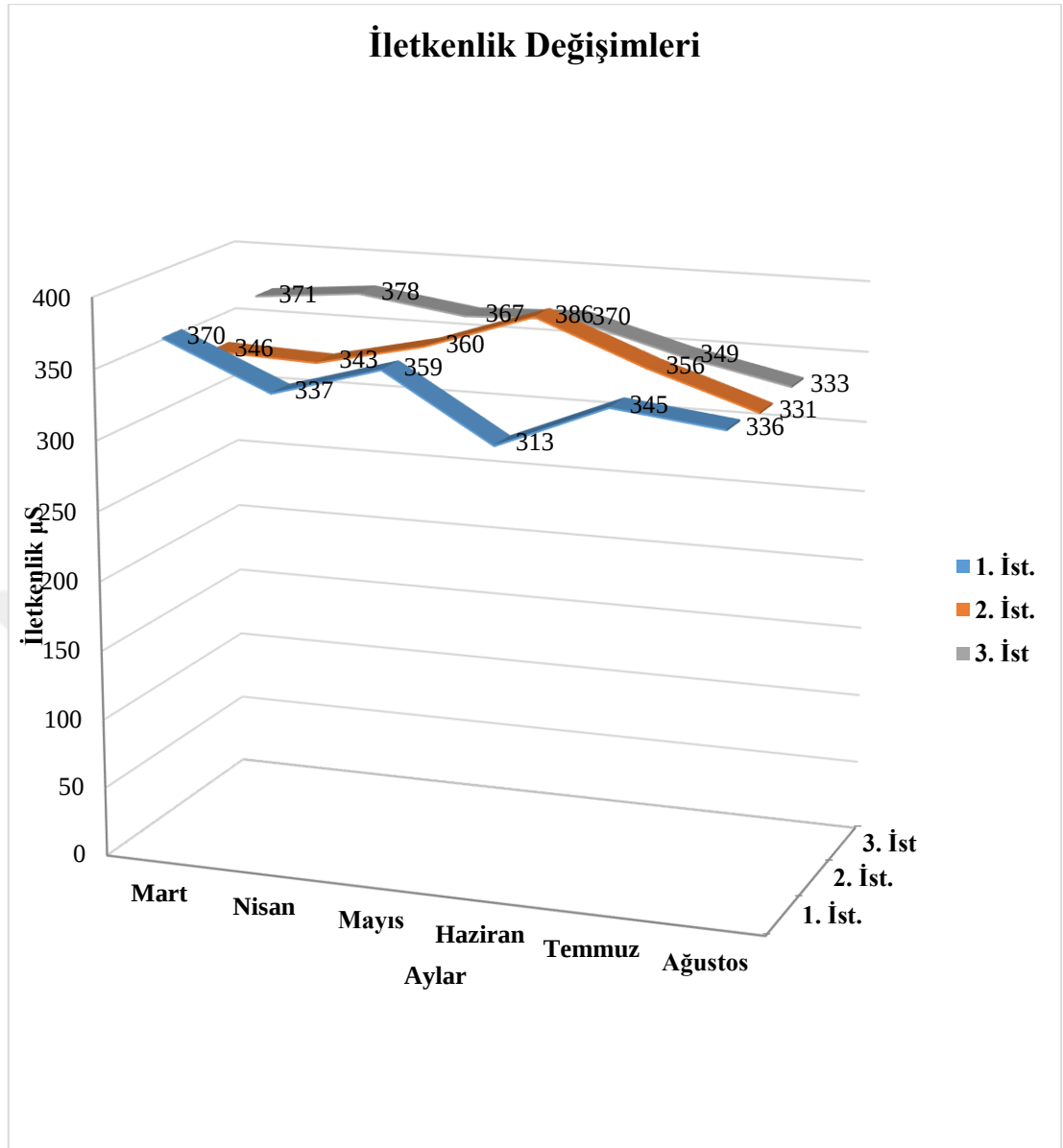
Aylara göre; alınan su numunelerinin iletkenlik değerleri Çizelge 4.5.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Su numuneleri saptanan iletkenlik değerleri

İletkenlik / μS	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	370	337	359	313	345	336
2. İstasyon	346	343	360	386	356	331
3. İstasyon	371	378	367	370	349	333



Şekil 4.7. Aylara göre iletkenlik değerleri



Şekil 4.8. Aylara göre iletkenlik değişim grafiği

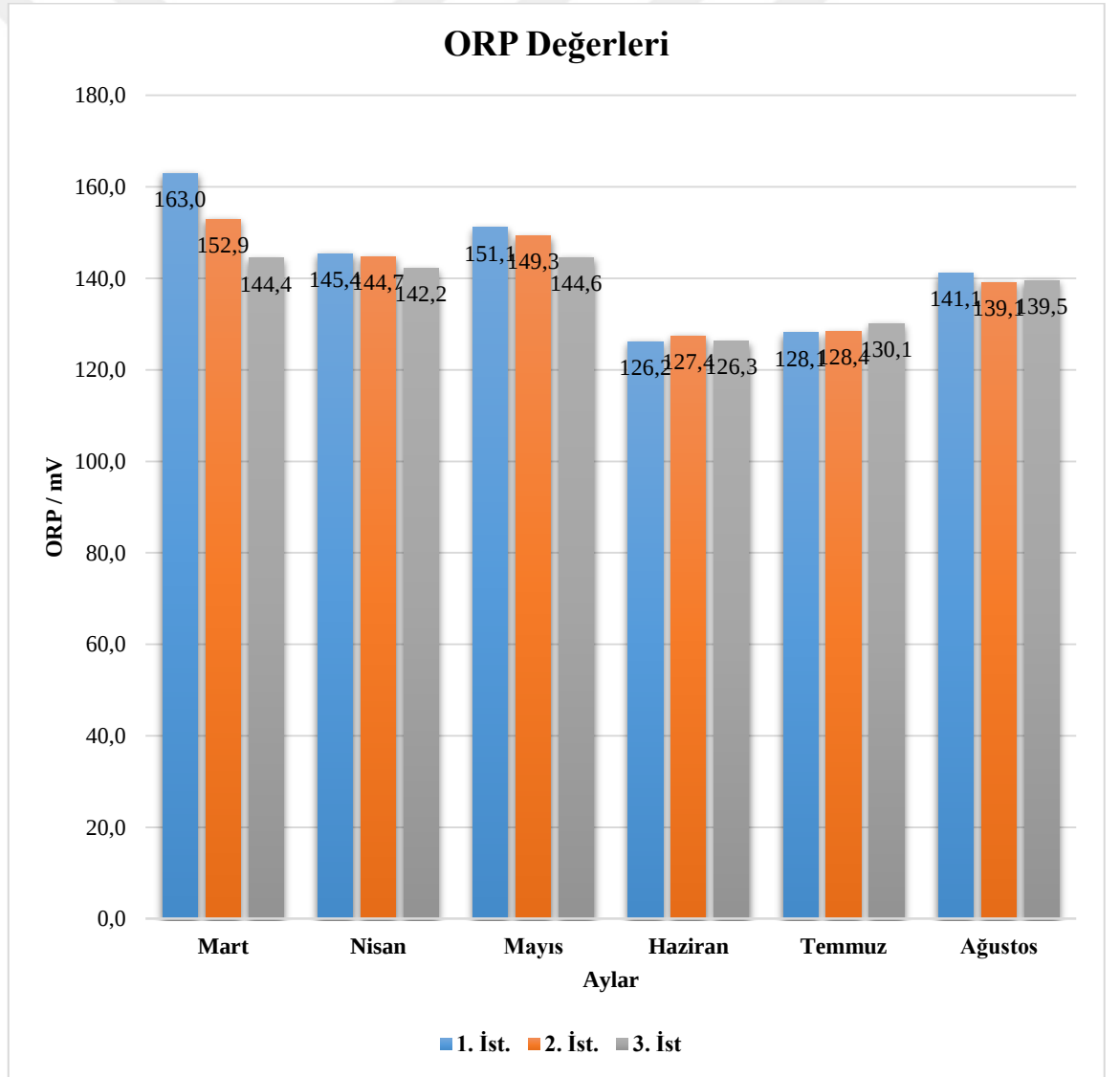
4.5. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP) Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama ORP değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Haziran ayında 1. istasyonda 126 mV; en yüksek ölçüm ise Mart ayında 1. istasyonda 163.0 mV olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların ORP ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 142.5 mV, 140.3 mV ve 137.9 mV olarak ölçümlenmiştir.

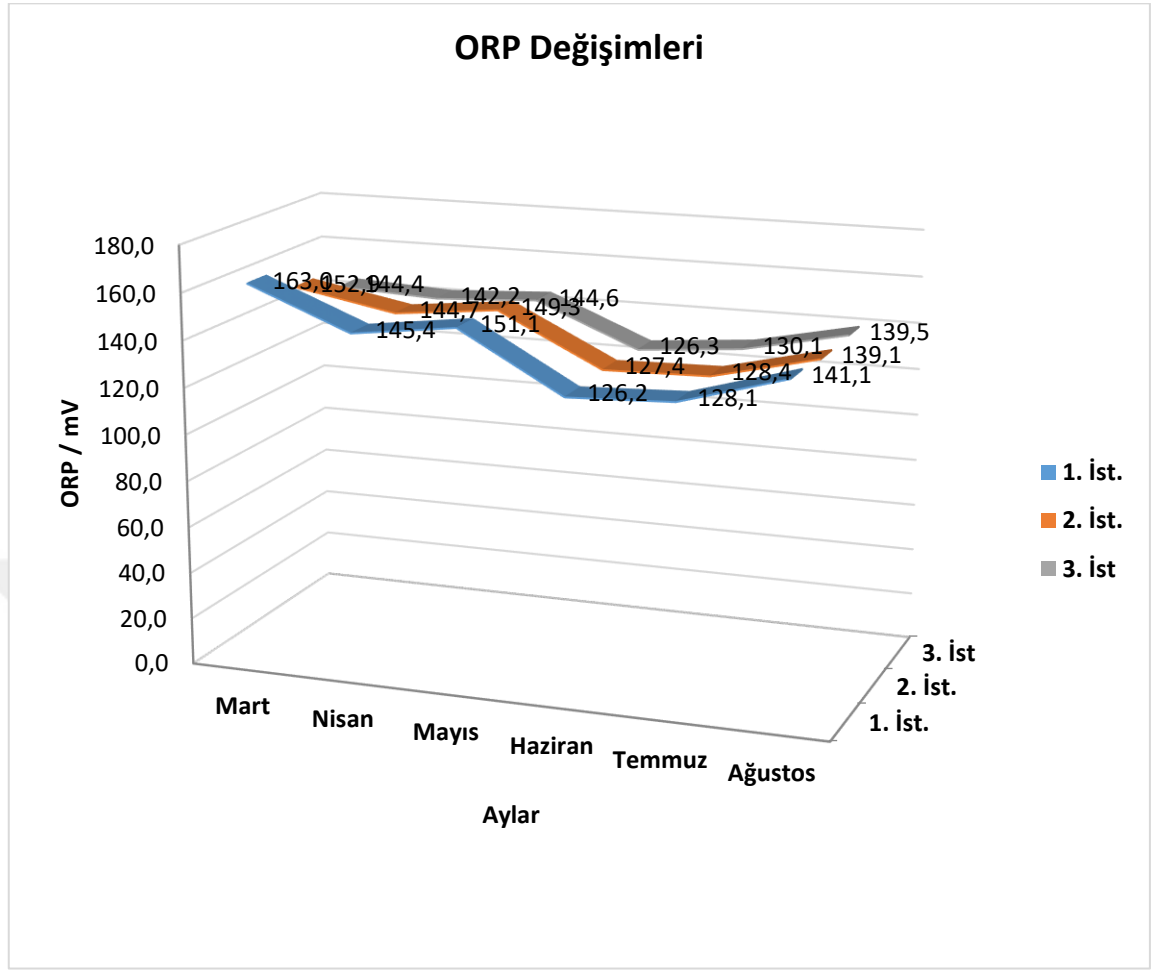
Aylara göre; alınan su numunelerinin ORP değerleri Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Su numuneleri saptanan ORP değerleri

ORP / mV	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	163.0	145.4	151.1	126.2	128.1	141.1
2. İstasyon	152.9	144.7	149.3	127.4	128.4	139.1
3. İstasyon	144.4	142.2	144.6	126.3	130.1	139.5



Şekil 4.9. Aylara göre ORP değerleri



Şekil 4.10. Aylara göre ORP değişim grafiği

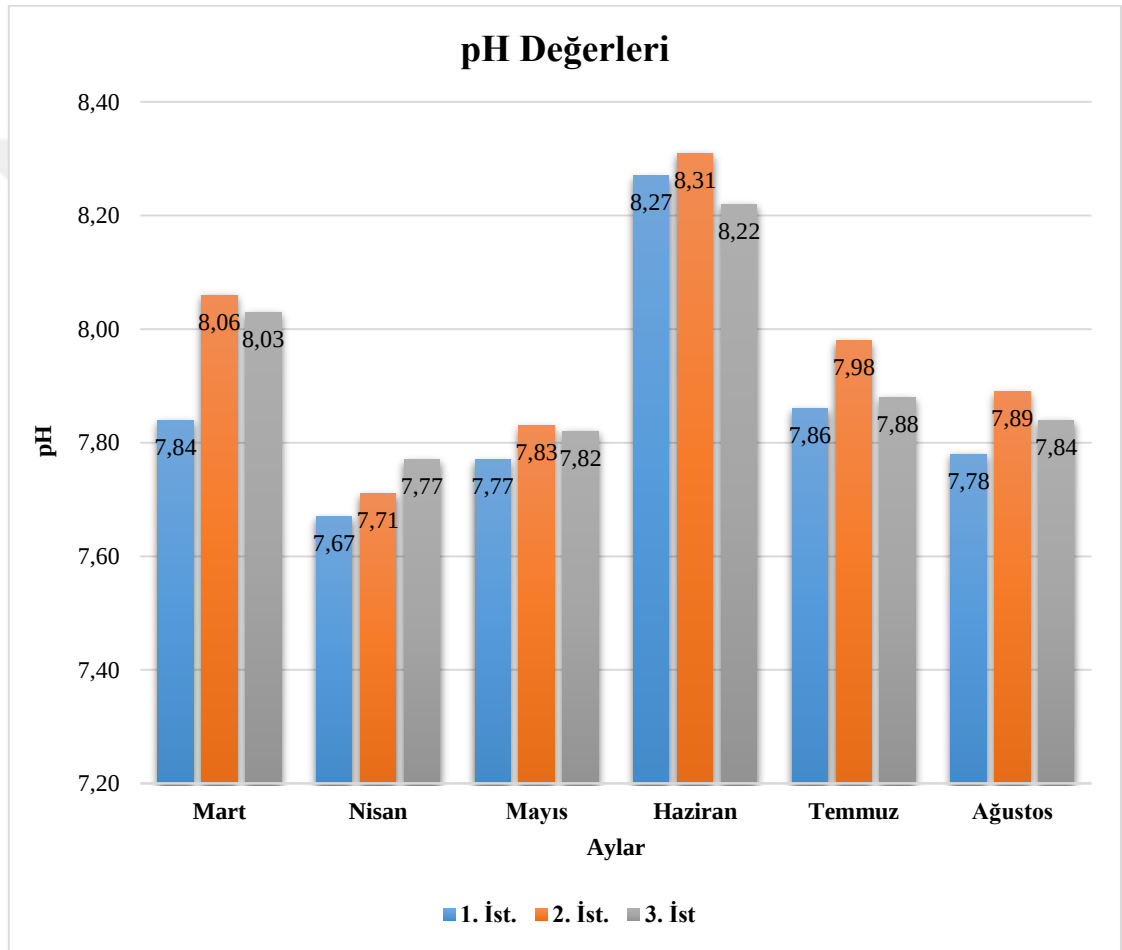
4.6. pH Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama pH değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Nisan ayında 1.istasyonda 7.67; en yüksek ölçüm ise Haziran ayında 2. istasyonda 8.31 olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların pH ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 7.87, 7.96 ve 7.93 olarak ölçümlenmiştir.

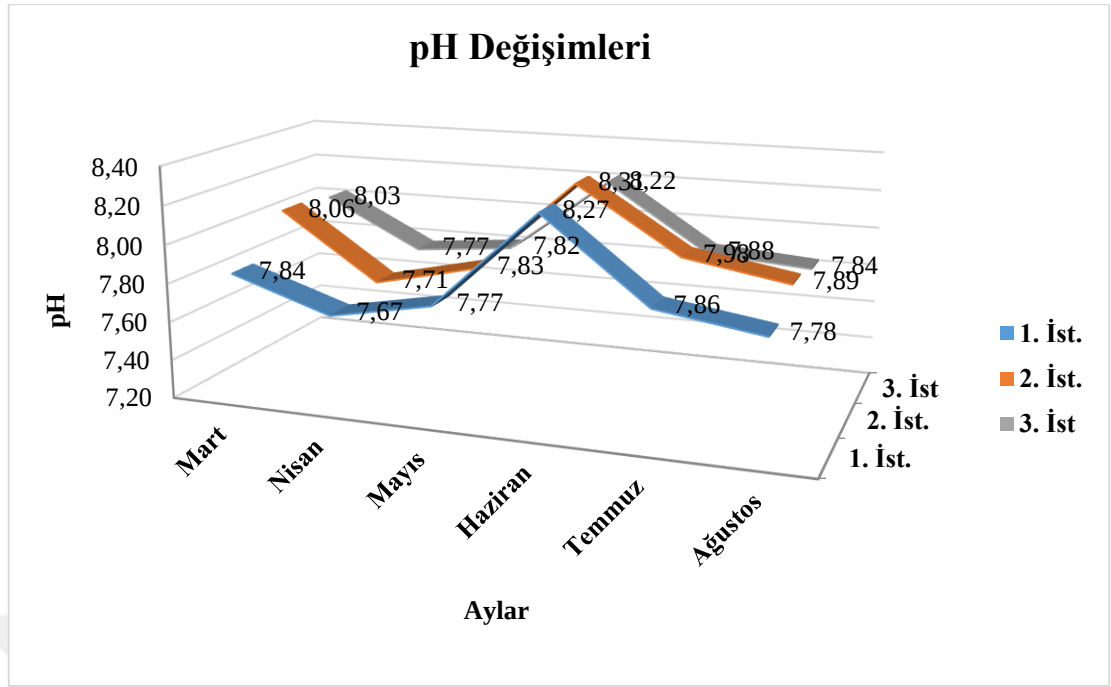
Aylara göre; alınan su numunelerinin pH değerleri Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Su numuneleri saptanan pH değerleri

pH	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	7.84	7.67	7.77	8.27	7.86	7.78
2. İstasyon	8.06	7.71	7.83	8.31	7.98	7.89
3. İstasyon	8.03	7.77	7.82	8.22	7.88	7.84



Şekil 4.11. Aylara göre pH değerleri



Şekil 4.12. Aylara göre pH değişim grafiği

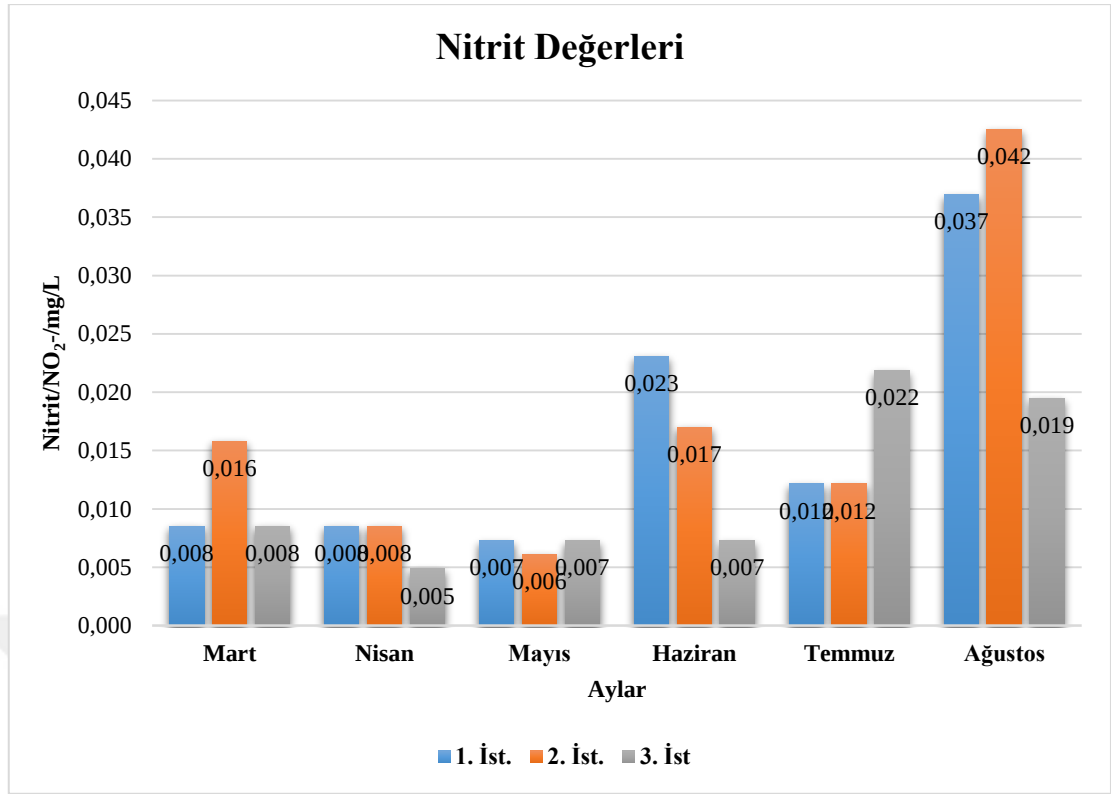
4.7. Nitrit Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama nitrit değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Nisan ayında 3.istasyonda 0.005 NO₂⁻/mg/L; en yüksek ölçüm ise Ağustos ayında 2. istasyonda 0.042 NO₂⁻/mg/L olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların nitrit ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 0.016 NO₂⁻/mg/L, 0.017 NO₂⁻/mg/L ve 0.012 NO₂⁻/mg/L olarak ölçümlenmiştir.

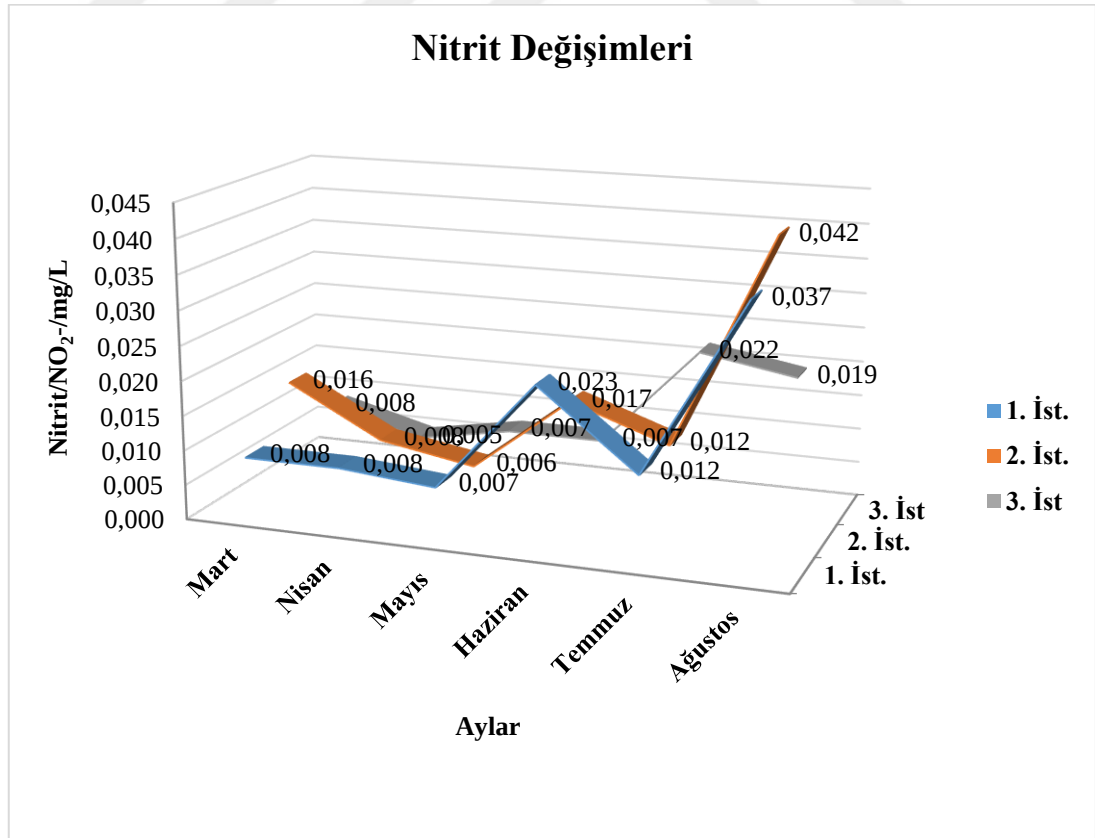
Aylara göre; alınan su numunelerinin nitrit değerleri Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Su numuneleri saptanan nitrit değerleri

Nitrit/NO ₂ ⁻ /mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	0.008	0.008	0.007	0.023	0.012	0.037
2. İstasyon	0.016	0.008	0.006	0.017	0.012	0.042
3. İstasyon	0.008	0.005	0.007	0.007	0.022	0.019



Şekil 4.13. Aylara göre nitrit değerleri



Şekil 4.14. Aylara göre nitrit değişim grafiği

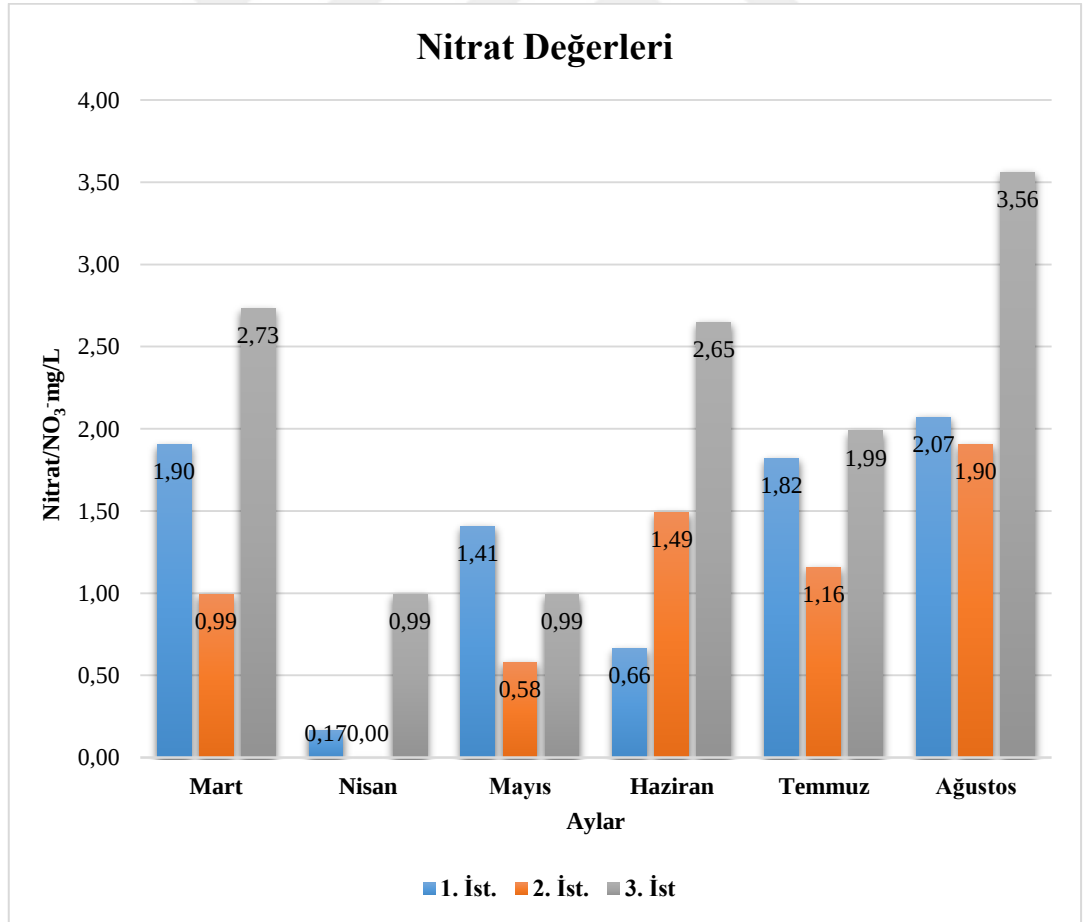
4.8. Nitrat Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama nitrat değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Nisan ayında 2.istasyonda 0.00 NO₃⁻/mg/L; en yüksek ölçüm ise Ağustos ayında 3. istasyonda 3.56 NO₃⁻/mg/L olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların nitrat ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 1.34 NO₃⁻/mg/L, 1.02 NO₃⁻/mg/L ve 2.15 NO₃⁻/mg/L olarak ölçümlenmiştir.

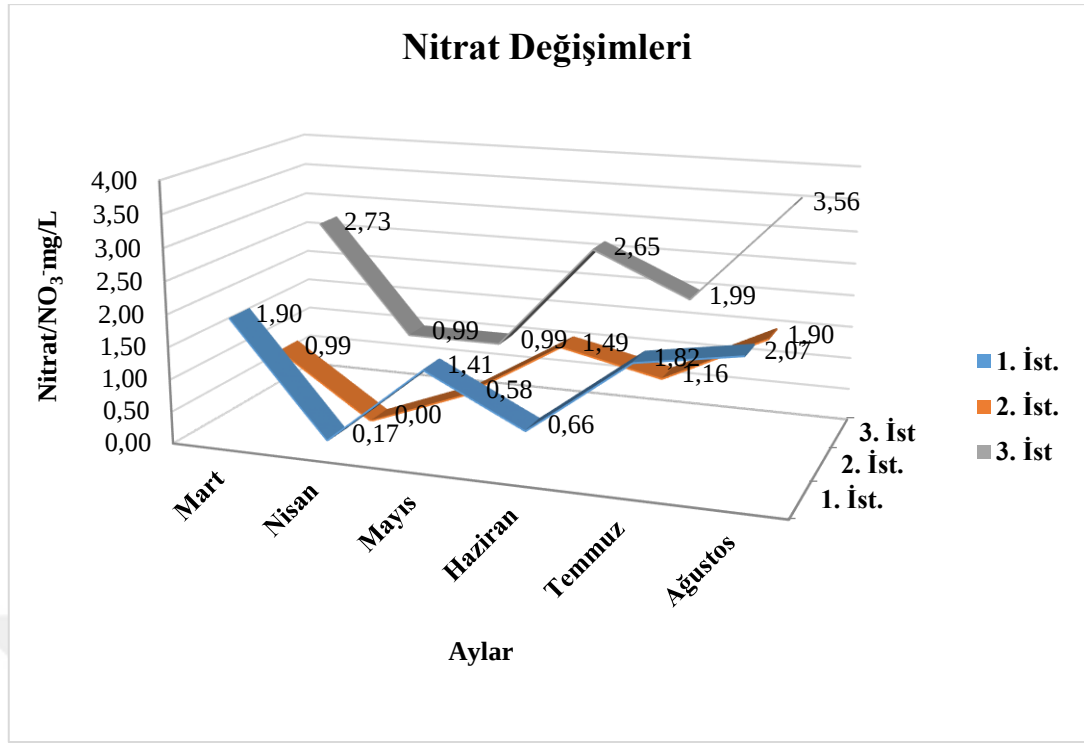
Aylara göre; alınan su numunelerinin nitrat değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Su numuneleri saptanan nitrat değerleri

Nitrat/NO ₃ ⁻ mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	1.90	0.17	1.41	0.66	1.82	2.07
2. İstasyon	0.99	0.00	0.58	1.49	1.16	1.90
3. İstasyon	2.73	0.99	0.99	2.65	1.99	3.56



Şekil 4.15. Aylara göre nitrat değerleri



Şekil 4.16. Aylara göre nitrat değişim grafiği

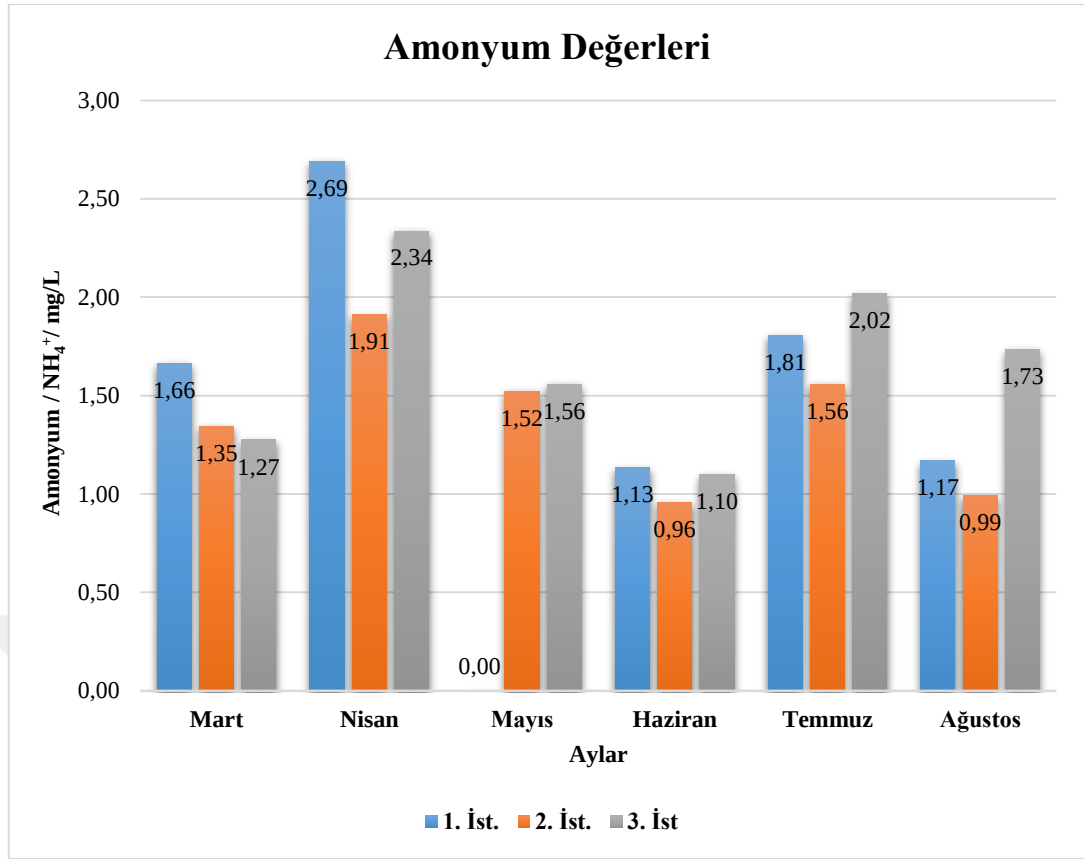
4.9. Amonyum Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama amonyum değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Mayıs ayında 1. istasyonda 0.00 NH_4^+ /mg/L; en yüksek ölçüm ise Nisan ayında 1. istasyonda 2.69 NH_4^+ /mg/L olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların amonyum ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 1.41 NH_4^+ /mg/L, 1.38 NH_4^+ /mg/L ve 1.67 NH_4^+ /mg/L olarak ölçümlenmiştir.

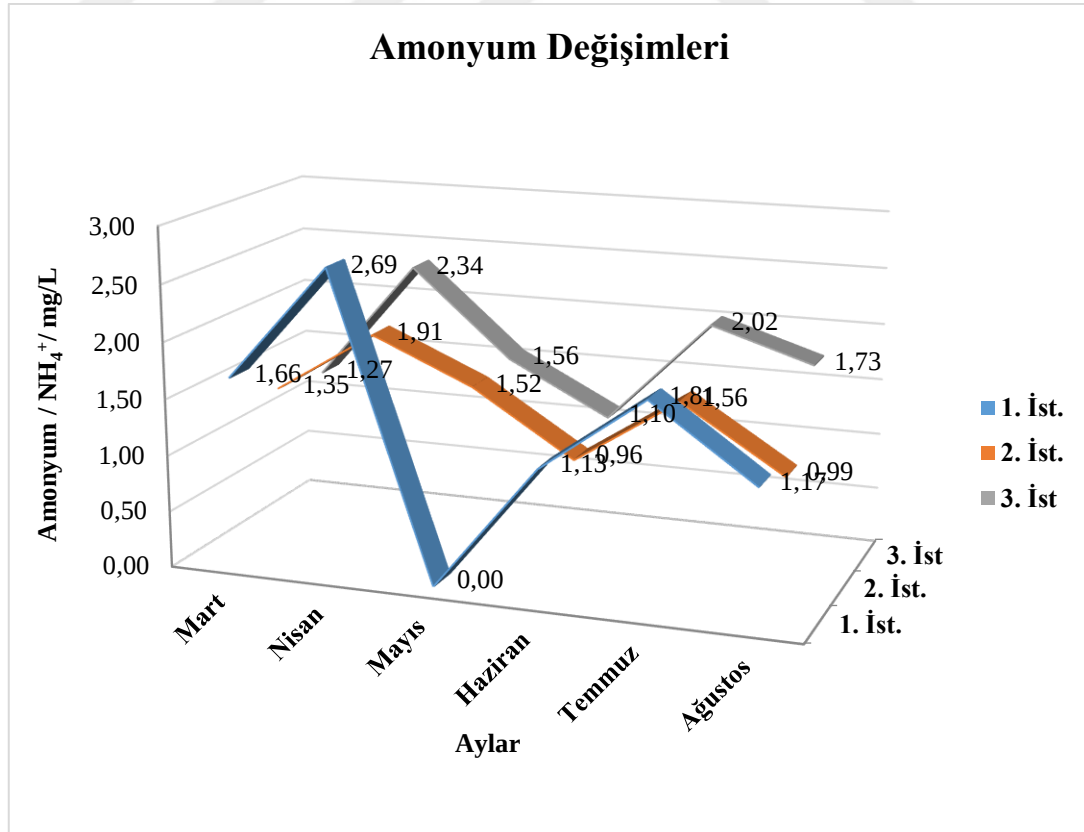
Aylara göre; alınan su numunelerinin amonyum değerleri Çizelge 4.10.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Su numuneleri saptanan amonyum değerleri

Amonyum / NH_4^+ / mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	1.66	2.69	0.00	1.13	1.81	1.17
2. İstasyon	1.35	1.91	1.52	0.96	1.56	0.99
3. İstasyon	1.27	2.34	1.56	1.10	2.02	1.73



Şekil 4.17. Aylara göre amonyum değerleri



Şekil 4.18. Aylara göre amonyum değişim grafiği

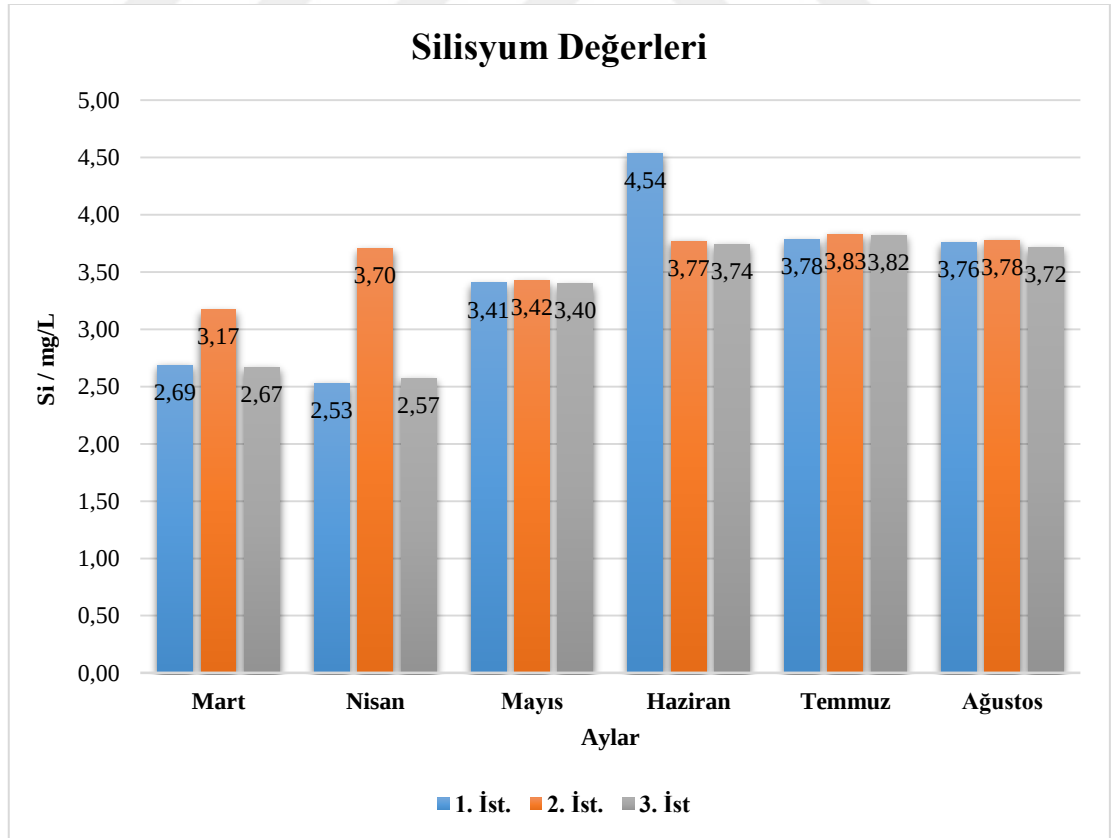
4.10.Silisyum Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama silisyum değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Nisan ayında 1.istasyonda 2.53 Si/mg/L; en yüksek ölçüm ise Haziran ayında 1. istasyonda 4.54 Si/mg/L olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların silisyum ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 3.45 Si/mg/L, 3.61 Si/mg/L ve 3.32 Si/mg/L olarak ölçümlenmiştir.

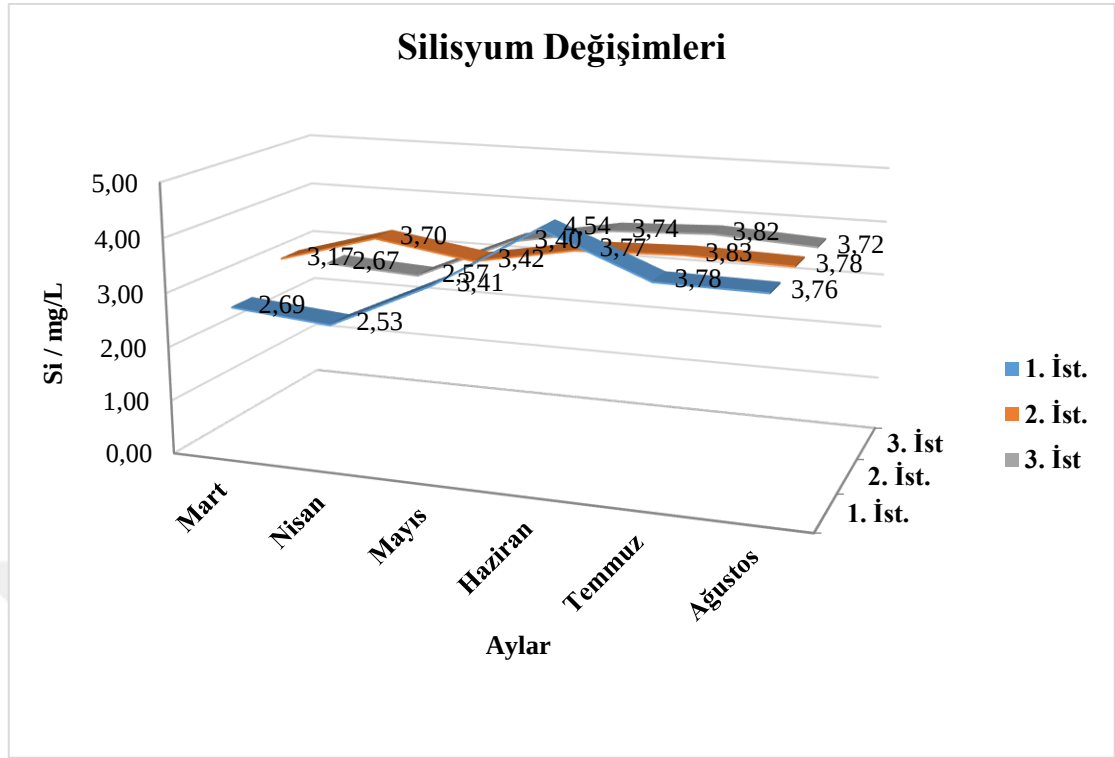
Aylara göre; alınan su numunelerinin silisyum değerleri Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Su numuneleri saptanan silisyum değerleri

Silisyum /Si / mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	2.69	2.53	3.41	4.54	3.78	3.76
2. İstasyon	3.17	3.70	3.42	3.77	3.83	3.78
3. İstasyon	2.67	2.57	3.40	3.74	3.82	3.72



Şekil 4.19. Aylara göre silisyum değerleri



Şekil 4.20. Aylara göre silisyum değişim grafiği

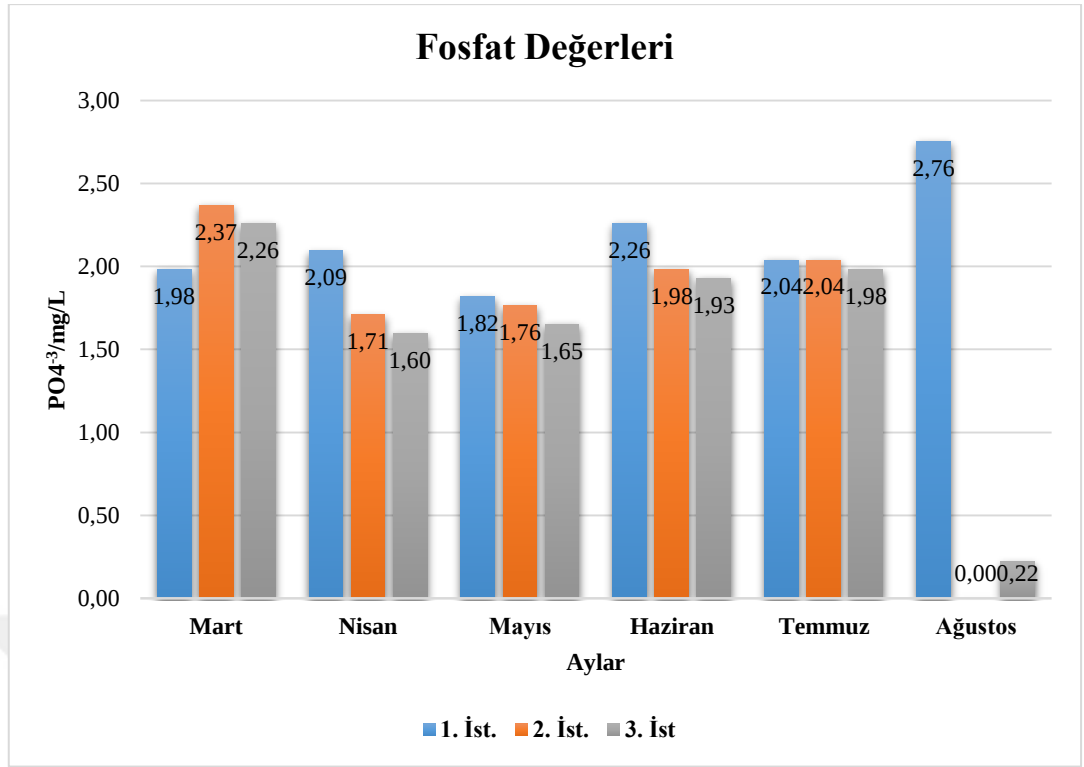
4.11.Fosfat Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama fosfat değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Ağustos ayında 2.istasyonda 0.00 $\text{PO}_4^{-3}/\text{mg/L}$; en yüksek ölçüm ise Ağustos ayında 1. istasyonda 2.76 $\text{PO}_4^{-3}/\text{mg/L}$ olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların fosfat ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 2.16 $\text{PO}_4^{-3}/\text{mg/L}$, 1.64 $\text{PO}_4^{-3}/\text{mg/L}$ ve 1.61 $\text{PO}_4^{-3}/\text{mg/L}$ olarak ölçümlenmiştir.

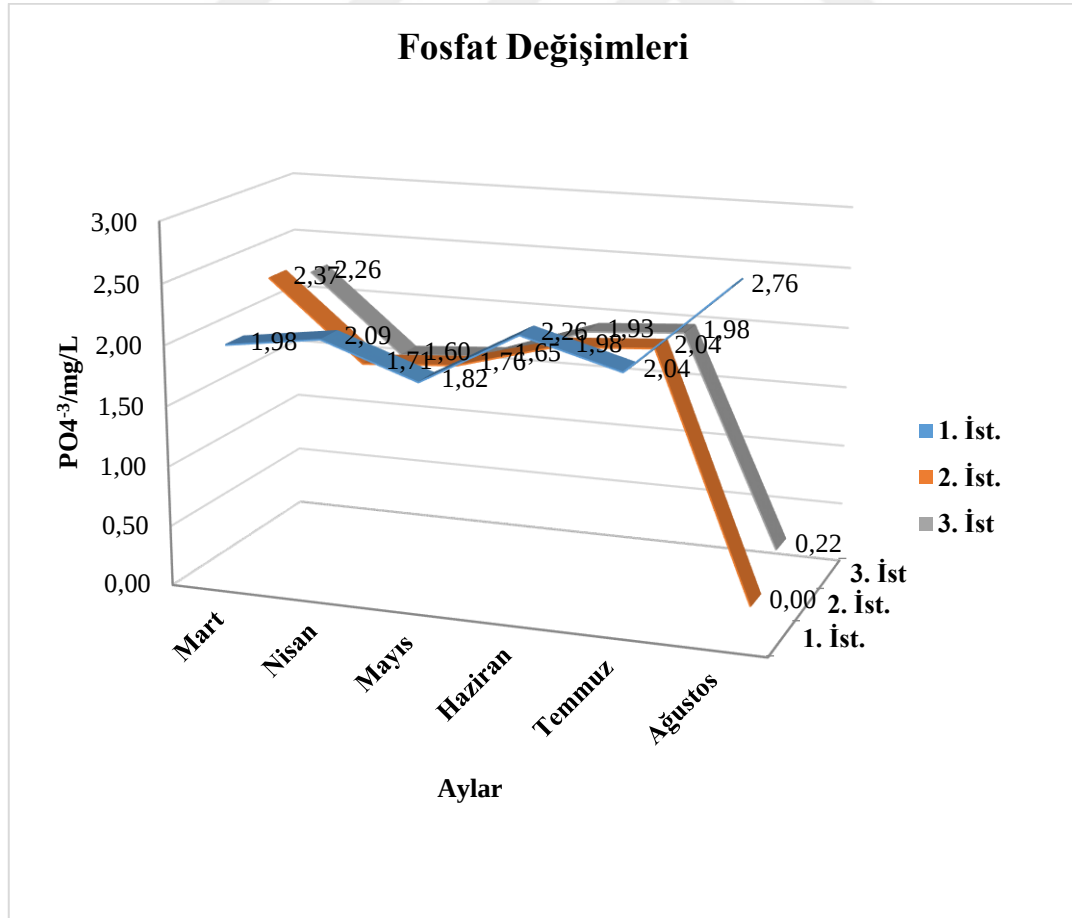
Aylara göre; alınan su numunelerinin fosfat değerleri Çizelge 4.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Su numuneleri saptanan fosfat değerleri

Fosfat / $\text{PO}_4^{-3}/\text{mg/L}$	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	1.98	2.09	1.82	2.26	2.04	2.76
2. İstasyon	2.37	1.71	1.76	1.98	2.04	0.00
3. İstasyon	2.26	1.60	1.65	1.93	1.98	0.22



Şekil 4.21. Aylara göre fosfat değerleri



Şekil 4.22. Aylara göre fosfat değişim grafiği

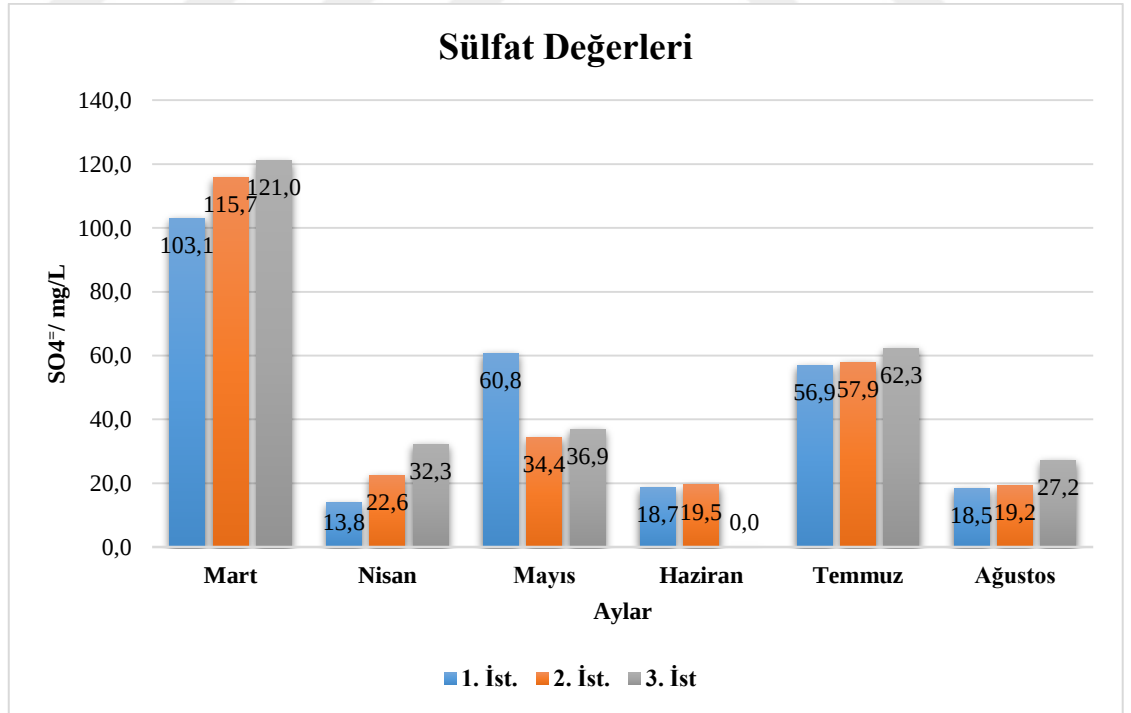
4.12.Sülfat Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama sülfat değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Haziran ayında 3. istasyonda 0.00 $\text{SO}_4^-/\text{mg/L}$; en yüksek ölçüm ise Mart ayında 2. istasyonda 115.7 $\text{SO}_4^-/\text{mg/L}$ olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların sülfat ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 45.3 $\text{SO}_4^-/\text{mg/L}$, 98.9 $\text{SO}_4^-/\text{mg/L}$ ve 46.6 $\text{SO}_4^-/\text{mg/L}$ olarak ölçümlenmiştir.

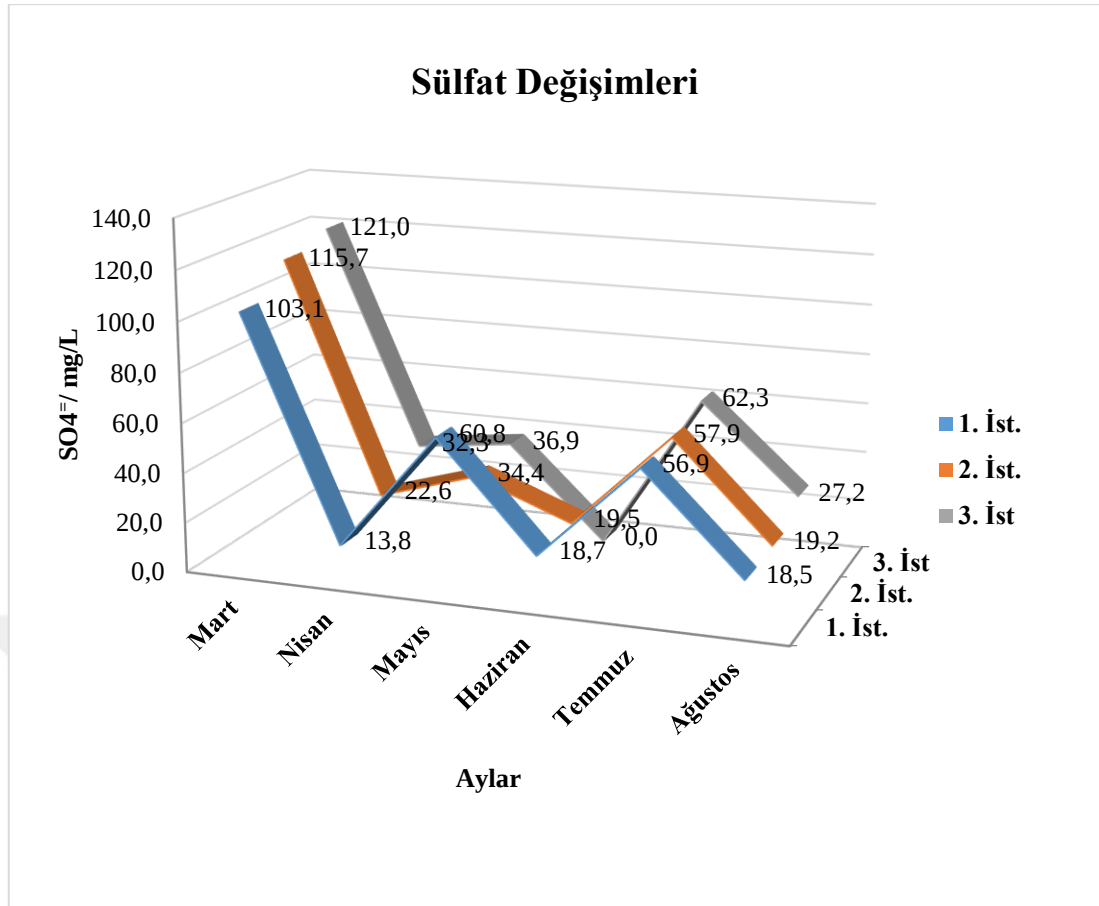
Aylara göre; alınan su numunelerinin sülfat değerleri Çizelge 4.13.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Su numuneleri saptanan sülfat değerleri

Sülfat / SO_4^- / mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	103.1	13.8	60.8	18.7	56.9	18.5
2. İstasyon	115.7	22.6	34.4	19.5	57.9	19.2
3. İstasyon	121.0	32.3	36.9	0.00	62.3	27.2



Şekil 4.23. Aylara göre sülfat değerleri



Şekil 4.24. Aylara göre sülfat değişim grafiği

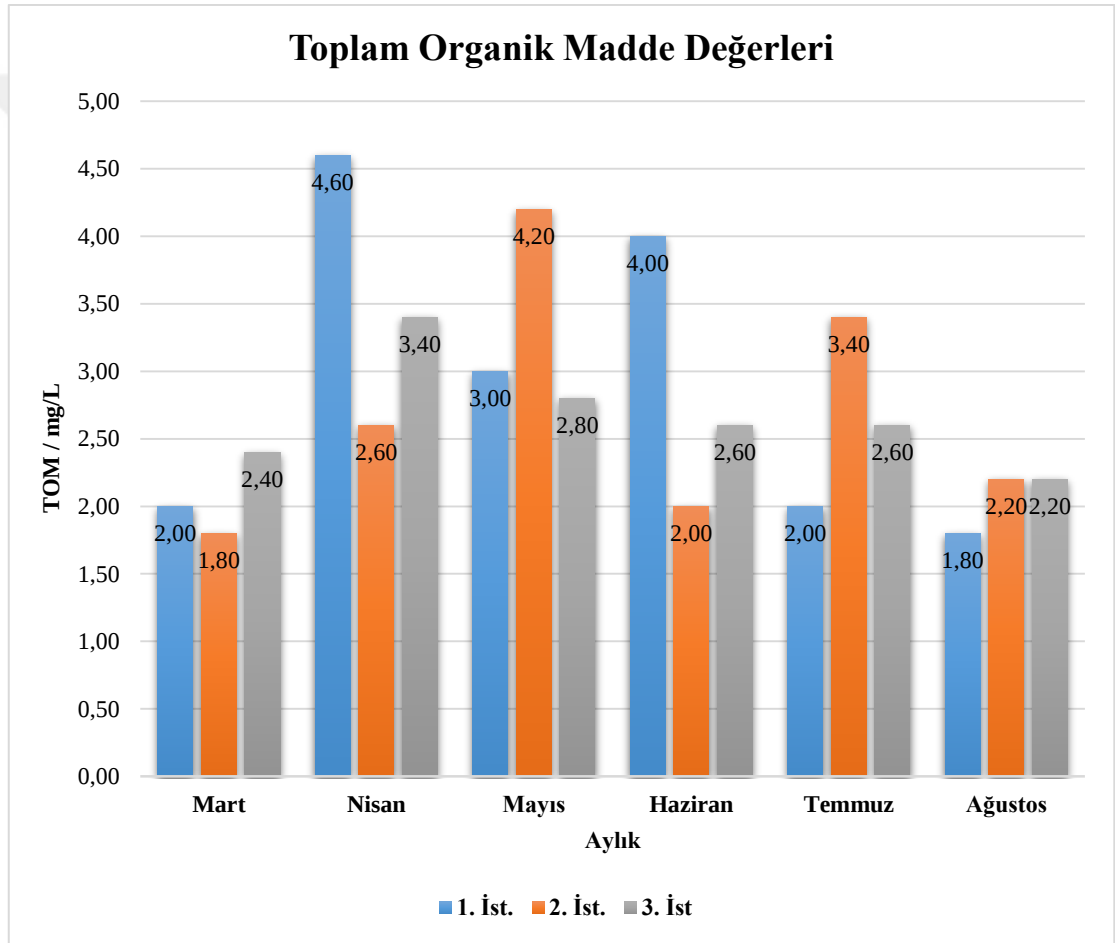
4.13. Toplam Organik Madde Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama toplam organik madde değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Mart ayında 2. istasyonda ve Ağustos ayında 1. istasyonda 1.80 mg/L; en yüksek ölçüm ise Nisan ayında 1. istasyonda 4.60 mg/L olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların toplam organik madde ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 2.90 mg/L, 2.70 mg/L ve 2.67 mg/L olarak ölçümlenmiştir.

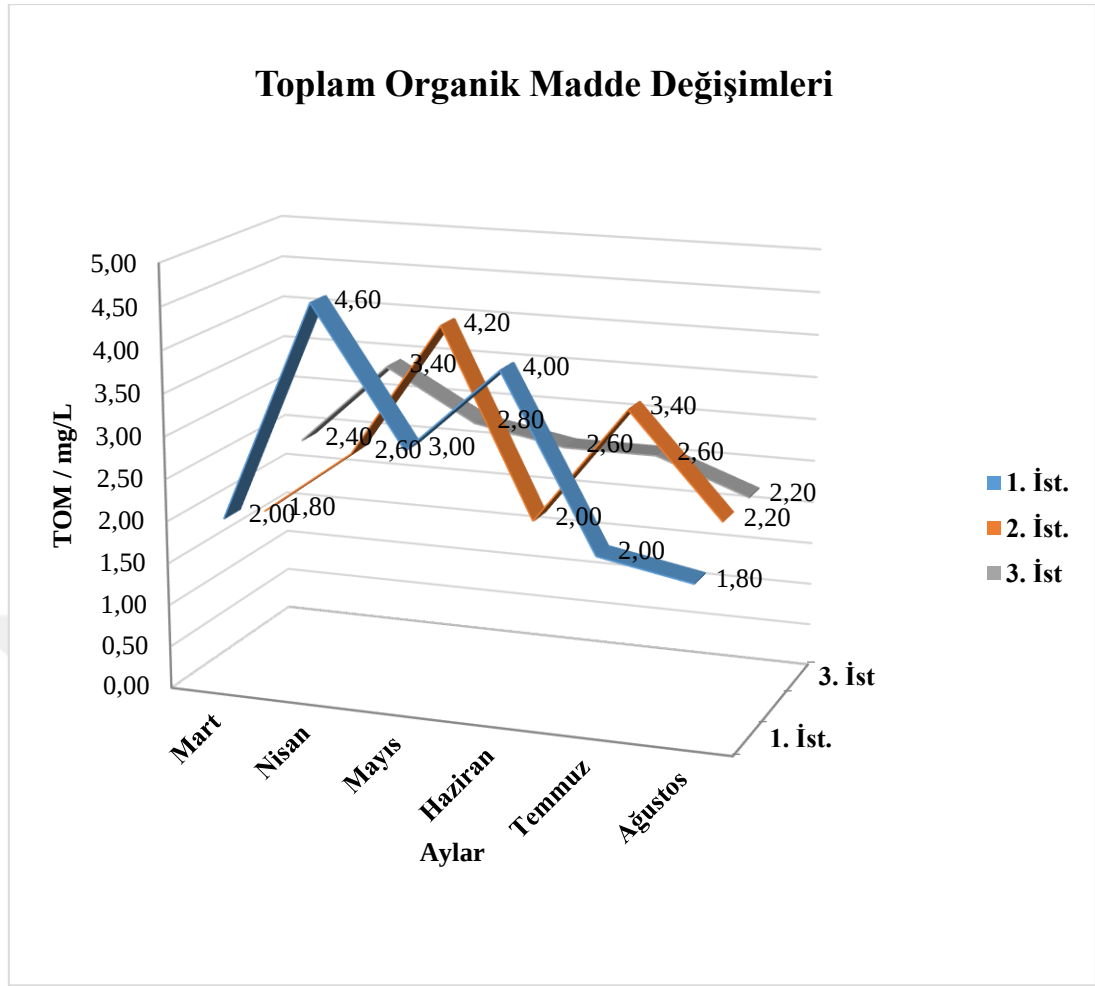
Aylara göre; alınan su numunelerinin toplam organik madde değerleri Çizelge 4.14.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Su numuneleri saptanan toplam organik madde değerleri

TOM / mg/L	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	2.00	4.60	3.00	4.00	2.00	1.80
2. İstasyon	1.80	2.60	4.20	2.00	3.40	2.20
3. İstasyon	2.40	3.40	2.80	2.60	2.60	2.20



Şekil 4.25. Aylara göre toplam organik madde değerleri



Şekil 4.26. Aylara göre toplam organik madde değişim grafiği

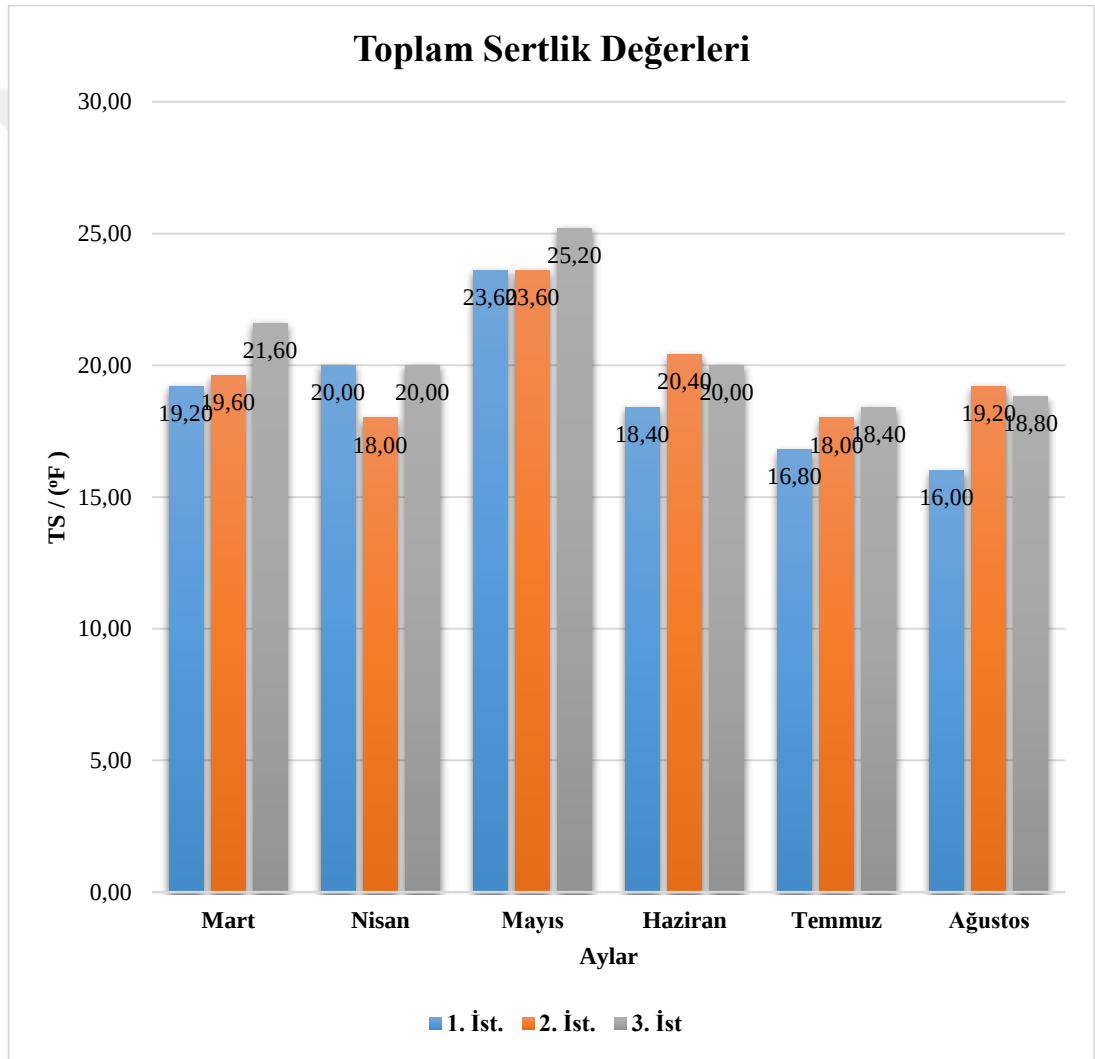
4.14. Toplam Sertlik Ölçüm Değerleri

Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında suyun ortalama toplam sertlik değerlerine bakılacak olursa; en düşük ölçüm Ağustos ayında 1. istasyonda 16.00 °F; en yüksek ölçüm ise Mayıs ayında 3. istasyonda 25.20 °F olarak tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. istasyonların toplam sertlik ölçümlerinin ortalama değerleri ise sırasıyla 19.00 °F, 19.80 °F ve 20.67 °F olarak ölçümlenmiştir.

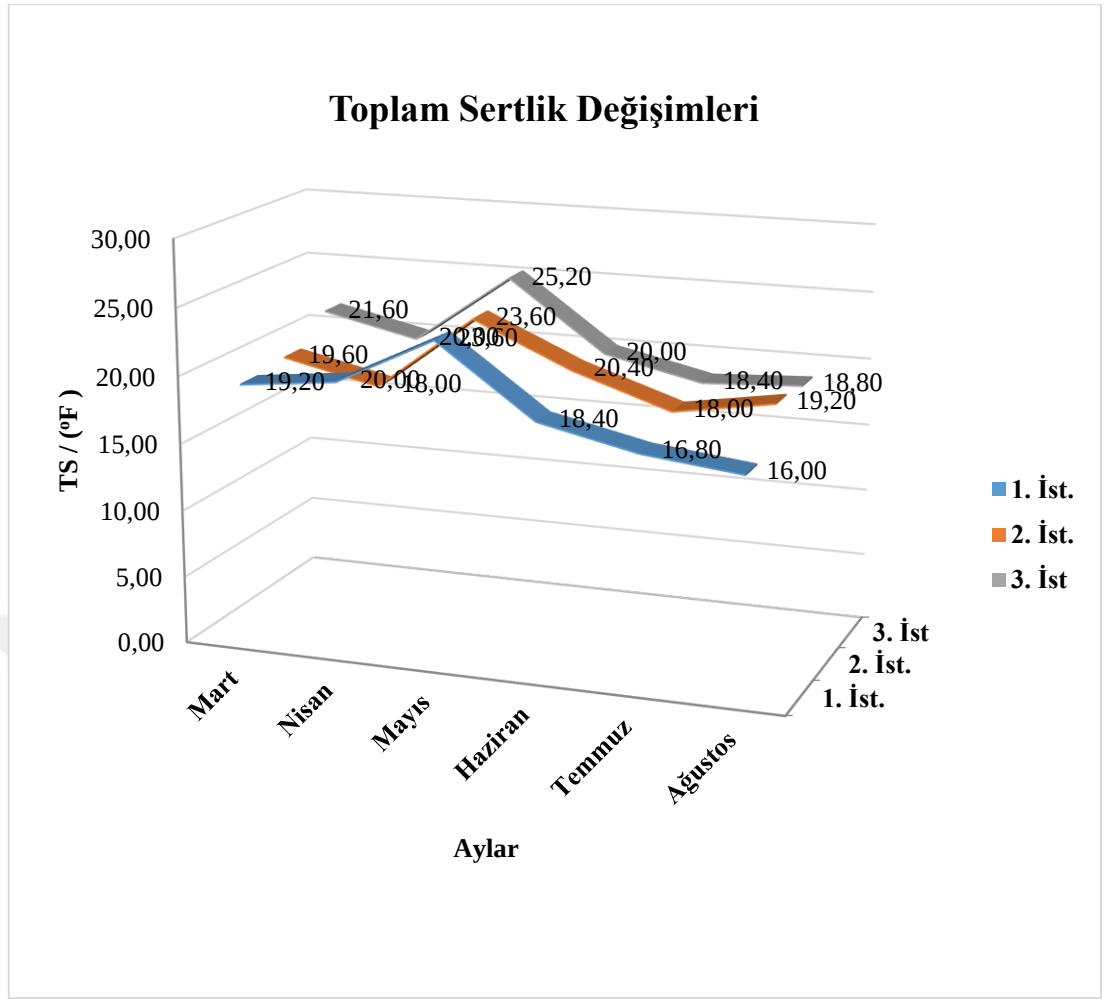
Aylara göre; alınan su numunelerinin toplam sertlik değerleri Çizelge 4.15.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Su numuneleri saptanan toplam sertlik değerleri

TS / (°F)	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1. İstasyon	19.20	20.00	23.60	18.40	16.80	16.00
2. İstasyon	19.60	18.00	23.60	20.40	18.00	19.20
3. İstasyon	21.60	20.00	25.20	20.00	18.40	18.80



Şekil 4.27. Aylara göre toplam sertlik değerleri



Şekil 4.28. Aylara göre toplam sertlik değişim grafiği

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada, Sinop İli Erfelek İlçesine bağlı Tatlıca Köyü sınırları içerisinde bulunan Erfelek Şelaleleri suyu fizikokimyasal yönden incelenmiştir. Bu çalışma 1 Mart 2017 tarihinde başlatılıp, 1 Eylül 2017 tarihinde sonuçlandırılmıştır. 6 aylık bu süreçte şelalenin 3 ayrı noktasında belirlenen istasyonlardan her ay düzenli olarak su örnekleri alınmıştır. Sıcaklık, oksijen doygunluğu, çözünmüş oksijen, iletkenlik, ORP ve pH gibi parametreler örnekleme esnasında çok fonksiyonlu ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Ayrıca laboratuvar ortamında nitrit, nitrat, amonyum, silisyum, fosfat, sülfat, toplam organik madde ve toplam sertlik analizleri yapılmıştır.

Çalışmamızda Erfelek Şelaleleri suyunun “Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” normlarına uygunluğu incelenmiştir (Anonim, 2017f).

Oksijen doygunluğu ile çözünmüş oksijen içeriği çok fazladır. Bu açıdan elde edilen sonuca göre, şelale I. sınıf su kalitesindedir. Şelale suyunun elektriksel iletkenliği orta değer üstünde sayılabilecek kadar yüksektir. Tatlıca Şelalesinin azotlu bileşiklerden amonyum NH_4^+ değerine göre su kalitesi II. sınıf, nitrit NO_2^- değerine göre II. sınıf, nitrat NO_3^- değerine göre I. sınıf kaydedilmiştir. Sülfat $\text{SO}_4^{=}$ parametresi açısından bakıldığında su kalitesi I. sınıftır. Toplam sertlik değerine göre ise su oldukça sert sular sınıfında tanımlanabilir. Çağlar ve Saler (2014)’ün çalışmasında; US EPA sertlik derecelerine göre hafif sert su özelliği gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışma sonucunda Fransız sertlik derecesine göre tespit edilen ölçümlerin sertlik birim çevrimi sonucu US EPA sertlik değerlerine göre sert sular sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Suların en önemli özelliklerinden biri olan sertliğin nedenlerinin başında; kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir ile kalsiyum ve magnezyum klorür, stronsiyum ve alüminyum iyonları gelmektedir. Suyun endüstriyel veya ev kullanımı için olup olmadığının anlaşılmasında suyun sertliği büyük rol oynar (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) ve amonyum (NH_4^+) azalan oksidasyon kademesi açısından sularda bulunan başlıca azotlu bileşiklerdir. Bu azotlu bileşiklerin ölçülmesi bize suyun kalitesi hakkında ipucu vermektedir. Temiz ve bol oksijenli sularda NH_4^+ bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunur ve sucul canlıların atık maddesi olup yeniden organizmalar tarafından absorbe edilir (Cirik ve Cirik, 1999).

Genel olarak 1 mgL⁻¹ veya daha az olması kabul edilebilir. Şelalede ortalama NH₄⁺ değeri 1.49 mg/L olarak kaydedilmiş ve bu parametre bakımından su kalitesi II. sınıftır.

Amonyumdan nitrata ulaşan biyolojik oksidasyonda ara ürün Nitrit (NO₂⁻)'tir. Doğal sularda NO₂⁻'nin çoğunlukla konsantrasyonu düşükken; organik pollusyonun ve oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaştığı görülmektedir (Egemen, 2006). Erfelek Tatlıca Şelalesi'nde ortalama NO₂⁻ değeri 0.015 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değere göre Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri bakımından II. sınıftır (Anonim, 2017f).

Oksijence zengin sularda azotun çok yaygın görülen mineral şekli Nitrat (NO₃⁻)'tir. Yüzey sularında eser miktarlarda bulunmaktadır. Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Fitoplanktonun gelişimi açısından vazgeçilmez element olan NO₃⁻ sularda 1-10 mg/L arasında bulunur. Erfelek Tatlıca Şelalesi'nde ortalama NO₃⁻ değeri 1.5 mg/L olarak kaydedilmiştir. Bu ölçüm değeri Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından suyu I. sınıf su kalitesi listesine eklemiştir (Anonim, 2017f).

Biyolojik verimin artması için doğal sularda Sülfat iyonu (SO₄⁼) bulunmalıdır. Yeterince bulunmaması durumunda fitoplanktonun gelişimini engellerken, bitkilerin büyümesi yavaşlatmaktadır. Doğal göl sularının SO₄⁼ değerleri 3-30 mg/L arasındadır (Atıcı ve Obalı, 1999).

Sucul ortamlarda kirliliğin bir göstergesi olan sülfat artışına çeşitli endüstri atıkları, tarımsal faaliyetler ve evsel atıkların neden olabilmektedir. Sülfat içeriğinin 250 mg/L'den fazla olması durumu yüksek ölçüde kirlenme işaretidir (Nisbet ve Verneaux, 1970).

Suyun pH derecesi aynı zamanda suyun sertlik derecesinin de belirleyicisidir (Er, 2014). Çalışma kapsamında şelaleden alınan su örneklerinde ortalama pH düzeyi 7.92 olarak kaydedilmiştir. Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından su pH seviyesinde I. sınıftır (Anonim, 2017f).

Doğal sularda verimliliği etkileyen minerallerin en önemlilerinden birisi de fosfattır. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sular baz alındığında toplam yoğunluğu; havzanın morfometresi, bölgenin jeolojik yapısı ve dolaylı olarak kimyasal içeriği, suyla temas eden organik maddeler ve evsel atıklar ayrıca deterjan kalıntısı olup olmaması ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır (Harper, 1992). Sudaki fosfat içeriğinin 0.30 mg/L'yi aşması durumunda suyun

kirlenmiş sayılacağı belirtilmiştir (Nisbet ve Verneaux, 1970). Çalışma kapsamında ölçülen değerlere istinaden Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından IV. Sınıftır (Anonim, 2017f).

Çalışma kapsamında, en düşük elektriksel iletkenlik 313 μScm olarak 1. istasyonda Haziran ayında, en yüksek ölçüm değeri ise 386 μScm olarak 2. istasyonda yine Haziran ayında kaydedilmiştir. Su içerisinde çözünmüş iyon miktarı yükseldikçe elektriksel iletkenlik de artar. Su içerisinde bulunan iyon konsantrasyonu hakkında elektriksel iletkenlik analizleri bize bilgi sağlamaktadır (Er, 2014).

Ülkemizde şelale sularının kalitesinin incelenmesi anlamında pek fazla kapsamlı çalışma bulunmamaktadır. Mevcut çalışma sonucunda sıcaklık en yüksek 19.0 °C, en düşük 10.0°C; pH en yüksek 8.31, en düşük 7.67; nitrit en yüksek 0.042, en düşük 0.005 mg/L; nitrat ise en düşük 0.00, en yüksek 3.56 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Çağlar ve Saler (2014)'ün çalışmasında; sıcaklık en yüksek 24.4 °C, en düşük 12.0°C; pH en yüksek 8.7, en düşük 8.0; çözünmüş oksijen en yüksek 9.6 mg/L, en düşük 8.1 mg/L; nitrit en yüksek 0.17-0.05 mg/L arasında değişim göstermiş; nitrat ise en yüksek 2.9 mg/L olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışma sonucu; bu çalışma ile benzerlik göstermemektedir.

6.SONUÇ (ve ÖNERİLER)

Sonuç olarak, Sinop İli Erfelek İlçesine bağlı Tatlıca Köyü sınırları içerisinde bulunan Erfelek Şelaleleri suyu Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından bakıldığında oksijen doygunluğu, çözünmüş oksijen, nitrat ve sülfat değerleri yönünden I. Sınıf; amonyum ve nitrit değerlerine göre II. Sınıf su kalite sınıfına dahil olup, sertlik değerlerine göre oldukça sert sular grubu içinde bulunmaktadır. Erfelek Şelaleleri alabalık yetiştiriciliği için uygun ortam sağlamamaktadır. Bölgenin coğrafi ve turizm açısından önemi ele alındığında habitatının korunması ve özellikle turizmden kaynaklanan çevresel kirliliklerden ve evsel atıklardan korunması önem arz etmektedir.



7.KAYNAKLAR

- Anonim, 2017a. <http://www.tubaterim.gov.tr/>(Eriřim tarihi:06/11/2017).
- Anonim, 2017b. http://kisi.deu.edu.tr/orhan.gunduz/english/courses/Turkce-ingilizce_teknik_terimler_sozlugu.pdf (Eriřim tarihi:06/11/2017).
- Anonim, 2017c. “Çevre Terimleri Sözlüğü”, Çevre ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı Web Sitesi, (Eriřim tarihi:06/11/2017).
- Anonim, 2017d. <http://www.tubaterim.gov.tr/>(Eriřim tarihi:18/11/2017).
- Anonim, 2017e. (<https://www.laboratuvar.com/gida-analizleri/kimyasalanalizler/oksitlenibilirlik-tayini-sularda>) (Eriřim tarihi:18.11.2017).
- Anonim, 2017f. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0/> (Eriřim tarihi:27/02/2017).
- Anonim, 2018. <https://www.erfelek.bel.tr/haber-detay.asp?id=438&m=4#.WqZ51ejFKUk> (Eriřim tarihi: 05/01/2018).
- Atıcı, T., Obalı, O. 1999. Susuz Göleti (Ankara) algleri ve su kalite değeriendirmesi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(3): 99-104.
- Botkin, D., Keller, E. 1995. “Environmental Science.” John Wiley Sons, New York.
- Cemek, M., Akkaya, L., Birdane, Y. O., Seyrek, K., Bulut, S., Konuk, M. 2007. Nitrate and nitrite levels in fruity and natural mineral waters marketed in western Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 20(3-4), 236-240.
- Chapman, D., Kimstach, V. 1996. Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition, Chapman, D. (ed), pp 1-56, UNESCO / WHO/ UNEP.
- Cirik, S., Cirik, ř. 1999. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Çağlar, M. Saler, S. 2014. Koçan şelalesi (Erzincan)’nin bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi özellikleri. Yunus Araştırma Bülteni, 37-42 s.
- Çiçek, N.L. 2011. Köprüçay Nehri (Antalya) su kalitesinin fizikokimyasal değeri ve bentik algleri göre belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 159 s.
- Dayıoğlu, H. 2011. Andık deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diyatomlara göre belirlenmesi ve elde edilen sonuçların coğrafi bilgi sisteminde

- değerlendirilerek su kalitesinin modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 106 s.
- Egemen, Ö. 2006. Su kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, yayın no:14, 6. baskı, Bornova-İzmir.
- Egemen, Ö., Sunlu, U. 1999. Su Kalitesi (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova İzmir, 148 s.
- Er, C.B. 2014. “Kilis İli İçme Sularının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri.” Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kilis.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. Su kirliliği. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci baskı, ISBN 975-7572-60-8, Ankara.
- Gün, B. 2011. Değirmendere Çayı su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diyatomlara göre belirlenmesi ve su kalitesi indekslerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 101 s.
- Harper, D. 1992. Eutrophication of fresh waters: Principles, problems and restoration. Chapman and Hall, London, UK.
- Kutunis, V.V. 2010. “Trabzon Bölgesinde Satışa Sunulan Ambalajlı Suların Mikrobiyolojik Analizi.” Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Mutluay, H., Demirak, A. 1996. Su Kimyası, 1. Bası, Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş. , İstanbul.
- Nisbet, M., Verneaux, J. 1970. Composants chimiques des eaux courantes: discussion et propositions des classes en tant que base d’interprétation des analyses chimiques. Annales de Limnologie, 6 (2), 161-190.
- Özdemir, K. 2015. Kars içme sularının fizikokimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, 45 s.
- Özdestan, Ö., Üren, A. 2010. “Gıdalarda Nitrat ve Nitrit” Akademik Gıda; 8(6), 35-43.
- Özoktay, S. 2015. Melet Irmağı, Turnasuyu Deresi ve Akçaova Deresi (Ordu)’nin aşağı havzalarında epifitik alg florası ve su kalitesinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 84 s.
- Şengül, F. Türkman, A. 1991. Su ve Atıksu Analizleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Bornova İzmir, 157 s.

- Şengül, F., Müezzinoğlu, A. 2005. Çevre Kimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 243 s.
- USEPA. 1986. Quality Criteria for Water. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA 440/5-86-001, Washington, D.C.
- Uslu, O., Türkman, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control), T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1, İzmir.
- Uzun, S., Uzun, A., Yılmaz, C., Zeybek, H.İ. 2005. Erfelek Çağlayanları, Sinop. Doğu Coğrafya Dergisi, 10(14).
- Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 92 s.
- Yıldız, T., Arslan, A. 2013. Erfelek İlçe Analizi.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	:Alper Kadir ALTAY
Doğum Tarihi ve Yeri	:13/02/1986 Kars
Yabancı Dili	:İngilizce
E-posta	:alper_altay@hotmail.com akaltay@sinop.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İşletme	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2008

İŞ TECRÜBESİ (Bu alana ait bilginiz mevcut değilse siliniz.)

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2009	Kredi ve Yurtlar Kurumu Kars Yurt Müdürlüğü	Yurt Yönetim Memuru
2011	Kredi ve Yurtlar Kurumu Sinop Yurt Müdürlüğü	Yurt Yönetim Memuru
2014	Sinop Üniversitesi Strateji Geliştirme Daire Bşk.	Muhasebe Yetkilisi

ÖDÜLLERİ (Bu alana ait bilginiz mevcut değilse siliniz.)

1.	Sinop Valiliği Başarı Belgesi
2.	