



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANAKÇI DERESİ SU KALİTESİ VE KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

SERHAT DİNÇER

MAYIS 2014

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün Onayı.

.../.../.....

Doç. Dr. Kültiğın ÇAVUŞOĞLU

Müdür

Bu tezi Yüksek Lisans tezi olarak Biyoloji Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İhsan AKYURT

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve Yüksek Lisans tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Yalçın TEPE

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yalçın TEPE

Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN

Yrd. Doç. Dr. Hakan BEKTAŞ

ÖZET

Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi

DİNÇER, Serhat

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yalçın TEPE

MAYIS 2014, 72 Sayfa

Giresun ili Görele ilçesinde denize dökülen Çanakçı Deresi'nin bazı su kalitesi parametreleri ve kirlilik durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmaya Mart 2013 tarihinde başlanılmış ve Şubat 2014 tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışma 12 ay boyunca yürütülmüş olup, tespit edilen 3 istasyondan su örnekleri aylık olarak toplanmıştır. Su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde (TDS), iletkenlik, klorofil-a, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni (TAN), amonyum (NH₄), amonyak (NH₃), toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfor (SRP), askıda katı madde (TSS) tayinleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin ortalama değerleri; çözünmüş oksijen 7,11 mgL⁻¹, oksijen doygunluğu %67,68, pH 7,92, sıcaklık 13 °C, tuzluluk 0,07 ppt, TDS 0,091 gL⁻¹, iletkenlik 147 µScm⁻¹, ORP -94,18 mV, BOİ₅ 3,83 mgL⁻¹, toplam alkalinite 43 mgL⁻¹, toplam sertlik 68 mgL⁻¹, klorofil-a 1,92 µg⁻¹, TAN 0,67 mgL⁻¹, amonyum 0,65 mgL⁻¹, amonyak 0,026 mgL⁻¹, toplam fosfor 0,46 mgL⁻¹, SRP 0,02 mgL⁻¹, AKM 20,3 mgL⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda Çanakçı Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilir, sucul canlılar için uygun yaşam ortamı olabileceği ancak toplam fosfor 0,46 mgL⁻¹ ve oksijen doygunluğu %67,68 bakımından kirlenmiş su sınıfına girdiği, amonyum 0,65 mgL⁻¹ ve çözünmüş oksijen 7,11 mgL⁻¹ bakımından az kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Diğer parametrelerin kirlilik tehdidi yaratmayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Giresun, Çanakçı Deresi, Su kalitesi, Kirlilik, Amonyum, Fosfor

ABSTRACT

Determination of the Water Quality and Pollution Level of Çanakçı Creek

DİNÇER, Serhat

University of Giresun

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Yalçın TEPE

MAY 2014, 72 pages

This study, aimed to determine some water quality parameters and the pollution level of the Çanakçı Creek which disemboque into Black Sea from Görele County of Giresun City, was started in March 2013. The water quality parameters of; dissolved oxygen, oxygen saturation rate, pH, temperature, salinity, total dissolved solids (TDS), conductivity, chlorophyll-a, oxidation reduction potential (ORP), biochemical oxygen demand (BOD), total alkalinity, total hardness, total ammonia nitrogen (TAN), ammonium (NH_4), ammoniac (NH_3), total phosphate, soluble reactive phosphorus (SRP), total suspended solids (TSS) were measured. The means obtained data were as follow; dissolved oxygen; $7,11 \text{ mgL}^{-1}$, oxygen saturation rate; 67,68 %, pH; 7,92, temperature; $13 \text{ }^\circ\text{C}$, salinity; 0,07 ppt, TDS; $0,091 \text{ gL}^{-1}$, conductivity; $147 \text{ } \mu\text{Scm}^{-1}$, ORP; -94,18 mV, BOD; $3,83 \text{ mgL}^{-1}$, total alkalinity; 43 mgL^{-1} , total hardness; 68 mgL^{-1} , chlorophyll-a; $1,92 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$, TAN; $0,67 \text{ mgL}^{-1}$, ammonium; $0,65 \text{ mgL}^{-1}$, ammoniac; $0,026 \text{ mgL}^{-1}$, total phosphorus; $0,46 \text{ mgL}^{-1}$, SRP; $0,02 \text{ mgL}^{-1}$, TSS; $20,3 \text{ mgL}^{-1}$. Obtained data showed that the water quality of Çanakçı Creek may suitable for agricultural activities and may be a suitable living habitat for the living beings. However, total phosphorus rate $0,46 \text{ mgL}^{-1}$ and oxygen saturation rate 67,68 % are situated in the contaminated water class. Ammonium rate $0,65 \text{ mgL}^{-1}$ and dissolved oxygen rate $7,11 \text{ mgL}^{-1}$ are fitted in the slightly contaminated water class. Çanakçı Creek may be classified as clean water and has no threat regarding to rest of the detected parameters.

Key Words: Giresun, Çanakçı Creek, Water Quality, Pollution, Ammonium, Phosphate.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli hocam sayın Prof. Dr. Yalçın TEPE' ye teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımcı olan Biyoloji bölümündeki tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım ve laboratuvar analizlerimde yardımlarını esirgemeyen, her türlü fedakârlığı gösteren değerli arkadaşlarım Erhan ŞENGÜN' e ve İsmail YILDIZ' a teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen eşime ve bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 1.1.Su | 3 |
| 1.2. Su Kalitesi Kavramı | 4 |
| 1.2.1. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli | 5 |
| 1.2.2. Su Kalite Sınıfları | 8 |
| 1.3.Kirlilik ve Su Kirliliği | 12 |
| 1.4. Sularda Kirlilik Etkenleri | 13 |
| 1.5. Su Kalitesi Parametreleri | 16 |
| 1.5.1. Sıcaklık | 16 |
| 1.5.2. pH | 16 |
| 1.5.3. Çözünmüş Oksijen | 17 |
| 1.5.4. Toplam Sertlik ve Toplam Alkalinite | 19 |
| 1.5.5. Toplam Fosfor | 21 |
| 1.5.6. Azot ve Süçül Ortamlarda Bulunan Formları | 22 |
| 1.5.7. Tuzluluk | 24 |
| 1.5.8. İletkenlik | 24 |
| 1.5.9. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP) | 25 |
| 1.5.10. Toplam Çözünmüş Madde (TDS) | 25 |
| 1.5.11. Askıda Katı Madde (AKM) | 26 |
| 1.5.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) | 27 |
| 1.6. Önceki Çalışmalar | 27 |
| 2. MATERYAL-METOT | 32 |
| 2.1. Saha Çalışması | 32 |
| 2.2. Laboratuar Çalışmaları | 34 |
| 2.3. İstatistiksel Hesaplamalar | 36 |

| | |
|---|----|
| 3.BULGULAR..... | 37 |
| 3.1. Sıcaklık..... | 38 |
| 3.2. Çözünmüş Oksijen (%)..... | 39 |
| 3.3. Çözünmüş Oksijen (mgL ⁻¹)..... | 40 |
| 3.4. pH..... | 41 |
| 3.5. Tuzluluk..... | 42 |
| 3.6. İletkenlik..... | 43 |
| 3.7. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)..... | 44 |
| 3.8. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)..... | 45 |
| 3.9. Toplam Alkalinite..... | 46 |
| 3.10. Toplam Sertlik..... | 47 |
| 3.11. Toplam Fosfor..... | 48 |
| 3.12. Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP)..... | 49 |
| 3.13. Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)..... | 50 |
| 3.14. Amonyak (NH ₃) ve Amonyum (NH ₄)..... | 51 |
| 3.15. Askıda Katı Madde (AKM)..... | 52 |
| 3.16. Klorofil-a..... | 53 |
| 3.17. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)..... | 53 |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ..... | 55 |
| KAYNAKLAR..... | 61 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 72 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Tablo 1.1. Türkiye Su Kaynakları Potansiyeli (DSİ, 2012) | 6 |
| Tablo 1.2. Bazı Ülkeler ve Kıtaların Kişi Başına Düşen Kullanılabilir Su Potansiyeli (17) | 7 |
| Tablo 1.3. Kirlilik Durumuna Göre Akarsu Sınıfları | 9 |
| Tablo 1.4. Kıta İçi Su Kaynakları Kalitesi (18)..... | 10 |
| Tablo 1.5. Uluslararası Örgütlere Göre Su Kalitesi Değerleri | 11 |
| Tablo 1.6. Yüzey sularında kirletici etki yapabilecek unsurların Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) yapılan sınıflandırması (WHO, 2012)..... | 13 |
| Tablo 1.7. Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki (37)..... | 18 |
| Tablo 1.8. Bazı Ülkelerin Sertlik Birimlerine Göre Suların Sınıflandırılması..... | 20 |
| Tablo 1.9. Sucul Ortamlarda Bulunan Başlıca Azot Formları. | 24 |
| Tablo 1.10. Çözünmüş Toplam Madde Miktarına Göre Su Sınıflandırılması | 26 |
| Tablo 1.11. Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerlerine Göre Suların Sınıflandırılması (18)..... | 27 |
| Tablo 2.1. Giresun İli Aylık Ortalama Yağış Miktarı (1960-2013)..... | 32 |
| Tablo 2.2. Toplam İyonlaşmamış Amonyum Miktarı İle Ph Ve Sıcaklık Arasındaki İlişkileri (30) | 35 |
| Tablo 3.1. Su Kalite Parametrelerinin Ortalama Değerleri | 37 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1. Doğada Azot Döngüsü..... | 23 |
| Şekil 2.1. Çanakçı Deresi..... | 33 |
| Şekil 3.1. Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 38 |
| Şekil 3.2. Aylara Göre Ortalama Çözünmüş Oksijen (%) Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 39 |
| Şekil 3.3. Aylara Göre Çözünmüş Oksijen (mgL ⁻¹) Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 40 |
| Şekil 3.4. Aylara Göre Ortalama pH Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi..... | 41 |
| Şekil 3.5. Aylara Göre Ortalama Tuzluluk Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 42 |
| Şekil 3.6. Aylara Göre Ortalama İletkenlik Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 43 |
| Şekil 3.7. Aylara Göre Ortalama TDS Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi..... | 44 |
| Şekil 3.8. Aylara Göre Ortalama ORP Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi..... | 45 |
| Şekil 3.9. Aylara Göre Ortalama Toplam Alkalinite Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 46 |
| Şekil 3.10. Aylara Göre Ortalama Toplam Sertlik Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 47 |
| Şekil 3.11. Aylara Göre Ortalama Toplam Fosfor Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 48 |
| Şekil 3.12. Aylara Göre Ortalama SRP Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi.... | 49 |
| Şekil 3.13. Aylara Göre Ortalama TAN Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi .. | 50 |
| Şekil 3.14. Aylara Göre Ortalama NH ₄ ve NH ₃ Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 51 |
| Şekil 3.15. Aylara Göre Ortalama AKM Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi . | 52 |
| Şekil 3.16. Aylara Göre Ortalama Klorofil-a Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi | 53 |
| Şekil 3.17. Aylara Göre Ortalama BOİ Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi.... | 54 |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|----------------------|--------------------------|
| % | Yüzde |
| °C | Santigrat derece |
| °Fr | Fransız Sertlik Derecesi |
| μgL^{-1} | Mikrogram/Litre |
| μl | Mikrolitre |
| μm | Mikromilimetre |
| μScm^{-1} | Mikrosimens/Santimetre |
| Ba | Baryum |
| Ca | Kalsiyum |
| CaCO_3 | Kalsiyum Karbonat |
| Cd | Kadmiyum |
| Cl^- | Klorür |
| CO_3 | Karbonat |
| g | Gram |
| gr/cm^3 | Gram/Santimetreküp |
| gr/kg | Gram/Kilogram |
| H^- | Hidrojen |
| Hg | Cıva |
| HCl | Hidroklorik Asit |
| HCO_3 | Bikarbonat |
| HNO_2 | Nitroz asit |
| HNO_3 | Nitrik Asit |
| K | Potasyum |
| kg/m^2 | Kilogram/Metrekare |
| km | Kilometre |
| km^2 | Kilometrekare |
| m | Metre |
| m^3 | Metreküp |
| Mg | Magnezyum |
| mgL^{-1} | Miligram/Litre |
| ml | Mililitre |

| | |
|--------------------|---------------|
| mm | Milimetre |
| mm/yıl | Milimetre/Yıl |
| N ₂ | Azot Gazı |
| Na | Sodyum |
| NH ₃ | Amonyak |
| NH ₃ -N | Amonyak Azotu |
| NH ₄ | Amonyum |
| NO | Azot Oksit |
| NO ₂ | Nitrit |
| NO ₂ -N | Nitrit Azotu |
| NO ₃ | Nitrat |
| NO ₃ -N | Nitrat Azotu |
| OH ⁻ | Hidroksit |
| Org-N | Organik Azot |
| Pb | Kurşun |
| SO ₄ | Sülfat |
| Sr | Stronsiyum |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------|--------------------------------------|
| TSS | Askıda Katı Madde |
| BOD | Biyolojik Oksijen İhtiyacı |
| DSİ | Devlet Su İşleri |
| EC | Avrupa Topluluğu |
| EPA | Çevre Koruma Ajansı |
| FAO | Gıda ve Tarım Örgütü |
| IOC | Hükümetlerarası Oşinografi Komisyonu |
| NTU | Nephelometrik Bulanıklık Ünitesi |
| ORP | Yükseltgenme İndirgenme Potansiyeli |
| SKKY | Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği |
| SRP | Çözünebilir Reaktif Fosfor |
| AKM | Askıda Katı Madde |
| FS | Fransız Sertlik Derecesi |
| AS | Alman Sertlik Derecesi |
| IS | İngiliz Sertlik Derecesi |
| TAN | Toplam Amonyak Nitrojeni |
| TDS | Toplam Çözünmüş Katı Madde |
| TP | Toplam Fosfor |
| TÜİK | Türkiye İstatistik Kurumu |
| UV | Ultraviyole |
| WHO | Dünya Sağlık Örgütü |

1.GİRİŞ

Günümüzde su, yaşamın ve ekosistemin vazgeçilmez bir parçası olarak önemini giderek arttırmaktadır. Su, insanın temel ihtiyaçlarını karşılama yanında; sürdürülebilir tarım, endüstri, enerji üretimi, ulaşım ve turizm gibi birçok faaliyetin gelişmesinin kaynağıdır (1). Kullanılabilir suyun doğada bulunuşu yer ve zamana göre büyük farklılıklar göstermektedir. Doğadaki su kaynakları miktarı sabit iken bu kaynakların doğadaki dağılımı düzensizdir. Suya ihtiyacın çeşitlenerek artması, kirlenme ve iklim değişikliği su kaynaklarını özellikle fakir bölgeler için önemli bir konuma taşımıştır (2).

Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km³'tür. Bunun %97,5'u okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Ancak %2,5'i tatlı su formunda bulunmaktadır. Tatlı suyun %68,7'si buzullarda, %30,1'i yer altı sularında, %0,8'i donmuş topraklar içinde yer almaktadır. Tatlı suyun sadece %0,4'ü yeryüzünde ve atmosfer içindedir. Bu suyun da %67,4'ü göllerde, %12,2'si toprak nemi olarak, %9,5'i atmosferde, %8,5'i sulak alanlarda, %1,6'sı nehirlerde, %0,8'i bitki ve hayvan bünyesinde bulunmaktadır. Yeryüzünün dörtte üçünün sularla kaplı olmasıyla, dünyada su bolluğunun olduğu düşünülebilmektedir. Sadece içilebilir kalitedeki su oranı ise % 0.74 civarlarındadır. Bu veriler, insanoğlunun ihtiyaçları doğrultusunda kullanabileceği tatlı su kaynaklarının son derece sınırlı olduğunu açık bir şekilde göstermektedir. Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyar, 2012 sonunda ise yaklaşık 7 milyara ulaşmıştır. Son yüzyılda dünya nüfusunun üç kat artmasına karşılık su kaynaklarının kullanımı altı kat artmıştır (3,4).

Dünyada az olan tatlı su kaynaklarının endüstriyel atıklar ile kirlenmesi, enerji üretiminde kullanılan suyun geri kazanımı ile insani tüketime uygun olmayışı, şehirleşme kaynaklı atıklar, kontrolsüz pestisit kullanımı ile yanlış tarım uygulamaları ve küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri ile yaşanan kuraklıklar eklenince sorunun boyutları daha da çarpıcı hale gelmektedir. Küresel boyuttaki sorunlardan birisi de yeryüzündeki su kaynaklarının zamansal ve mekânsal olarak eşit dağılmamış olmasıdır. Bazı bölgeler su yönünden oldukça zengin kaynaklara sahip olurken bazı bölgeler su kıtlığı çekmektedir (5).

Doğada suya bağımlılık giderek artarken ve aynı zamanda doğadaki canlı miktarı artış gösterirken su kaynakları sabit kalmaktadır. İnsanlar yaşamsal ve diğer ihtiyaçları için gereken suyu hidrolojik döngü olarak adlandırılan bu döngüden alır ve tekrar aynı döngüye geri verirler. Ancak bu süreç içerisinde suya karışan maddeler suların fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesine neden olur ve su kirliliği diye adlandırılan olgu gerçekleşir. Su kirliliği; sularda insan etkisiyle oluşan suyun kullanımını kısıtlayan veya tamamen engelleyen ve çevre dengesinin bozulmasına sebep olan değişimler şeklinde tanımlanabilir (6).

İnsanlar günlük yaşamlarından ülkelerinin ekonomik kalkınmasına kadar her alanda suyu kullanmaktadırlar. Fakat suyun kullanımından oluşan problemler gün geçtikçe artmaktadır. Kullanılan suyun doğaya tekrar bırakılma sürecindeki sorunlar kirlilik unsurunu oluşturmuştur. Suyun kullanımına olan ihtiyacın artması sonucunda su kirliliğinin de bu ihtiyaca paralel bir şekilde artış gösterdiği bilinmektedir. Oluşan kirlilik canlıların yaşadığı ortamlarda ciddi problemlere neden olmaktadır. Canlıların hayati fonksiyonlarına etki eden bu durum suların kalitesinin belirlenmesi ve bilinmesi gerekliliğini doğurmuştur.

Çanakçı havzası; Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölümü içerisinde yer almaktadır. Çanakçı havzası doğuda Sis Dağı Yaylası, batıda Deliktaş Yaylası, kuzeyde Görele ve güneyde ise Şalpazarı ile çevrilidir. Çanakçı deresi, Deliktaş yaylası ve Sis Dağı yaylasından doğan ve irili ufaklı birçok derelerle beslenen bir deredir. Dere, Giresun ili Görele ilçesinin batı yakasından Karadeniz'e dökülmektedir. Su toplama havzası 696 km² ve mecra uzunluğu ise 58 km'dir. Tarım arazileri bakımından verimli olan fakat sahille bağlantısı bulunmayan, arazinin oldukça engebeli olduğu Çanakçı ilçesinde, halkın en önemli geçim kaynağı fındık bahçeleridir. Yükseklerle çıkıldıkça sıcaklık ve toprak şartlarına bağlı olarak fındık veriminin ve kalitesinin düşmesi sebebiyle ormanlık alanlar ve yaylalar bulunmaktadır. Bazı köylerde ise bölge halkının ikinci geçim kaynağı olan çay tarlaları mevcuttur. Derenin denize döküldüğü ilçede de aynı tarım faaliyetleri mevcut olup, kentleşme Çanakçı ilçesine göre daha fazladır. Aynı zamanda ilçenin içme suyu da dereден sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, Çanakçı Deresi su kalitesi ve kirlilik durumunun tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Çanakçı Deresi'nin kirliliğinin havzanın canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı ancak gerekli önlemlerin alınmaması durumunda gelecek yıllarda Çanakçı Havzası'ndaki canlı yaşamının tehlikeye girebileceği tespit edilmiştir.

1.1.Su

Su yaşamın temel öğelerinden biridir. Su, bir besin maddesi olmasının yanında, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde hayati rol oynamaktadır. Vücudumuzun pH dengesinin korunmasından başlayarak, hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamı oluşturmaya; besinlerin, artık maddelerin vücudumuzda ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok görev alır. Kanın yaklaşık % 80'i, gelişen bir embriyonun % 90'ı sudur. Su, aynı zamanda canlılar için bir yaşam ortamıdır (7-11).

Suyun yüzey gerilimi diğer sıvılarla karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Bunun yanında suyun birikiminden başka birçok hususta etkisi vardır. Su güneş ışınlarını geçirdiğinden canlıların su içerisinde ve derinlerde yaşamasına imkân sağlamaktadır. Su canlıların tüm metabolik olayları ile de doğrudan ilgilidir. Suyun donmuş halinin sıvı halinde yüzmesi başka maddelerde olmayan diğer farklı bir özelliğidir. Su, yaz mevsiminde ve gündüz vakitlerinde yavaş ısınırken, kendisinden daha ılık havadan ısı soğurarak; geceleyin ve kışın yavaş soğurken, daha soğuk havaya ısı salarak hava sıcaklıklarını dengeler. Su büyük bir ısı taşıyıcısı-soğurucusu olarak şu olaylardan sorumludur: Hayat için uygun dış ortam sıcaklığının aşırı şekilde değişmesinin önlenmesi, sahillerin iç bölgelere oranla daha ılıman iklime sahip olması, denizel çevrenin nispeten kararlı sıcaklıklarının sağlanmasıdır.

Su, doğada katı, sıvı ve gaz halinde olup iki hidrojen elementi ile bir oksijen elementi arasında oluşan bir kimyasal bağla ifade edilmesinin yanı sıra evrenin başlangıcından günümüze kadar var olan tüm canlılar için en önemli hayatı kaynaklar arasındadır (12).

Suyun organizmalar içinde aldığı görevler genel olarak şunlardır;

1. Su, makromoleküllerin yapı taşıdır. Hidrojen köprüleriyle su molekülüne bağlanan polisakkarit, protein, nükleik asitler gibi karmaşık makromoleküller, suyu düzenli bir şekilde tutma yeteneğine sahiptirler.
2. Su, küçük moleküllü maddeler için iyi bir çözücüdür. Organizmada birçok substrat, suda çözülmüş olarak bulunur, birçok metabolizma olayı sulu ortamda gerçekleşir ve metabolizma olayları sonucunda oluşan birçok artık ürün suda çözülmüş olarak atılır.
3. Su, iyi bir substrattır. Su, metabolizmanın birçok tepkimesine katılır; hidrolaz ve hidrataz grubu enzimler, kosubstrat olarak suya gereksinim gösterirler; oksidazlar ve solunum enzimleri, tepkime ürünü olarak su oluştururlar.
4. Su, iyi bir ısı düzenleyicisidir. Su, yüksek bir buharlaşma ısısına sahiptir. Organizmadan küçük miktarda su çıkması, büyük oranda ısı kaybına neden olur; terlemenin vücudu soğutucu etkisi bundan dolayıdır.
5. Su, enerjiyi düzenli bir şekilde yönetir. Hidratize yapılarda hidrojen bağları kovalent bağlara değişebilir veya tersi olabilir.
6. Su, bir kayganlaştırıcı olarak işlev görür. Hareketli organların çevrelerinde veya aralarındaki boşluklarda bulunan su, bunların hareketini kolaylaştırmaktadır.

1.2. Su Kalitesi Kavramı

Su kalitesi, suyun faydalı kullanımını etkileyen tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özelliklerin toplamıdır. Suyun belirli bir amaç için kullanımı söz konusu olduğunda su kalite özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Suyun kalitesi fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin analizleriyle açıklanmaktadır. Özel kullanımlar için değişik kalite özelliklerine ihtiyaç duyulabilmektedir.

Su kalitesi; su kaynağındaki canlılar üzerine türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir. Çeşitli nedenlerle su kalitesinin bozulması, akarsulardaki besleyici element dinamiği ve su kalitesi üzerine yapılan araştırmalar her geçen gün daha fazla önem kazandırmaktadır (13).

Su kalitesi ölçütleri ile su kalitesi standartları arasında ayırım yapmak çok önemlidir. Kriterler, suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini

bozan değişik maddeler üzerine getirilen nicelik ve nitelik yönünden limitsel sınırlamalardır. Standartlar ise, ölçütlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır.

Suyun belli bir amaç için kullanımı söz konusu olduğunda, suda o amaca uygun kalite özelliklerinin bulunması istenir. Öncelikle su kirliliğine neden olacak ve kirlilik etmeni veya tehdidi olabilecek problemlerin tespit edilmesi gerekir. Çeşitli nedenlerle kirlenen su kaynaklarının ıslah edilmesi, kirlenme sorunlarının oluşmasını önleyecek şekilde doğal kaynaklarının korunması için, su kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarına hız verilmesi gerekir.

Dünyada suya olan ihtiyacın artması, su kaynakları kalitesinin bilimsel yöntemlerle tespit edilmesini ve sürekli olarak izlenmesini son derece önemli kılmıştır. Su kalitesinin bilinmesi; suyun kullanım amacının belirlemesini sağladığı gibi mevcut kalitenin korunması ya da iyileştirilmesi açısından en önemli veridir.

Su kalitesi ölçütlerinin tespit edilmesindeki temel amaçlardan ilki suyun kirlenmekten korunmasıdır. Çünkü ne kadar özenle kirlilikten arındırılırsa arındırılırsın, suyun kirlenmesine neden olabilecek depolama, taşıma, kullanma kurallarına uyulmadıkça ve bu koşullar sağlanmadıkça su kolay kirlenebilir bir maddedir. Halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek sonuçların engellenebilmesi açısından özellikle önem taşımaktadır. Diğer amaç suyun insan ve hayvan atıktan ile kirlenmesinin engellenmesidir. Eğer bu sağlanamayacak olursa tüm enfeksiyon hastalıkları özellikle gastrointestinal hastalıklardan toplumun korunması mümkün olmayacaktır.

1.2.1. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli

Türkiye akarsu ve göller açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu coğrafyada belli başlı 36 adet akarsu bulunmaktadır. Dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120'den fazla doğal göl, 706 adet baraj gölü bulunmaktadır. Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm'dir. Bu değer yılda ortalama 501 milyar m³ suya denk gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeylerinden direk olarak ya da bitkiler aracılığıyla buharlaşmalar sonucunda atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar

m³'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Sonuç olarak ülkemizin net olarak yerüstü suyu potansiyeli yaklaşık 193 milyar m³ civarındadır. (Tablo 1.1.)

Tablo 1.1. Türkiye Su Kaynakları Potansiyeli (DSİ, 2012)

| SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Yıllık Ortalama Yağış | 643 mm/yıl |
| Türkiye'nin Yüzölçümü | 783.577 km ² |
| Yıllık Yağış Miktarı | 501 milyar m ³ |
| Buharlaşma | 274 milyar m ³ |
| Yer Altına Sızma | 41 milyar m ³ |
| Yüzey Suyu | |
| Yıllık Yüzey Akışı | 186 milyar m ³ |
| Kullanılabilir Yüzey Suyu | 98 milyar m ³ |
| Yer Altı Suyu | |
| Yıllık Çekilebilir Su Miktarı | 14 milyar m ³ |
| Toplam Kullanılabilir Su (net) | 112 milyar m ³ |
| Gelişme Durumu | |
| DSİ Sulamalarında Kullanılan | 32 milyar m ³ |
| İçme Suyunda Kullanılan | 7 milyar m ³ |
| Sanayide Kullanılan | 5 milyar m ³ |
| Toplam Kullanılan Su | 44 milyar m ³ |

Bir ülkenin su potansiyeline etki eden önemli unsurların başında yağış gelmektedir. Türkiye'de yağış miktarı ve yağış dağılışı üzerinde hava kütleleri-cephe sistemleri, yer şekilleri, coğrafi konum ve bitki örtüsü gibi faktörler etkili olmaktadır. Türkiye konumu itibariyle yıl içinde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Yıl içerisinde etki altında kaldığı konumlar itibariyle çeşitli değişimler görülür. Hava kütleleri ve cephelerin sıklıklarında mevsimsel değişimler görülür. Bu durum yağış miktarı, çeşidi ve yağışın dağılışı üzerinde etkili olur. Bunun yanında hava kütleleri, yer şekillerinin yükseltisi, uzanış doğrultusu ve zemin koşullarından etkilenecek termik - dinamik değişime uğrarlar, dolayısıyla yağış üzerinde etkili olurlar (14).

Türkiye'nin özellikle dağlık olan kıyı bölgelerinde yıllık yağış miktarı fazla olmaktadır (1.000~2.500 mm/yıl). Kıyılardan iç bölgelere doğru gidildikçe yağış azalış göstermektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere yağış getiren rüzgârlara cephesel olarak karşı olan yerler ortalama olarak fazla miktarda yağış

almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yıllık ortalama yağış miktarı 1198 mm' dir. Bu alanda bulunan illerden en fazla yıllık ortalama yağış miktarına sahip il Rize'dir (2346,3 mm). Giresun'da ise bu rakam 1267,7 mm/yıl'dır. Bölge ülkenin en fazla yağış alan yeri olmasına karşın, aşırı derecede eğimli bir arazide bulunmasından ve jeolojik yapısının genelde volkanik kayaç niteliğinde olmasından dolayı yer altı suyu ve kaynak suyu potansiyeli bakımından ülkenin en fakir bölgeleri arasında yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzey bölümünde, kuzeyden güneye doğru derin vadilerle kesilmiş ve oldukça eğimli bir topografyanın bulunması, mevsimlik su debisi değişiminin oldukça yüksek olmasına neden olmuştur. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yıllık yüzey suyu miktarı ise 15 milyar m³ düzeyindedir. Bu yüksek rakam Türkiye genelindeki yüzey suyu potansiyelinin yaklaşık % 7,9'una tekabül etmektedir (15- 16).

Ülkeler yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarına göre sınıflandırılır (Tablo 1.2.). Buna göre su varlığına göre ülkelerin sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

- Su Fakirliği: Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.000 m³'ten daha az.
- Su Azlığı: Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m³'ten daha az.
- Su Zenginliği: Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8.000-10.000 m³'ten daha fazla.

Tablo 1.2. Bazı Ülkeler ve Kıtaların Kişi Başına Düşen Kullanılabilir Su Potansiyeli (17)

| Bazı Ülkeler ve Kıtalar Ortalaması | Kişi Başına Düşen Su Miktarı (yıl/m ³) |
|------------------------------------|--|
| Irak | 2.020 |
| Lübnan | 1.300 |
| Türkiye | 1.735 |
| Suriye | 1.200 |
| Asya Ortalaması | 3.000 |
| Batı Avrupa Ortalaması | 5.000 |
| Afrika Ortalaması | 7.000 |
| Güney Amerika Ortalaması | 23.000 |
| Dünya Ortalaması | 7.600 |

Hızla artan nüfus ile birlikte su kullanım alışkanlıklarının değişmesi ve harcanan su miktarının artmasından dolayı su kaynakları üzerinde oluşabilecek sıkıntıları tahmin etmek mümkündür. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının ortalama 1.120 m³/yıl dolaylarında olacağı söylenebilir.

1.2.2. Su Kalite Sınıfları

Ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemek amacıyla su kalite sınıfları oluşturulmuştur. Belirlenen yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamaktadır.

Sular kullanım amaçlarına ve kriterlerine göre sınıflandırılabilir. Ancak, kalite kriterleri kullanım amaçlarını da belirlediğinden kalite kriterlerinin suların sınıflandırılmasında esas alınması gerekir.

Buna göre sular;

1. Kullanım amaçlarına göre;

- ✓ İçme suları
- ✓ Rekreasyon suları
- ✓ Şifalı özellikleri bulunan sular
- ✓ Sulama suyu

2. Kaynaklarına göre;

- ✓ Yüzeysel sular (Dere, çay, nehir, göl, baraj vb.)
- ✓ Yeraltı suları şeklinde incelenebilir.

1.2.2.1.Yüzeysel Sular

Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre yüzeysel sular; yer altı suyu hariç, iç sular, kıyı ve geçiş suları, bölgesel suları da içeren sular olarak

tanımlanmıştır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi yüzeysel su kategorisine giren akarsular 4 ana sınıfa ayrılır (Tablo 1.3.).

Tablo 1.3. Kirlilik Durumuna Göre Akarsu Sınıfları

| | |
|--|--|
| Sınıf I: Yüksek Kaliteli Su | <ul style="list-style-type: none">— Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini.—Yüzme sporları,—Alabalık üretimi,—Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı,—Diğer amaçlar. |
| Sınıf II: Az Kirlenmiş Su | <ul style="list-style-type: none">—İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini,—Rekreasyonel amaçlar,—Alabalık dışında balık üretimi,—Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite sınırlarını sağlamak şartıyla sulama suyu olarak,—Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar. |
| Sınıf III: Kirlenmiş Su | <ul style="list-style-type: none">—Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılır |
| Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su | <ul style="list-style-type: none">—I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder. |

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynaklarının kalitesine göre sınıflandırılması Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4. Kıta İçi Su Kaynakları Kalitesi (18)

| Su Kalite Parametreleri | Su Kalite Sınıfları | | | |
|---|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | I | II | III | IV |
| Genel Şartlar | | | | |
| Sıcaklık (°C) | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 30 | > 30 |
| pH | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 dışında |
| İletkenlik (µS/cm) | < 400 | 400-1000 | 1001-3000 | > 3000 |
| (A) Oksijenlendirme Parametreleri | | | | |
| Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a | > 8 | 6-8 | 3-6 | < 3 |
| Oksijen doygunluğu (%) ^a | 90 | 70-90 | 40-70 | < 40 |
| Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L) | < 25 | 25-50 | 50-70 | > 70 |
| Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L) | < 4 | 4-8 | 8-20 | > 20 |
| (B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri | | | | |
| Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) | < 0,2 ^b | 0,2-1 ^b | 1-2 ^b | > 2 |
| Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L) | < 0,002 | 0,002-0,01 | 0,01-0,05 | > 0,05 |
| Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L) | < 5 | 5-10 | 10-20 | > 20 |
| Toplam kjeldahl-azotu (mg/L) | 0.5 | 1.5 | 5 | > 5 |
| Toplam fosfor (mg P/L) | < 0,03 | 0,03-0,16 | 0,16-0,65 | > 0,65 |
| (C) İz Elementler (Metaller) | | | | |
| Cıva (µg Hg/L) | < 0,1 | 0,1-0,5 | 0,5-2 | > 2 |
| Kadmiyum (µg Cd/L) | ≤ 2 | 2-5 | 5-7 | > 7 |
| Kurşun (µg Pb/L) | ≤10 | 10-20 | 20-50 | > 50 |
| Bakır (µg Cu/L) | ≤20 | 20-50 | 50-200 | > 200 |
| Nikel (µg Ni/L) | ≤20 | 20-50 | 50-200 | > 200 |
| Çinko (µg Zn/L) | ≤200 | 200-500 | 500-2000 | > 2000 |

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

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

Uluslararası sağlık örgütlerine göre doğal sularda bulunan bazı su kalitesi parametrelerinin maksimum değerleri Tablo 1.5'te verilmiştir.

Tablo 1.5. Uluslararası Örgütlere Göre Su Kalitesi Değerleri

| Parametre | TÜRK STD (TS 266) 2005 | DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO) 2008 | ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2009 | AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998 |
|--|---------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| Bulanıklık (NTU) | 1 | 5 | 1 | 1 |
| BİRİNCİL STANDARTLAR (mg/L) | | | | |
| Alüminyum | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| Arsenik | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Baryum | - | 0,7 | 2,0 | - |
| Kadmiyum | 0,005 | 0,003 | 0,005 | 0,005 |
| Krom (Toplam) | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,05 |
| Florür | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 1,5 |
| Siyanür | 0,05 | 0,07 | 0,20 | 0,05 |
| Kurşun | 0,010 | 0,010 | 0,015 | 0,010 |
| Civa | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,001 |
| Nitrat (NO ₃) | 50 | 50 | 10 | 50 |
| Nitrit (NO ₂) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| İKİNCİL STANDARTLAR (ESTETİK), (mg/L) | | | | |
| Klorür | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Renk (birim) | 20 | 15 | 15 | - |
| İletkenlik (µS/cm) | 2500 | 2500 | - | 2500 |
| Sıcaklık (°C) | 25 | - | - | - |
| PH | 6,5-9,5 | 6,5 - 8,0 | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 9,5 |
| Sülfat | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Demir | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| Mangan | 0,05 | 0,1 | 0,05 | 0,05 |
| İLAVE PARAMETRELER, (mg/L) | | | | |
| Kalsiyum | 200 | 300 | - | - |
| Sertlik (CaCO ₃) | - | 500 | - | - |
| Sodyum | 200 | 200 | - | 200 |
| Potasyum | 12 | - | - | - |
| Amonyum | 0,5 | 1,5 | - | 0,5 |

1.2.2.2.Yeraltı Suları

Yerkabuğundaki geçirimli jeolojik ortamın doygun bölgesinde bulunan ve kıyıları, kaynakları, akarsu, göl ve deniz gibi su kütlelerini besleyen sular yer altı suları olarak tanımlanır.

Yeraltı suları kalitelerine göre üç sınıfta ele alınmıştır.

1. Yüksek Kaliteli Yeraltı Suları (I. Sınıf)

İçme suyu ve gıda sanayi olmak üzere her türlü amaç için kullanılabilen yeraltı sularıdır. Gerekli görüldüğünde uygun bir dezenfeksiyon yapılabilir. Yalnızca havalandırma ile gerekli oksijen sağlanıyorsa bu gibi sularda I. Sınıf yeraltı suyu olarak kabul edilebilir.

2. Orta Kaliteli Yeraltı Suları (II. Sınıf)

Bir arıtma işleminden sonra içme suyu olarak kullanılacak sulardır. Bu sular tarımsal su ve hayvan sulama suyu veya sanayide soğutma suyu olarak herhangi bir arıtma işlemine gerek duyulmadan kullanılabilir.

3. Düşük Kaliteli Yeraltı Suları (III. Sınıf)

Bu suların kullanım yeri, ekonomik, teknolojik ve sağlık açısından sağlanabilecek arıtma derecesi ile belirlenir (18).

1.3.Kirlilik ve Su Kirliliği

Su genel alıcı ortamlardan birisidir. Gerek insan eylemleri sırasında gerekse doğal yollardan suya devamlı kirletici verilmektedir. Verilen bu kirleticilerin miktarı suyun kendi kendini temizleme kapasitesini aşmadığı sürece, su kendi kendini temizler ve sorun olmaz. Bu durumun aksine suya verilen kirleticilerin miktarı suyun kendi kendini temizleme kapasitesini aşar ise, su kirliliği oluşur (19).

Su kirliliği, antropojin etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekonomik dengeleri bozan kalite değişimleridir.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 31.12.2004 tarihinde çıkarılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) “Tanımlar” başlıklı 3. Maddesi su kirliliğini, “...su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarda kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılması...” şeklinde tanımlamıştır (18).

Tablo 1.6. Yüzeysel sularda kirletici etki yapabilecek unsurların Dünya Sağlık Örgütü'nce (WHO) yapılan sınıflandırması (20)

| Kirlilik Etkeni | Kaynağı |
|--|--|
| Bakteriler, Virüsler ve Diğer Hastalık Yapıcı Canlılar | Hastalıklı veya hastalık taşıyan organizmalar |
| Organik Maddelerden Kaynaklanan Kirlenme | Ölmüş bitki ve hayvan artıkları |
| Endüstri Atıkları | Fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum vb. |
| Yağlar ve Benzeri Maddeler | Her türlü yağlar, petrol vb. |
| Sentetik Deterjanlar | Fosfat bazlı kimyasallar |
| Radyoaktivite | Radyoaktif maddeler (Plütonyum, uranyum, toryum vb.) |
| Pestisitler | Zararlılarla mücadelede kullanılan organik maddeler |
| Yapay Organik Kimyasal Maddeler | Petrol ve türevleri |
| Anorganik Tuzlar | Toksik değildir ancak yüksek tozda iken tehlike yaratırlar |
| Yapay ve Doğal Tarımsal Gübreler | Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor elementleri |
| Atık Isı | Termik santraller |

1.4. Sularda Kirlilik Etkenleri

Su, canlı yaşamının devamlılığı için gereken temel maddelerden biri ve pek çok canlının da yaşam alanı olması nedeniyle, başta insanlar olmak üzere tüm canlıların sağlığını etkilemekte ve su kirliliğine neden olmaktadır.

Ülkemizde su kirliliğine neden olan faktörler, sanayileşme, kontrolsüz şehirleşme, nüfus artışı, zirai mücadele ilaçları ile kimyasal gübreler şeklinde gruplandırılabilir. Su kirliliği bu faktörlerle bağlantılı olarak artmaktadır. Suları kirletme potansiyeli bakımından kirletici kaynakları şöyle sıralayabiliriz:

1. Endüstriyel organik atıklar
2. Endüstriyel inorganik atıklar
3. Endüstriyel atık ısı
4. Kanalizasyon atıkları
5. Tarımsal atıklar
6. Erozyon sonucu oluşan sedimentler
7. Asit maden suları
8. Petrol ve yağ kirlenmeleridir.

Endüstriyel üretimin artmasına paralel olarak su kirliliği ve dolayısıyla çevre kirliliği her geçen gün artmaktadır. Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan kirleticilerden olan sıvı atıklar, alıcı su ortamına deşarj edilmektedir. Sanayiden kaynaklanan su kirlenmesinin kontrol altına alınabilmesi ve önlenbilmesi için, endüstriyel kirlenmeyi azaltıcı önlemler alındıktan sonra ortaya çıkacak atık suların doğrudan veya dolaylı olarak alıcı ortamlara bırakılmasından önce uygun bir teknoloji ile arıtılması gerekmektedir.

Ülkemizde sanayi kuruluşlarının özellikle sıvı atıkları ile su kirliliğine ve buna bağılı olarak toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere neden olduğı ve çevre tahribatına yol açtığı söylenebilmektedir.

Sanayileşmenin neden olduğı sulardaki kirlenme, sanayi ürünlerinin atıkları ile kirlenmenin yanında, sanayi kuruluşlarının sıvı atıklarının doğrudan suya karışması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Sanayi faaliyetlerinin neden olduğı kirliliği, kirleticilerin niteliğine göre kimyasal, fiziksel, biyolojik, fizyolojik ve radyoaktif kirlilik olarak sınıflandırabiliriz (21).

Atık suların içerdiği organik maddelerin ayrıştırılmasını sağlayan bakterilerin yaşamsal faaliyetleri için tüketilen oksijen, alıcı ortamların oksijensiz kalmasına neden olur. Oksijensiz ortamlarda sucul canlıların yaşaması mümkün olmadığı gibi oksijensiz sular içme ve kullanma suyu temini, dinlenme gibi kullanım amaçlarına da uygun değildir (22).

Ülkemizde kentlerin hem sayısının hem de nüfuslarının giderek hızlı bir şekilde artması, kentlerin su ihtiyaçlarının sadece kaynak ve yer altı sularından karşılanmasını imkânsız hale getirmektedir. Bu nedenle hızla büyüyen kentlerin su ihtiyaçları, kaynak ve yeraltı sularının yanı sıra, büyük bir kısmı akarsu, baraj ve göllerden arıtma yapılarak karşılanmaktadır. Ayrıca son yıllarda teknolojik gelişmeler nedeniyle deniz suyundan arıtma yöntemiyle de içme suyu elde edilmektedir (23).

Hızla artan çarpık kentleşmenin sonucu olarak kanalizasyon sistemlerinden ve çöp depolama sahalarından kaynaklanan kirli sızıntı suları da yer altı suyu kirliliğinde önemli bir faktör olarak bilinmektedir (24,25).

Tarım tekniklerinin yanlış kullanılması sonucu oluşan toprak aşınması ile toprağın tarıma uygun, en verimli üst kısmı sürüklenerek su kaynaklarına karışmakta, içerdiği maddeler bazı yosun türlerini çoğaltarak, erimiş oksijen tüketimini artırarak

su canlılarının yaşamlarına etki etmektedir. Tarımsal faaliyetlerin neden olduğu kirlilik, tarlanın verimini artırmak için kullanılan yapay gübrelerin, hayvan atıklarının, bitki besin maddelerinin ve tarımsal mücadele ilaçlarının toprağa karışıp, su kaynaklarına ulaşmasıyla ortaya çıkar (21).

Günümüz tarım uygulamalarında pestisitlerin uygulanması önemli bir yer tutar. Fakat tarım uygulamalarında olumlu sonuçlar veren pestisitlerin fazla miktarlarda kullanılması toprak ve su ortamlarında çok tehlikeli olan toksik maddelerin oluşmasına sebep olabilir (26).

Su kaynaklarımıza, dışarıdan çeşitli enerji düzeylerinde maddeler girmektedir. Nitratlar ve fosfatlar gibi besin tuzları akarsuların drenaj alanları ile arıtmadan geçmemiş kentsel kanalizasyon ve endüstriyel sular yolu ile ortama katılırlar. Bu besin maddeleri su ortamında alglerin büyümesine neden olarak primer besin döngüsünde aşırı üretime neden olurlar. Sonuç olarak ortaya çıkan yoğun üretim nedeniyle ürün kalıntıları suyun derin tabakalarına çökerek burada çözünmüş oksijen derişiminde önemli azalmalara neden olurlar. Bunun yanında üst katmandaki fotosentez olayının günlük periyodik değişimleri tüm su kütlelerinde geceleri O_2 'nin tamamen yok olmasına neden olabilir. Oksijenin bu şekilde tükenmesi, sucul yaşamın önemli bir bölümünün ani ölümüne ve ortamda uzun süreli anaerobik durumların ortaya çıkmasına neden olur.

Ötrofikasyon doğal olarak meydana gelen bir olay olmakla beraber antropojen etkilerle hızı artmaktadır. Bundan dolayı ötrofikasyon yağmur suyu, doğal arazilerden gelen yüzey suları, kayaların aşınması ve bitki polenleri gibi nedenlerle oluşuyorsa doğal ötrofikasyondan söz edilebilir. Ancak çoğunlukla insan aktiviteleri sonucu, tarımsal aktivitelerle, kanalizasyon ve endüstriyel atık suların su ortamına ulaşması gibi nedenlerle yapay olarak meydana gelmektedir (27).

Dünyada su kirliliğinin bazı hastalıklara neden olduğu ve bu hastalıklardan en fazla karşılaşılanın ishelli hastalıklar olduğu bilinmektedir. Buna ek olarak yetersiz beslenme sonucu bağışıklık sistemi zayıflığı nedeniyle su ile ilişkin hastalıklardan etkilenme de olduğu ifade edilmektedir. Sıtma da bu konuda önemli olan bir başka sağlık sorunudur (28).

1.5. Su Kalitesi Parametreleri

1.5.1. Sıcaklık

Su sıcaklığı, suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmesi, su ortamında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların hızını ve gazların çözünürlüğünü etkilemesi bakımından sucul yaşam için çok önemli bir parametredir. Sucul organizmaların üreme, beslenme ve metabolik faaliyetlerini de etkiler (29).

Akarsularda su sıcaklığının yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği ayrıca, akarsu yatağında gölge yapan bitkilerin bulunması, akarsu önünde oluşabilecek setler, soğuk su karışımları ve akarsu içine akan yeraltı sularının su sıcaklığının değişmesinde etkili olduğu ifade edilmiştir (30).

Su sıcaklığı balık yaşamında önemli olması sebebiyle balıklar soğuk su, ılıman ve sıcak su balıkları olarak sınıflandırılmıştır (31). Yüzey sularının sıcaklığı normal şartlarda 0-30 °C arasında değişim gösterirken, kış aylarında minimum, yaz aylarında ise maksimum değerlerde olmaktadır.

Su sıcaklığı diğer birçok parametreyi etkilediği gibi su içinde bulunan maddelere de çözünme hızı ve çözünme miktarı olarak etkisi vardır. Sıcaklığın suyun yapısında ve canlılık faaliyetlerinde önemli etkileri vardır. Sıcaklığın, suyun yoğunluğuna, viskozitesine, bulanıklığına, gazların çözünürlüğüne ve sudaki kimyasal reaksiyonların seyir ve hızına etkisi olduğu bilinmektedir. Sıcaklık diğer çevre faktörlerine ve su kalitesi parametrelerine göre daha fazla önem arz etmektedir.

Su kaynaklarında sıcaklık, evsel atık suları, endüstriyel ve sanayi kollarının alıcı ortama bıraktığı farklı sıcaklıklardaki atıklar su sıcaklığında değişikliklere neden olmaktadır. Sıcaklıktaki bu değişimler ekosistemi olumsuz etkilemekte, suyun kalitesinde de bozulmalara neden olmaktadır.

1.5.2. pH

Sularda pH, suyun asidik veya bazik durumunu göstermektedir. Su içerisindeki hidrojen iyonu konsantrasyonu 10 tabanına göre negatif logaritması pH olarak tanımlanmaktadır. pH'sı 7 olan sular nötr sular olarak tanımlanmaktadır. $pH = -\log [H^+]$, pH= 7 ise nötr, pH<7 ise asidik, pH>7 ise bazik sulardır. Nötr sularda H^+ ve OH^- iyonları denge halindedir. Bu tür sularda asidik veya bazik reaksiyonlar

gerçekleşmemektedir. Suyun pH'sının 7'nin altına düşmesi demek H^+ iyonu konsantrasyonunun artması anlamına gelmektedir ve suya asidik karakter kazandırmaktadır. OH^- iyonu miktarının artması ise pH'nın 7'nin üzerinde bir değer alması ve suyun bazik karakterde olması şeklinde ifade edilmektedir. pH değerleri 0-14 arasında değişir. Yüzeysel sulara genellikle pH 8 den büyük değerlerdedir. Yer altı suları bu durumun tam tersi 7 nin altında asidik karakterdedir. Yer altı sularındaki bu durum çözülmüş karbondioksit, diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişir.

Sulardaki bu asidik ve bazik durum biyolojik yaşamı ve kimyasal dengeyi sağlamak üzere çok iyi bilinmeli ve kontrol edilebilmelidir. pH, suyun korozif veya çökeltme eğiliminin önemli bir ölçütüdür (32). Doğal suların pH dereceleri, normal koşullarda 4-9 arasında seyrederek. Sudaki pH, genelde karbonat sistemi ile dengelenmektedir. Buna göre, suda karbondioksit (CO_2), karbonik asit (H_2CO_3), bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonat (CO_3^{2-}) iyonları, bir denge halindedir. Bu denge, suyun pH değerini belirler ve etkiler. Dengenin CO_2 'a doğru kayması durumunda, pH düşer, CO_3^{2-} 'a doğru kayması halinde ise, pH artar. Genellikle, düşük pH'ya bataklıklarda, yüksek pH'ya ise akarsularda rastlanılmaktadır.

1.5.3. Çözülmüş Oksijen

Doğal sulara çözülmüş oksijen ve sıcaklık, biyolojik faaliyetleri düzenleyen en önemli faktörlerdir. Çözülmüş oksijen değerleri basınç ile artar ve sıcaklıkla azalır. Sıcaklıkla ters orantılı olan çözülmüş oksijen, sıcaklık arttıkça azalır ve sıcaklığın azalmasıyla birlikte artar (33,34).

Su kaynaklarında çözülmüş oksijen miktarı fazlalığı tüm canlılar için daha faydalı bir durum teşkil etmektedir. Oksijen doğal sulara suyun kendini yenilemesini sağlamanın yanında biyokimyasal reaksiyonlar için gereklidir. Sudaki oksijen kaynağı, atmosferden suya olan geçişler ve fotosentez sonucunda üretilen oksijenin suya kazanımıyla gerçekleşmektedir.

Doğal sulara oksijen miktarı; sıcaklık, tuzluluk, türbülans, alglerin ve bitkilerin fotosentez aktiviteleri ve atmosferik basınçla değişir. Yüksek organik madde ve nutrientler içeren atık deşarjları, organik maddelerin parçalanması süresince meydana gelen mikrobiyal aktivitenin artmasına neden olur ve ortamdaki çözülmüş oksijen derişimini düşürür. Oksijen derişiminin doğal ya da antropojenik

sebeplerle aşırı düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin bir sonucu olarak sediment su yüzeyinde anaerobik koşullar meydana gelebilir (35).

Sudaki çözülmüş oksijen derişimini azaltan faktörlerin başında ise, bitki ve hayvanların solunumu, oksidasyon olaylarını içeren çeşitli kimyasal ve biyolojik olaylarla atmosferle ilişkide olan ve oksijence daha zengin yüzey sularından oksijen kaybı söylenebilir. Genellikle yaz aylarındaki sıcaklık artışı oksijen miktarının azalmasına neden olmaktadır (36).

Tablo 1.7. Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki (37)

| Sıcaklık (°C) | Çözülmüş Oksijen (mgL ⁻¹) | Sıcaklık (°C) | Çözülmüş Oksijen (mgL ⁻¹) | Sıcaklık (°C) | Çözülmüş Oksijen (mgL ⁻¹) |
|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| 0 | 14,6 | 12 | 10,8 | 24 | 8,5 |
| 1 | 14,2 | 13 | 10,6 | 25 | 8,4 |
| 2 | 13,8 | 14 | 10,4 | 26 | 8,2 |
| 3 | 13,1 | 15 | 10,2 | 27 | 8,1 |
| 4 | 13,1 | 16 | 10,0 | 28 | 7,9 |
| 5 | 12,8 | 17 | 9,7 | 29 | 7,8 |
| 6 | 12,5 | 18 | 9,5 | 30 | 7,6 |
| 7 | 12,2 | 19 | 9,4 | 35 | 7,1 |
| 8 | 11,9 | 20 | 9,2 | 40 | 6,6 |
| 9 | 11,6 | 21 | 9,0 | 45 | 6,1 |
| 10 | 11,3 | 22 | 8,8 | 50 | 5,6 |
| 11 | 11,1 | 23 | 8,7 | | |

Doğal tatlı suyun çözülmüş oksijen kapsamı, 0-30⁰C sıcaklıklar arasında 5–15 mgL⁻¹ düzeyleri arasında değişir. Sıcaklık ve derinlik arttıkça, suyun oksijen içeriği düşmekte, tersi durumlarda ise artmaktadır (Tablo 1.7.). Suyun tuz derişimi de çözülmüş oksijenle ters orantılıdır. Tuzluluğu yüksek sularda çözülmüş oksijen miktarının az olması beklenmektedir.

Organik maddelerin biyolojik ayrışmaları, kimyasal maddelerin okside olaylarının ve canlıların solunumu ile çözülmüş oksijen konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Çözülmüş oksijen gün içerisinde artma ve azalma

eğilimleri gösterebilmektedir. Su kaynağındaki faaliyetlerin çözülmüş oksijen miktarına olumlu ya da olumsuz etkisi olmaktadır.

1.5.4. Toplam Sertlik ve Toplam Alkalinite

Suların sertliği, su içerisinde çözülmüş olarak bulunan toplam Ca^{++} ve Mg^{++} miktarının kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) eşdeğeri olarak tanımlanmaktadır. Bunun sebebi sudaki mevcut iyonlara göre daha fazla oranda Ca^{++} ve Mg^{++} iyonlarının bulunmasıdır. Sularda sertlik, o suyun temas ettiği topraklardaki minerallerin su içerisinde çözünmesiyle değişiklik gösterir. Suyun sertliği içerisinde çözülmüş Ca^{++} ve Mg^{++} nadiren de Sr^{++} ve Ba^{++} 'un bikarbonatları geçici sertlik veya karbonat sertliği vermektedir.

Suların önemli özelliklerinden biri olan sertlik, buldukları yerin jeolojik yapılarına göre değişir. Suların sertliği, başta kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağını, karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda kalsiyum bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur. Suyun sertliğini meydana getiren diğer önemli iyon ise magnezyumdur. Magnezyum klorofilin bileşiminde bulunduğundan klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşır. Bakteriler, alg ve mantarlarda fosfor metabolizmasını düzenler (38,39).

Çeşitli ülkeler farklı sertlik dereceleri kullanmaktadır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanları ve karşılığı olan kalsiyum oksit ve kalsiyum karbonat miktarları şu şekildedir:

1. Fransız Sertlik Derecesi (FS) : Litrede 10 mg $CaCO_3$ suyun sertliği, 1 Fransız Sertlik Derecesidir.
2. İngiliz Sertlik Derecesi (IS) : 700ml suda 10 mg $CaCO_3$ suyun sertliği, 1 İngiliz Sertlik Derecesidir.
3. Alman Sertlik Derecesi (AS) : Litrede 10 mg kalsiyum oksit (CaO_3) kapsayan suyun sertliğidir.

$$1 \text{ Fransız Sertliği} = 0,56 \text{ Alman Sertliği} = 0,7 \text{ İngiliz Sertliği} = 10 \text{ ppm}$$

Ülkemizde Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. Çeşitli ülkelerin kullandıkları sertlik birimlerine göre suların sınıflandırılması Tablo 1.10'da gösterilmiştir.

Tablo 1.8. Bazı Ülkelerin Sertlik Birimlerine Göre Suların Sınıflandırılması

| Suyun Sertliği | Fransız Sertlik Derecesi | Alman Sertlik Derecesi | İngiliz Sertlik Derecesi |
|----------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Çok Yumuşak | 0- 4 | 0- 7,2 | 0- 5 |
| Yumuşak | 5- 8 | 7,3- 14,2 | 6- 10 |
| Orta Sert | 9- 12 | 14,3- 21,5 | 11- 15 |
| Oldukça Sert | 13- 18 | 21,6- 32,5 | 16- 22,5 |
| Sert | 19- 30 | 32,6- 54 | 22,5- 37,5 |
| Çok Sert | >30 | >54 | >37,5 |

Suyun pH nötralize etme kapasitesi anlamına gelen alkalinite ise su içerisindeki hidroksit (OH^-), karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarından kaynaklanmaktadır. Bazı boraks, silikat ve fosfat gibi gruplarda nispeten alkaliniteyi etkilemektedir. Toplam alkalinitenin pH üzerine tamponlayıcı etkisi bulunmaktadır. Alkalinitesi düşük olan suların pH değişimlerine karşı dirençleri zayıftır. Böyle sularda pH dalgalanmaları sık olmakta ve sucul canlılara zarar verebilmektedir (40). Yüksek alkali sularda ise gün içerisindeki pH değişim aralığı küçük değerlerde gözlenmektedir. Doğal sularda alkalilik, $20\text{-}300 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$ arasında olmaktadır. Alkalinitesi 20 mgL^{-1} 'den az olanlar düşük alkali sular, 300 mgL^{-1} değerinden daha fazla olanlar ise yüksek alkali sular şeklinde ifade edilmektedir. Sucul canlılar için ideal alkali değeri $75\text{-}150 \text{ mgL}^{-1}$ arasında değişmektedir (41).

Toplam sertlik ve toplam alkalinite değerleri birbirine eşit ise Ca ve Mg iyonlarının tamamının karbonat ve bikarbonat gruplarıyla bileşik halinde olduğu söylenebilmektedir. Toplam alkalinite değerinin toplam sertlik değerinden yüksek olduğu durumlarda ise karbonat ve bikarbonatların kalsiyum ve magnezyum iyonlarından başka sodyum ve potasyum iyonları ile de bileşik halinde olduğu söylenebilmektedir. Bir başka durumda da toplam sertlik değerinin toplam alkalinite değerinden yüksek olduğunda kalsiyum ve magnezyum iyonlarının bir kısmı karbonat ve bikarbonatlarla, bir kısmının da sülfat, klorit, silikat veya nitrat gibi gruplarla bileşik halinde olduğu ifade edilebilmektedir.

1.5.5. Toplam Fosfor

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atıklardan özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Akarsularda ve göllerde çözülmüş organik fosfat, çözülmüş inorganik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur. Çözülmüş inorganik fosfat fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanıp ve besin zincirine katılmaktadır (42).

Canlı protoplazmanın kuru ağırlık olarak yaklaşık %2'sini fosfor oluşturur. Bu yüzden fosfor, özellikle fotosentezle üretim yapan ototrof canlıların büyümelerini kısıtlayıcı bir etkiye sahiptir. Heterotrof mikroorganizmaların büyümesinde de fosfor önemli bir role sahiptir. Gerekli olan fosforun suda yeterli miktarlarda mevcut olmaması, bu canlıların büyümesini sınırlayabilir (43).

İnsan atığında genellikle ortofosfat ve bunun yanı sıra diğer biyolojik bileşiklerdeki fosfat bulunur. Bu biyolojik moleküller; nükleik asitler, fosfolipidler ve fosfor içeren proteinlerdir. Evsel ve endüstriyel atık sularda fosfor çoğunlukla polifosfatlar şeklinde bulunur. Deterjanlardaki fosforun %99'u pirofosfat ve tripolifosfatlar şeklindedir.

Sucul ortamlarda toplam fosfor miktarı, inorganik ve organik fosfat gruplarının toplamı anlamına gelmektedir. Ortofosfat olarak bilinen inorganik fosfatlar çözünebilir reaktif fosforlar (SRP) şeklinde de tanımlanabilmektedir. SRP'ler sucul canlıların hayatsal faaliyetlerinde kullandıkları bileşiklerdir. Polifosfatlar ise, birden fazla ortofosfat molekülünden su çıkması ile elde edilen, su ortamında zamanla hidrolize uğrayıp tekrar orto hallerine dönen fosfor gruplarıdır.

Fosfor su ortamında oluşan ötrofikasyonun en temel elementidir (44). Çeşitli yollarla alıcı ortama giren fosfor büyük nehirler ve denizlere ulaştığında su içerisindeki alglerin gelişimini hızlandırır. Bunun neticesinde daha çok üreme meydana gelerek su kalitesi parametrelerinde büyük değişiklikler meydana getirir.

1.5.6. Azot ve Sucul Ortamlarda Bulunan Formları

Sularda en çok bulunan gazlardan biri olan azot, canlı yapısının temel elementlerinden biri olup sudaki durumu atmosferdeki azot dengesiyle ilgili ve canlıların besinlerinin olmazsa olmaz bir bileşenidir. Doğal sularda bulunduğu haller amonyum, amonyak, nitrit iyonu ve nitrat iyonu şeklinde olmaktadır. Serbest azot atomu veya iyonları halinde bulunmamaktadır.

Su içerisinde iyonize olmamış ve iyonize olmuş halde bulunan amonyağın ikisi birden toplam amonyağı oluşturur. Toplam amonyağın etkisi ise azot üzerinden ifadelendirildiğinde verilen değerler toplam amonyak içindeki azot miktarıdır ve bu toplam amonyak azotu (TAN) şeklinde tanımlanmaktadır. Sıcaklık ve pH değerlerine bağlı olarak toplam amonyak azotu içerisindeki iyonize olmuş amonyak ve iyonize olmamış amonyak miktarları belirlenmektedir.

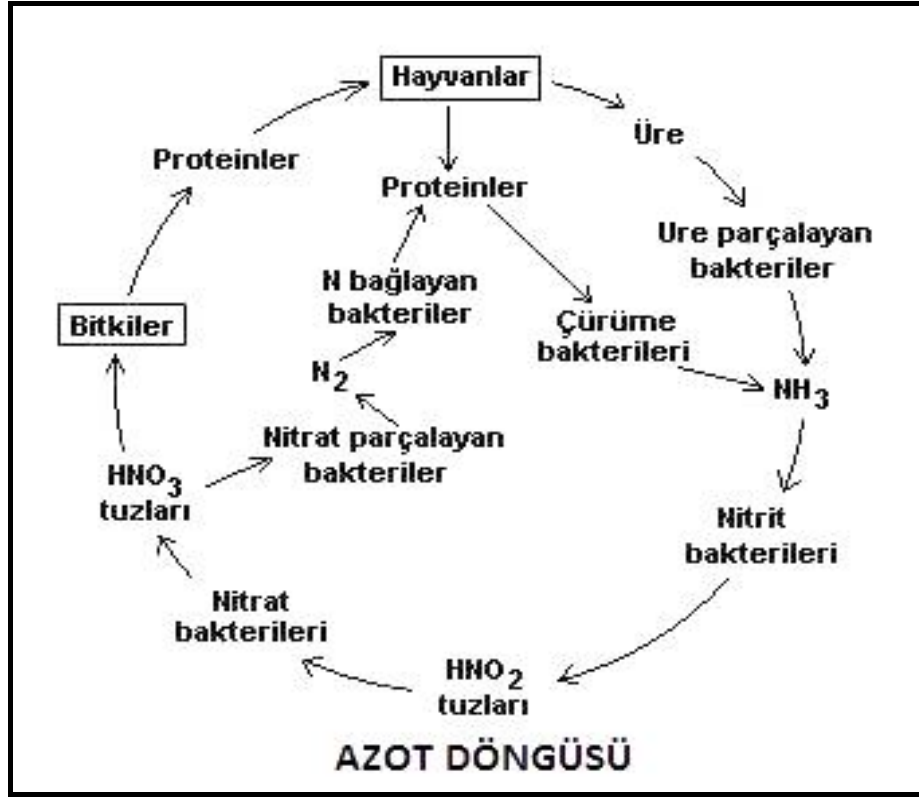
Sucul ortamlarda ki amonyak, organik kirlilik ve balıkların metabolik atıkları sonucunda ortaya çıkan toksik bir maddedir. Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyum amonyağa dönüşerek su ortamı içindeki sucul canlılar için toksik hale gelebilmektedir (45). Amonyum iyonları birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir. Suda amonyak birikimi sucul organizmalara toksik etki gösterir. Amonyak, yaklaşık 0.2 mg/L gibi düşük derişimlerde balık ve diğer sucul yaşama toksiktir (46).

Suda amonyak birikimi, sucul organizmalara toksik olduğundan istenmez ve pH arttıkça toksik etkisi azalır. Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkilere sahiptir ve ötrofikasyon ile oksijen bilançosuna etkisi en önemlileridir. Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretim üzerinde oldukça fazla etki ederek ötrofikasyona neden olabilir. Ancak ötrofikasyonun asıl kaynağı fosforlu bileşiklerdir (47). Hafif asitli veya düşük alkali sularda ise amonyak zehirlenmesi riski yok denecek kadar azdır. Doğal sularda amonyak ve amonyum arasındaki dönüşüm şu şekildedir:



İyonize olmamış amonyak ve iyonize amonyağın çözeltideki denge halinin pH ile bozulması, pH değerinde ki bir birimlik artışın amonyak miktarının yaklaşık on

kat artması şeklinde de ifade edilebilir. Doğada azot gazı ve formları ile protein gibi organik bileşikler arasında kimyasal değişimler olur ve azot devri meydana gelir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Doğada Azot Döngüsü

Yüzey sularına karışan azot kaynakları temel olarak doğal, evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklardır. Azot, canlıların yapısını oluşturan temel elementlerden biridir. Canlı bünyesinde, besin maddelerinde ve ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü içerisinde sürekli aktif durumdadır (48).

Biyolojik azot döngüsünün ilk basamağı olan amonyak bazı özel bakteri kolonileri tarafından özel şartlarda nitrit (NO_2^-) ve nitrata (NO_3^-) dönüştürülür. Nitrat tatlı su ekosistemlerinde azot döngüsünün doğal tamamlayıcı bileşenidir. Nitrit ise amonyak ve nitrat (NO_3^-) arasında oksidasyon sonucu oluşan bir ara formdur.

Tablo 1.9. Sucul Ortamlarda Bulunan Başlıca Azot Formları.

| Form | Sembol | Sucul Ortamdaki Rolü |
|---------------------------------|-----------------|---|
| Azot | N_2 | Etkisiz gazdır. Atmosferden su içine ve dışına hareket eder, önemi yoktur. |
| Organik Azot | Org-N | Serbest amonyağın parçalanmasıyla oluşur. |
| İyonize olmamış Amonyak | NH_3 | Sucul hayvanlar için oldukça toksiktir. Yüksek pH'da daha çok ortaya çıkmaktadır. |
| İyonize olmuş Amonyak (Amonyum) | NH_4^+ | Çok yüksek konsantrasyonları dışında toksik değildir. Düşük pH'da daha çok ortaya çıkmaktadır. |
| Toplam Amonyak (TAN) | $NH_3 + NH_4^+$ | İyonize ve iyonize olmamış amonyağın toplamıdır. Çoğunlukla amonyak testlerinde toplam amonyak azotu olarak ölçüm yapılır. Nitrifikasyon bakterileri ile nitrite dönüşür. |
| Nitrit | NO_2 | Sucul hayvanlar için toksiktir ve nitrifikasyon bakterileri ile nitrate dönüşür. |
| Nitrat | NO_3 | Çok yüksek konsantrasyonları dışında toksik değildir. Su bitkileri tarafından kullanılabilir. |

1.5.7. Tuzluluk

Tuzluluk, deniz suyunu diğer doğal su kaynaklarından ayıran en belirgin özelliğdir. Suda erimiş toplam tuz miktarı olarak ifade edilmektedir. Daha kapsamlı bir tanım yapacak olursak 1 kg deniz suyunda tüm karbonatlar okside, bromür ve iyodür klorüre dönüştükten, organik maddelerde yükseltgendikten sonra kalan deniz suyu 480°C'de sabit tartıma getirildiğinde elde edilen kütlenin gram olarak ağırlığıdır. İç sularda tuzluluk dört kation grubu (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) ve dört anyon grubundan (HCO_3^- , CO_3 , SO_4 , Cl^-) oluşur. İç sulardaki düşük tuzluluk derecesi canlıların dağılımını etkilemektedir. Bazı alg ve bakteriler sadece hafif miktarlarda tuzluluk farklılıklarına dayanabilirken, ilkel bitki ve hayvanların birçoğu yüksek miktarlardaki tuzluluk farklarına dayanabilmektedir (39).

1.5.8. İletkenlik

Suda çözünen tuzların toplam konsantrasyonunun ölçüsü iletkenlik ile ifade edilmektedir. Tuzlar suda elektrik iletkenliğine sahip yüklü iyonlar halinde

çözünmektedirler. Sudaki iyon sayısı ne kadar fazla ise elektriksel kondüktivitesi o kadar yüksek olmaktadır. Elektriksel kondüktivite (iletkenlik), çözültideki atık madde miktarını ve tuzlulukla ilişkisini yaklaşık olarak gösterir. İletkenlik 1 cm²'lik alanda 1 cm aralıkla duran iki platin elektrot arasındaki direncin ölçümü olarak ifade edilir ve 25°C'de her cm için mikroohms veya megaohms olarak belirtilmektedir. Son yıllarda kondüktivite birimi olarak μScm^{-1} kabul edilmektedir. Genellikle doğal sularda iletkenlik yaklaşık olarak çözülmüş katı maddelerin toplamı anlamına gelmektedir. Elektrik iletkenliği, su içerisinde çözülmüş mineral maddelere bağlı olarak değişmektedir. Tuzluluk ve suyun yoğunluğu arttıkça iletkenlik de artar (49). Elektriksel iletkenliğin su akışları vasıtasıyla bölgenin jeolojisi tarafından öncelikli derecede etkilendiği, sıcaklığın artmasıyla elektriksel iletkenliğin arttığı ve bazı katyonlarla değişim gösterdiği rapor edilmiştir (30).

1.5.9. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

Oksidasyon redüksiyon potansiyeli anlamına gelen ORP, bir çözeltinin oksitlendirme veya indirgeme gücünü milivolt (mV) değeri olarak belirleyen bir ölçümdür. Redoks potansiyeli olarak da adlandırılır. Oksidasyon redüksiyon elektron transferi ile ilgili olup elektron kaybı ya da elektron kazanmanın birlikte gerçekleştiği bir olaydır. Su kaynağında oksidan maddelerin fazlalığı oksidasyon redüksiyon potansiyelinin yüksek olduğu anlamına gelir. Redüktan maddelerin fazlalığında ise oksidasyon redüksiyon potansiyeli düşüktür. Anaerob bakteriler düşük bir oksidasyon redüksiyon potansiyeline gereksinim duyarlar.

ORP ölçümü suyun kalitesini belirler. Ölçüm sonucu pozitif bir değer çıkmışsa bu suyun oksidasyon yani paslandırma ve bozucu/çürütücü etkilerinin olduğunu, negatif bir değer çıkmışsa bu suyun paslanmayı engelleyici özellikte yani antioksidan güce sahip olduğunu gösterir.

1.5.10. Toplam Çözülmüş Madde (TDS)

Toplam çözülmüş madde, su içinde çözülmüş halde bulunan ve kum filtresi gibi basit filtrasyon yöntemleri ile tutulamayan mineralleri, anyonları, katyonları, ağır metal iyonlarını ve az miktarda organik maddeleri içeren bir ölçüm olup suların mineral ve iyon zenginliğini gösteren önemli bir parametredir. Doğal kaynaklarda toplam çözülmüş madde konsantrasyonları açısından farklılık gösterir.

Sudaki çözünmüş maddeler, suda çözünmüş az miktardaki organik madde ve inorganik tuzların varlığından ileri gelir. Çözünmüş üç madde içinde bulunan başlıca iyonlar, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Yüzey suları ve yer altı suları temas halinde oldukları taşlardan ve kayalardan mineral çözerek yapısına dâhil eder. Çözünmüş inorganik maddeler suda iyon halinde bulunur. Evsel atıklar, şehir drenaj suları ve endüstriyel sulardan da toplam çözünmüş maddeler su kaynaklarına dâhil olur.

Toplam çözünmüş madde iletkenlikle orantılı olan bir parametredir. Ayrıca sulara ağır metaller ve organik maddelerde dâhil olabilmektedir. Çözülmüş organik kimyasallar, pestisitler, herbisitler gibi küçük miktarlarda bile insan ve hayvanlar üzerinde toksik etki gösterirler.

Tablo 1.10. Çözünmüş Toplam Madde Miktarına Göre Su Sınıflandırılması

| Çözünmüş Madde Miktarı (mgL ⁻¹) | Sınıf |
|---|------------|
| 0-1000 | Tatlı Su |
| 1000-10.000 | Acı Su |
| 10.000-100.000 | Tuzlu Su |
| 100.000'den fazla | Deniz Suyu |

1.5.11. Askıda Katı Madde (AKM)

Doğal sularda ve atık sularda bulunan çözünmüş ya da askıda olan maddeler katı maddelerdir. Toplam katı madde filtre edilebilen ve filtre edilemeyen maddelerin toplamıdır. Filtre işleminden sonra çözünmüş madde ve askıda katı madde olarak isimlendirilir. Askıda katı maddeler ise çökebilen ve çökemeyen maddeleri kapsamaktadır. Kaya parçaları, çamur, sediment maddeleri, kil mineralleri, koloidal organik madde parçaları ve planktonlardan oluşur. İnsanların aktiviteleri sonucu yüzey sularının askıda katı madde miktarında artış olabilir. Doğal çevresel faktörler ve iklim, askıda katı madde miktarında değişikliklere neden olmaktadır.

Akarsularda bulunan katı ve askıdaki maddeler, güneşten gelen enerjiyi engelleyerek karbondioksit ve oksijen dengesini bozmakta olup suyun kalitesini etkileyerek kullanma ve içme özelliğini değiştirmektedir (50).

Bol yağış alan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde en önemli sorunlardan biri akarsularla yoğun şekilde askıda katı maddenin kıyı bölgelerine taşınmasıdır.

Özellikle yağmurlu dönemlerde bu taşınım artmaktadır (51). Askıda katı madde belli bir miktardan sonra genellikle suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olan, dolayısıyla suyun bulanıklaşmasını, yoğunlaşmasını, toksisitesini artırabilen, ışık geçirgenliğini ve oksijen miktarını azaltarak fauna ve flora üzerine çökerek su canlılarına zarar verir (43).

1.5.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Biyolojik oksijen ihtiyacı organik maddelerin aerobik koşullarda mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri ayrıştırmaları için gerekli oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin toplamını gösteren parametredir. Organik maddeler bakteriler için gıda maddesidir. BOİ deneyinde, kanalizasyon ve endüstri atıklarının organik yük cinsinden kirlenme derecesi eşdeğer oksijen miktarı cinsinden tayin edilir (Tablo 1.8.).

Tablo 1.11. Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerlerine Göre Suların Sınıflandırılması (18)

| BOİ ₅ (mgL ⁻¹) | Su Kalitesi |
|---------------------------------------|-------------|
| 0-15 | Temiz |
| 15-30 | Orta |
| >30 | Kirli |

*Bu değer içme sularında 1.5'i geçmemelidir.

BOİ, sadece organik maddenin sınırlı olduğu ve dışarıdan oksijen alamayacağı koşullarda, karanlıkta ve 20°C sabit sıcaklıkta, 5 gün süreyle bekletilen bir miktar numune içindeki karbonlu organik maddelerin yükseltgenmesiyle oluşan, çözülmüş oksijen konsantrasyonundaki düşüğe eşdeğerdir. BOİ deneylerinde meydana gelen reaksiyonlar biyolojik faaliyetlerin sonucudur. Reaksiyon hızı, sıcaklık ve suyun kirliliğine bağlıdır. BOİ'nin büyüklüğü; suda parçalanabilecek organik maddelerin doğası ve konsantrasyonu, mikroorganizmaların doğası, sayısı ve adaptasyonu, mikroorganizmalar için besinlerin doğası ve miktarı, inkübasyon süresi, sıcaklık, ışık etkileri ve toksik etkilere sahip maddeler ile biyolojik ve/veya biyokimyasal proseslerin etkileri gibi birçok faktörden etkilenir.

1.6. Önceki Çalışmalar

Boran ve Sivri (52) Trabzon Solaklı ve Sürmene dereleri çalışmalarında yıllık ortalama sıcaklık değerini 10,6°C, Sukatar ve arkadaşları (53) İzmir Menemen Emiralem deresinde yaptıkları çalışmada ortalama sıcaklık değerini 18,2°C, Crabill

ve arkadaşları (54) Arizona Oak deresinde yaptıkları çalışmada ortalama sıcaklık değerini 17,2 °C, Bulut ve arkadaşları (55) Selevir Baraj Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama sıcaklığı 13,1°C, Çiçek ve Ertan (56) Antalya Köprüçay Nehri'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama sıcaklık değerini 13,94°C, Tepe ve Mutlu (57) Hatay Harbiye Kaynak Suyu çalışmalarında ortalama sıcaklık değerini 15,73°C, Taş ve arkadaşları (58) Ordu Ulugöl' de yapmış oldukları çalışmada ortalama sıcaklık değerini 16,22°C olarak bulmuşlardır.

Çözünmüş oksijen miktarını yıllık ortalama olarak Tepe (40) Hatay Reyhanlı Yenişehir Gölü' nde yaptığı çalışmada 7,76 mg/L, Hunt ve Sarıhan (59) Adana Sarıçam Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama çözünmüş oksijen değerini 1,10 mg/L, Taşdemir ve Göksu (60) Hatay Asi Nehri'nde yaptıkları çalışmada çözünmüş oksijen değerini 7,77 mg/L'dir. Şen ve Gölbaşı (61) Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nda yaptıkları çalışmada yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerini 8,82 mg/L, Yılmaz (62) Muğla Mumcular Barajı'nda yapmış olduğu çalışma sonucunda yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerini 10,2 mg/L'dir. Bulut ve arkadaşları (63) Afyonkarahisar Karakuyu Gölü'nde yaptıkları çalışmada aynı parametreyi ortalama 5,58 mg/L, Dirican ve Musul (64) Sivas Çamlığöze Baraj Gölü'nde yapmış oldukları çalışmada ortalama çözünmüş oksijen değerini 8,25 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

Gedik ve arkadaşları (65) Rize Fırtına Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 7,16, Shehata ve Badr (66) Mısır Nil Nehri'nde yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 8,22, Bozkurt ve Tepe (67) Hatay Gölbaşı Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama pH değerini 7,52, Jain ve Singh (68) Hindistan Anasagar Gölü'nde yaptıkları çalışmada maksimum ve minimum pH değerini 7,3-8,9, Kalyoncu ve arkadaşları (69) Ağlasun Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 7,5, Mert ve arkadaşları ise (70) Konya Apa Baraj Gölü'nde yapmış oldukları çalışmada ortalama pH değerini 7,84 olarak saptamışlardır.

Tepe ve arkadaşları (71) Hatay Yayladağı Görentaş Göleti'nde yaptıkları çalışmada ortalama tuzluluk değerini 0,2 ppt, Verrep ve arkadaşları (72) Trabzon İyidere'de yapmış oldukları çalışmada 0,00-0,10 ppt değer aralığında, Tepe ve arkadaşları (73) Hatay Samandağ Karamanlı Göleti'nde yaptıkları çalışmada ortalama tuzluluk değerini 0,3 ppt, Çiçek ve Ertan (56) Antalya Köprüçay Nehri'nde ortalama 0,25 ppt, Turna ve arkadaşları (74) Burdur Gölü'nde yapmış oldukları

çalışmada ortalama tuzluluk değerini 0,19 ppt ve Tepe (40) Hatay Reyhanlı Yenişehir Gölü'ndeki çalışmada 0,24 ppt şeklinde bulmuşlardır.

Boztuğ ve arkadaşları (75) Tunceli Uzunçayır Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama iletkenlik değerini $276,9 \mu\text{Scm}^{-1}$, Bulut ve Tüfekçi (76) Trabzon Maçka Kalyan Akarsuyu'nda yapmış oldukları çalışmada iletkenlik değerini $210-300,6 \mu\text{Scm}^{-1}$ değerlerinde, Gültekin ve arkadaşları (77) Trabzon ili akarsularında yaptıkları çalışmada iletkenlik değerlerini $28-450 \mu\text{Scm}^{-1}$ aralığında, Elmacı ve arkadaşlarının (78) Uluabat Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama iletkenlik değerini $555,75 \mu\text{Scm}^{-1}$ ve Ezzat ve arkadaşları (79) Mısır Nasser Gölü'ndeki çalışmalarında ortalama iletkenlik değerini $230 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Najah ve arkadaşları (80) Malezya Johor Nehri'ndeki çalışmalarında TDS değerlerini 18- 72 ppm aralığında, Abdo ve Nasharty (81) Mısır İsmailiye Kanalı'nda yapmış oldukları çalışmada ortalama TDS değerini 254,05 ppm bulmuşlardır. Kıvrak ve arkadaşları (82) Afyonkarahisar Akarçayı'nda yaptıkları çalışmada ortalama TDS'yi 701 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Taş (83) Derbent Baraj Gölü'nde ortalama alkalinite değerini $163,8 \text{mgL}^{-1}$, Saksena ve arkadaşları (84) Hindistan Chambhar Nehri'nde yaptıkları çalışmalarında alkaliniteyi $70-290 \text{mgL}^{-1}$ aralığında, Uslu ve arkadaşları (85) Karakaya Baraj Gölü'nde çalışmada $154,4 \text{mgL}^{-1}$, Tepe ve arkadaşları (86) Hatay Erzin Karagölü'nde yaptıkları çalışmada ortalama alkaliniteyi 205mgL^{-1} , Küçük (87) Büyük Menderes Nehri'ndeki çalışmasında alkaliniteyi $200-500 \text{mgL}^{-1}$ değer aralığında, Tepe ve arkadaşları (88) Hatay Erzin Hasan Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada ortalama alkaliniteyi $141,42 \text{mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Bulut ve arkadaşları (89) Çivril Gölü'de yaptıkları çalışmada ortalama sertlik değerini $23,8 \text{mgL}^{-1}$, Demir ve arkadaşları (90) Eskişehir Sarısu Mamuca Göleti'nde yaptıkları çalışmada ortalama $31,8 \text{mgL}^{-1}$, Kalyoncu ve Zeybek (91) Isparta ve Ağlasun Derelerindeki çalışmalarında ortalama toplam sertliği $37,6 \text{mgL}^{-1}$, Tepe ve arkadaşları (88) Hatay Erzin Hasan Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada ortalama sertlik değerini $141,8 \text{mgL}^{-1}$, Boztuğ ve arkadaşlarının (75) Tunceli Uzunçayır Baraj Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama sertlik değerini $26,4 \text{mgL}^{-1}$, Tepe ve

arkadaşları (86) Hatay Erzin Karagölü'nde yaptıkları çalışmada ortalama sertlik değerini 206 mgL^{-1} olarak bulmuşlardır.

Bulut ve arkadaşları (92) Burdur Kestel Deresi'ndeki çalışmalarında toplam fosforu yıllık ortalama $0,148 \text{ mgL}^{-1}$, Bakan ve Şenel (93) Samsun Mert Irmağı'nda yapılan çalışmada toplam fosfor değerlerini en düşük $0,0297 \text{ mgL}^{-1}$, en yüksek ise $6,116 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişler, Bulut ve arkadaşları (94) Isparta Çandır Göksu Kaynağı'nda $0,15- 0,27 \text{ mgL}^{-1}$ aralığında, Katip ve arkadaşları (95) Akçalar Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama fosfor değerini $0,48 \text{ mgL}^{-1}$, Shehata ve Badr (66) Mısır Nil Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada ortalama toplam fosforu $0,062 \text{ mgL}^{-1}$, Mert ve arkadaşları (70) Konya Apa Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama fosfor değerini $0,24 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır..

TAN değerlerini Tepe ve arkadaşları (86) Karagöl Göleti'nde yaptıkları çalışmada sırasıyla ortalama $0,16 \text{ mgL}^{-1}$, Bulut ve Tüfekçi (76) Kalyan Akarsuyu'nda $0,013-0,098 \text{ mgL}^{-1}$, Saksena ve arkadaşları ise (84) Chambal Nehri'nde $0,09 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Tepe ve Mutlu (57) Hatay Harbiye Kaynak Suyu çalışmalarında ortalama $0,12 \text{ mgL}^{-1}$, Taş ve arkadaşları (58) Ordu Ulugöl' de yaptıkları çalışmada ortalama $0,35 \text{ mgL}^{-1}$ olarak elde etmişlerdir.

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) değerlerini, Dirican ve Barlas (96) Muğla Dipsiz ve Çine Çayı'nda yaptıkları çalışmalarında BOI_5 'in ortalama değerini $3,92 \text{ mgL}^{-1}$, olarak saptamıştır. Kalyoncu ve arkadaşları (97) Aksu Çayı'nda yaptıkları çalışmada ortalama BOI değerini $4,21 \text{ mgL}^{-1}$, Boztuğ ve arkadaşları (75) Tunceli Uzunçayır Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmalarda ortalama BOI değerini $1,5 \text{ mgL}^{-1}$, Abdo ve El-Nasharty (81) Mısır İsmailiye Kanalı'nda yaptıkları çalışmada ortalama BOI değerini $4,03 \text{ mgL}^{-1}$, Kalyoncu ve arkadaşları (69) Ağlasun Deresi'nde yapmış oldukları çalışmada ortalama BOI_5 değerini $3,02 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Başaran ve Egemen (98) Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'de yaptıkları çalışma neticesinde klorofil-a düzeylerini $0,27- 2,53 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$, Atıcı ve Obalı (99) Abant Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada klorofil değerlerini $1,8-10,8 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında, Turna ve arkadaşları (74) Burdur Gölü'nde yaptıkları çalışmada klorofil-a ortalamasını $4,00 \text{ mg/m}^3$, Demir ve arkadaşları (90) Eskişehir Sarısu Mamuca Göleti'nde yaptıkları çalışmalarında ortalama klorofil-a miktarını $7,88 \text{ mg/m}^3$ olarak bulmuşlardır.

Askıda katı madde miktarının ortalamasını, Verap ve arkadaşları (72) Trabzon İyidere’de yapmış oldukları çalışmada $17,05 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Elmacı ve arkadaşları (78) Uluabat Gölü’nde yaptıkları çalışma sonucunda $38,27 \text{ mgL}^{-1}$, Bulut ve arkadaşları (94) Isparta Çandır Göksu kaynağında yaptıkları çalışmada ortalama 40 mgL^{-1} , Tepe (40) Reyhanlı Yenişehir Gölü’nde yaptığı çalışmada ortalama $28,91 \text{ mgL}^{-1}$, Gedik ve arkadaşları (65) Rize Fırtına Deresi’nde yapmış oldukları çalışmada $11,37 \text{ mgL}^{-1}$, Tepe ve arkadaşları (88) Hatay Erzin Hasan Çayı’nda yapmış oldukları çalışmada yıllık ortalama AKM miktarını $3,17 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

2. MATERYAL-METOT

2.1. Saha Çalışması

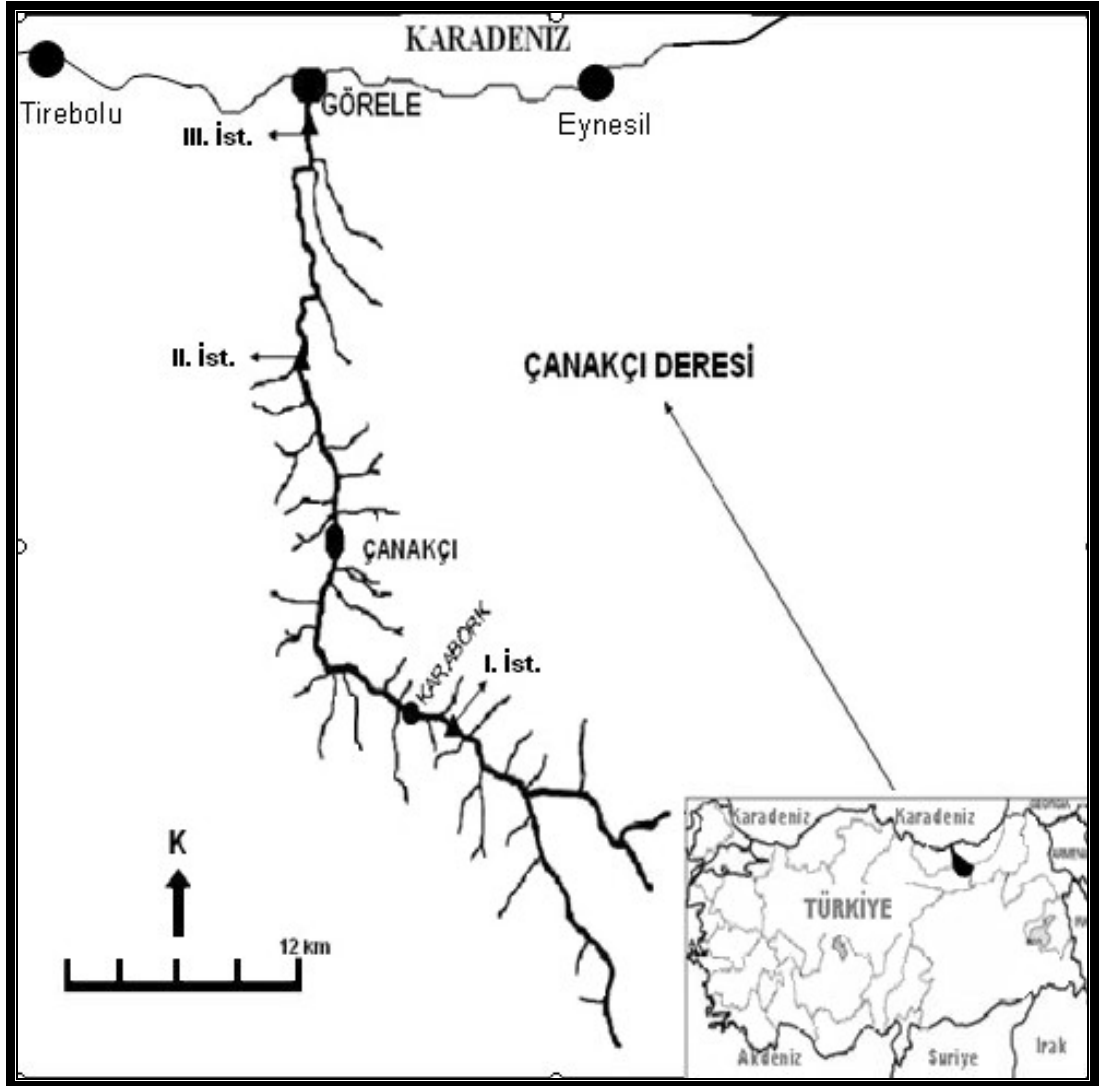
Karadeniz Bölgesi, Giresun ili sınırları içerisinde bulunan Çanakçı Deresi su kalitesi parametrelerinin tespiti amaçlanan bu çalışmaya Mart 2013 tarihinde başlanmış, aylık örneklemlerle bir yıl sürdürülmüş olup, Şubat 2014 tarihinde sonlandırılmıştır. Çanakçı Havzası doğuda Görele ilçesi, batıda Tirebolu ve Kürtün ilçeleri, kuzeyde Karadeniz ve güneyde ise Şalpazarı ile çevrilidir. Giresun ili sınırındaki Deliktaş Yaylası'ndan ve Trabzon ili Şalpazarı ilçesi sınırındaki Sis Dağı Yaylası'ndan doğan Çanakçı Deresi; Kahraman, Ege Deresi, Kuşköy Sis Deresi ve Çöçen Dereleri başta olmak üzere irili ufaklı yaklaşık 49 dere ile beslenmektedir. 58 km' lik mecraya uzunluğuna sahip olan Çanakçı Deresi, Karabörk Beldesi, Çanakçı ilçe merkezinden Görele ilçesi sınırlarına girip İnanca ve Derekuşçulu köylerinden geçerek Görele ilçesinin batısından denize dökülmektedir.

Tablo 2.1. Giresun İli Aylık Ortalama Yağış Miktarı (1960-2013).

| AYLAR | OCAK | ŞUBAT | MART | NİSAN | MAYIS | HAZİRAN |
|--|--------|---------|-------|-------|-------|---------|
| Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²) 1960–2013 | 121,8 | 92,9 | 90,1 | 79,8 | 66,3 | 78,6 |
| Aylık Toplam Yağış Miktarı (kg/m ²) 2013 | 145 | 55,9 | 95,4 | 32,3 | 74,7 | 10,5 |
| AYLAR | TEMMUZ | AĞUSTOS | EYLÜL | EKİM | KASIM | ARALIK |
| Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²) 1960–2013 | 78,8 | 87,1 | 120,9 | 166,6 | 145,9 | 125,3 |
| Aylık Toplam Yağış Miktarı (kg/m ²) 2013 | 61,9 | 14,2 | 187,5 | 261,8 | 75 | 169,8 |

2013 yılı içerisinde Giresun ilinde en yüksek sıcaklık 32,2 °C ile 24 Mayıs tarihinde, en düşük sıcaklık -1,3°C ile 12 Aralık tarihinde görülmüştür. Günlük toplam en yüksek yağış miktarı ise 75,5 kg/m² ile Ekim ayı içerisinde görülmüştür. 2013 yılı içerisinde en fazla yağış yine Ekim ayında olurken (261,8 kg/m²), en kurak geçen ay ise Haziran (10,5 kg/m²) olmuştur (Giresun Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü 2014, Tablo 2.1).

Çanakçı Deresi 2013 yılında yıllık ortalama akış miktarı 319 hm^3 ve ortalama yıllık debi $10,1 \text{ (m}^3/\text{s)}$ olmuştur. Çanakçı Deresi kaynaklarından Maden, Kahraman Deresi ve Soğuksu Deresinden içme suyu temin edilmekte olup, Görele ilçesi sınırlarında da 4 adet keson kuyu bulunmaktadır. (DSİ, 22. Bölge Müdürlüğü 2013) Çanakçı Deresi debi miktarında yağışların ve mevsimsel sıcaklıkların etkisiyle yıl boyunca değişiklikler olmaktadır. Yağışlarla ve kar sularının erimesiyle artan debi, sıcaklığın artmasıyla azalmaktadır. Dere yatağında da genişlemeler ve daralmalar olmaktadır.



Şekil 2.1. Çanakçı Deresi

Çalışma için tespit edilen istasyonlardan birincisi $40^{\circ}52'29.80''$ Kuzey / $39^{\circ}1'56.38''$ Doğu koordinatlarında, Karabörk Beldesi merkezi civarlarında bir bölgeden oluşturulmuştur. Denizden yüksekliği 323 m 'dir. Çalışmanın ikinci istasyonu

40°57'58.26" Kuzey / 38°59'49.07" Doğu koordinatlarında Şahinyuva köyünün giriş noktasıdır. Üçüncü istasyon ise derenin denize karıştığı yerden 100 m içeride oluşturulmuştur. Bu alan dere havzasının genişlediği aynı zamanda debisinin de azaldığı bir bölgedir. 41°24'97" Kuzey / 38°59'44.37" Doğu koordinatlarında bulunan Görele ilçe merkezidir. Alüvyon kalınlığı kıyıya doğru artmaktadır.

Sıcaklık, pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen (mgL^{-1} ve % cinsinden), tuzluluk, TDS, ORP gibi bazı su kalitesi parametreleri ölçümleri sahada yapılmıştır. Oksijen ölçümünde YSI marka 52 model oksijen metre; sıcaklık, pH, iletkenlik, tuzluluk, TDS ve ORP için de YSI 556 MPS marka multiprob kullanılmıştır. Su örneklemeleri, derenin ortalarından numune kaplarının çalkalanarak derenin akış yönüne ters ve yüzeyden 15–20 cm derine daldırılması yolu ile suyun kendi doğal akışıyla kapların doldurulmasıyla sağlanmıştır. Alınan su örnekleri vakit kaybetmeden Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarına getirilerek aynı gün içerisinde su örneklerinin analizleri yapılmıştır.

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Su kalitesini oluşturan parametrelerin analizlerinde kullanılacak numuneler ayda bir kez toplanmış ve aynı gün içerisinde analizleri yapılmıştır. Numune toplamaya çıkmadan bir gün önce, arazide kullanılacak tüm malzemeler, arazi tipi ölçüm cihazları ve numune şişelerinin bakım ve temizliği sağlanarak hazır hale getirilmiştir. Numune kapları sahaya çıkmadan bir gün önce asit banyosundan geçirilip yıkanmıştır. Asit banyosu için % 1-2'lik HCl solüsyonu kullanılmış daha sonra saf su ile çalkalanmış numune kapları kuruması için etüve bırakılmıştır (30).

Su kalitesi parametrelerinden toplam alkalinite ve toplam sertlik için titrimetrik yöntemler, toplam amonyak azotu (TAN), klorofil-a tayini, toplam fosfor ve çözünebilir reaktif fosfor (SRP) analizleri içinde fotometrik yöntemler kullanılmıştır. Ayrıca biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) ve askıda katı madde (AKM) analizleri ise yine laboratuvar koşullarında yapılmıştır. Bahsi edilen tüm bu su analizleri Boyd ve Tucker (1992) de belirtilen standart analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Fotometrik ölçüm gerektiren analizler için Shimadzu marka UV-1240 model spektrofotometre kullanılmıştır.

Toplam alkalinite için 0,02 N sülfürik asitle (H_2SO_4), toplam sertlik için ise 0,01 M EDTA ile titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Sonuç değerleri her iki tayinde de

mgL⁻¹ CaCO₃ cinsinden ifade edilmiştir. Askıda katı madde (AKM) analizi için su whatman marka 0,45 µm membran filtreler ile su süzölmüştür. Daha sonra filtre kâğıtlarının 105°C’de 24 saat kurutulması ile oluşan ağırlık farkından hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç gL⁻¹ cinsindedir.

Toplam amonyak nitrojeni (TAN) tayininde TAN 1 ve TAN 2 solüsyonları kullanılmıştır. Gerekli karışımlar hazırlanıp 45 dakika bekletildikten sonra uygun dalga boyunda spektrofotometre de ölçüm yapılmıştır. TAN, SRP ve toplam fosfor değerleri için 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 ve 1 ppm’lik standart solüsyonlar hazırlanmıştır. Kör olarak saf su kullanılıp her biri analiz süresince okunarak değerlere göre eğri hesaplanmıştır. Eğriye göre elde edilen konstant (sabit) değeri kullanılarak sonuçlara ulaşılmıştır. Amonyak (NH₃) ve amonyum (NH₄) tespiti için Tablo 2.2.’den faydalanılmıştır.

Tablo 2.2. Toplam İyonlaşmamış Amonyum Miktarı İle Ph Ve Sıcaklık Arasındaki İlişkileri (30)

| pH | Sıcaklık (°C) | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| 7 | 0,0013 | 0,0016 | 0,0018 | 0,0022 | 0,0025 | 0,0029 | 0,0034 | 0,0039 | 0,0046 | 0,0052 | 0,0060 | 0,0069 | 0,0080 | 0,0093 |
| 7,2 | 0,0021 | 0,0025 | 0,0029 | 0,0034 | 0,0040 | 0,0046 | 0,0054 | 0,0062 | 0,0072 | 0,0083 | 0,0096 | 0,0110 | 0,0126 | 0,0150 |
| 7,4 | 0,0034 | 0,0040 | 0,0046 | 0,0054 | 0,0063 | 0,0073 | 0,0085 | 0,0098 | 0,0114 | 0,1310 | 0,0150 | 0,0173 | 0,0198 | 0,0236 |
| 7,6 | 0,0053 | 0,0063 | 0,0073 | 0,0086 | 0,0100 | 0,0116 | 0,0134 | 0,0155 | 0,0179 | 0,0206 | 0,0236 | 0,0271 | 0,0310 | 0,0369 |
| 7,8 | 0,0084 | 0,0090 | 0,0116 | 0,0135 | 0,0157 | 0,0182 | 0,0211 | 0,0244 | 0,0281 | 0,0322 | 0,0370 | 0,0423 | 0,0482 | 0,0572 |
| 8 | 0,0133 | 0,0156 | 0,0182 | 0,0212 | 0,0247 | 0,0286 | 0,0330 | 0,0381 | 0,0438 | 0,0502 | 0,0574 | 0,0654 | 0,0743 | 0,0877 |
| 8,2 | 0,0210 | 0,0245 | 0,0286 | 0,0332 | 0,0385 | 0,0445 | 0,0514 | 0,0590 | 0,0676 | 0,0772 | 0,0880 | 0,0998 | 0,1129 | 0,1322 |
| 8,4 | 0,0328 | 0,0383 | 0,0445 | 0,0517 | 0,0597 | 0,0688 | 0,0790 | 0,0904 | 0,1031 | 0,1171 | 0,1326 | 0,1496 | 0,1678 | 0,1948 |
| 8,6 | 0,0510 | 0,0593 | 0,0688 | 0,0795 | 0,0914 | 0,1048 | 0,1197 | 0,1361 | 0,154 | 0,1737 | 0,1950 | 0,2178 | 0,2422 | 0,2768 |
| 8,8 | 0,0785 | 0,0909 | 0,1048 | 0,1204 | 0,1376 | 0,1566 | 0,1773 | 0,1998 | 0,2241 | 0,2500 | 0,2774 | 0,3062 | 0,3362 | 0,3776 |
| 9 | 0,1190 | 0,1368 | 0,1565 | 0,1782 | 0,2018 | 0,2273 | 0,2546 | 0,2836 | 0,3140 | 0,3456 | 0,3783 | 0,4116 | 0,4453 | 0,4902 |
| 9,2 | 0,1763 | 0,2008 | 0,2273 | 0,2558 | 0,2861 | 0,3180 | 0,3512 | 0,3855 | 0,4204 | 0,4557 | 0,4909 | 0,5258 | 0,5590 | 0,6038 |
| 9,4 | 0,2533 | 0,2847 | 0,3180 | 0,3526 | 0,3884 | 0,4249 | 0,4618 | 0,4985 | 0,5348 | 0,5702 | 0,6045 | 0,6373 | 0,6685 | 0,7072 |
| 9,6 | 0,3496 | 0,3868 | 0,4249 | 0,4633 | 0,5016 | 0,5394 | 0,5762 | 0,6117 | 0,6456 | 0,6777 | 0,7078 | 0,7358 | 0,7617 | 0,7929 |
| 9,8 | 0,4600 | 0,5000 | 0,5394 | 0,5776 | 0,6147 | 0,6499 | 0,6831 | 0,7140 | 0,7428 | 0,7692 | 0,7933 | 0,8153 | 0,8351 | 0,8585 |
| 10 | 0,5745 | 0,6131 | 0,6498 | 0,6844 | 0,7166 | 0,7463 | 0,7735 | 0,7983 | 0,8207 | 0,8408 | 0,8588 | 0,8749 | 0,8892 | 0,9058 |
| 10,2 | 0,6815 | 0,7152 | 0,7463 | 0,7746 | 0,8003 | 0,8234 | 0,8441 | 0,8625 | 0,8788 | 0,8933 | 0,9060 | 0,9173 | 0,9271 | 0,9389 |

Klorofil-a ölçümleri için su numuneleri 0,45 µm filtre kâğıdından geçirilmiştir. Kâğıt üzerindeki kalıntı rulo yapılarak vida kapaklı cam şişelerde saklanmıştır. Analiz için aseton-metanol karışımında muamele edilip su banyosunda tutulduktan sonra santrifüje edilip spektrofotometre ile okuma yapılmıştır.

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) için 1 lt örnek suyun oksijen değeri ölçüldükten sonra ışık ile temas etmeyecek şekilde 20°C’ lik etüvde 5 gün boyunca

bekletilip tekrardan oksijen değeri okunmuştur. Aradaki fark mgL^{-1} cinsinden BOI_5 sonuçlarını vermiştir. Toplam fosfor ve çözünebilir reaktif fosfor (SRP) analizleri için uygun şekilde kombine reaktif hazırlanmış ve gerekli prosedürler uygulanarak spektrofotometrede okuma yapılmıştır.

2.3. İstatistiksel Hesaplamalar

Araştırmada ölçülen su kalitesi parametrelerinin istatistiksel analizleri ile TAN, SRP ve toplam fosfor için gerekli olan standart eğrinin çizilmesi ve buna bağlı olarak konstant (sabit) sabitinin hesaplanması Microsoft Office Professional Edition 2010 programının bir parçası olan Microsoft Office Excel 2010 ortamında yapılmıştır. Ayrıca yorumlayıcı istatistiksel analizler ise Windows ortamında SPSS Statistics 21.0 istatistik programı ile yürütölmüştür. İstasyonlar arası istatistiksel farkın saptanması için tek yönlü varyans One Way Anova analiz metodu kullanılmıştır. Hipotezi ret etme seviyesi $p = 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

3.BULGULAR

Çanakçı Deresi'nde Mart 2013 - Şubat 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen ortalama değerler Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Su Kalite Parametrelerinin Ortalama Değerleri

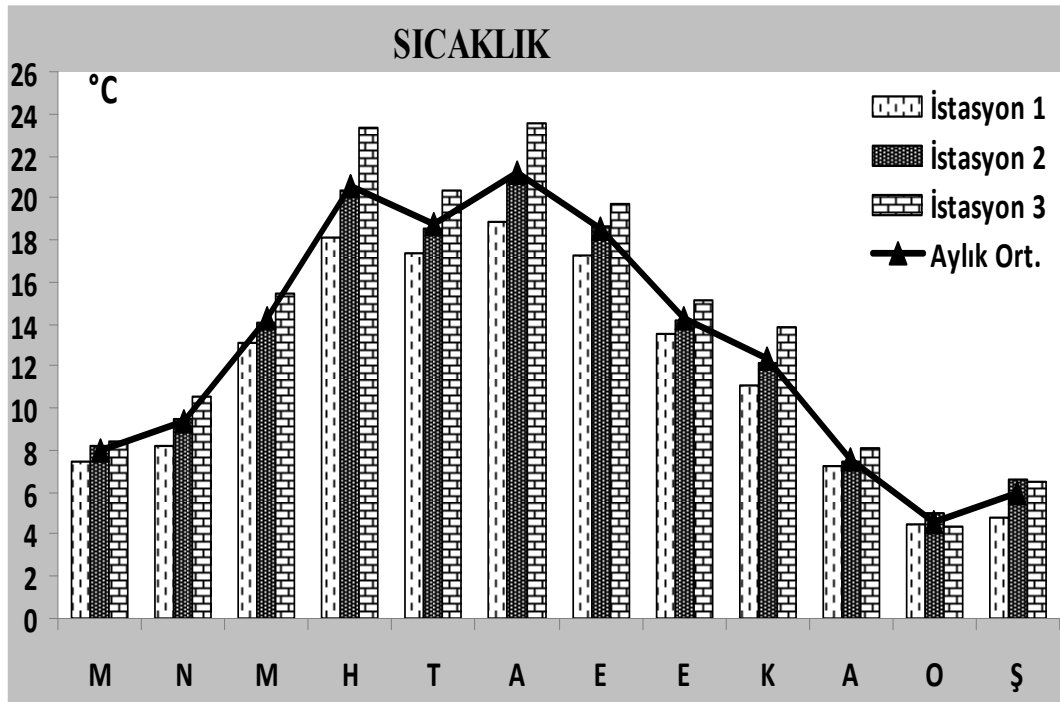
| Parametre | I. İstasyon İst. Ort ± Std. Hata | II. İstasyon İst. Ort ± Std. Hata | III. İstasyon İst. Ort ± Std. Hata | Yıllık Ort. |
|---|--|---|--|--------------------|
| Sıcaklık (°C) | 11,80 ± 5,32 | 12,98 ± 5,67 | 14,12 ± 6,62 | 13 |
| Çözünmüş Oksijen (%) | 72,16 ± 16,3 | 67,47 ± 20,0 | 63,43 ± 24,1 | 67,68 |
| Çözünmüş Oksijen (mgL⁻¹) | 7,66 ± 2,76 | 7,07 ± 3,09 | 6,60 ± 3,44 | 7,11 |
| Toplam Alkalinite (mgL⁻¹) | 39 ± 11,76 | 45 ± 16,09 | 44 ± 16,18 | 43 |
| Toplam Sertlik (mgL⁻¹) | 65 ± 21,46 | 67 ± 19,89 | 70 ± 23,67 | 68 |
| Toplam Fosfor (mgL⁻¹) | 0,36 ± 0,132 | 0,45 ± 0,151 | 0,57 ± 0,224 | 0,46 |
| pH | 7,93 ± 0,55 | 7,90 ± 0,71 | 7,94 ± 0,69 | 7,92 |
| Tuzluluk (ppt) | 0,06 ± 0,016 | 0,06 ± 0,021 | 0,07 ± 0,023 | 0,07 |
| İletkenlik (µScm⁻¹) | 141 ± 36,01 | 145 ± 38,95 | 156 ± 46,45 | 147 |
| TDS (gL⁻¹) | 0,087 ± 0,023 | 0,090 ± 0,029 | 0,096 ± 0,034 | 0,091 |
| ORP (mV) | -95,9 ± 51,75 | -95,8 ± 51,20 | -90,1 ± 54,15 | -94,2 |
| SRP (mgL⁻¹) | 0,020 ± 0,009 | 0,015 ± 0,008 | 0,027 ± 0,011 | 0,020 |
| TAN (mgL⁻¹) | 0,62 ± 0,57 | 0,64 ± 0,59 | 0,77 ± 0,63 | 0,67 |
| BOİ₅ (mgL⁻¹) | 4,07 ± 1,57 | 3,90 ± 1,50 | 3,50 ± 1,41 | 3,83 |
| Klorofil-a (µgL⁻¹) | 1,97 ± 0,74 | 1,79 ± 0,71 | 2,01 ± 0,79 | 1,92 |
| AKM (mgL⁻¹) | 20,6 ± 10,7 | 20,3 ± 10,1 | 20,1 ± 9,6 | 20,3 |

3.1. Sıcaklık

Sıcaklık derecesi yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek derecelerde görülmüştür. Mevsimsel olarak hava sıcaklığındaki düşüşün su sıcaklığına da etkisini gösterdiği görülmektedir.

İstasyonlar arasında su sıcaklığını değerlendirecek olursak I., II. ve III. istasyonların ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 11,80°C, 12,98°C ve 14,12°C' dir. III. istasyonda sıcaklığın diğer istasyonlara göre daha yüksek derecede olduğu görülmektedir. Nehir yatağının genişlemesi ile denize yakın istasyonda daha yüksek değerde olduğunu söyleyebiliriz. Ortalama sıcaklık değeri 13 °C olup minimum değer Ocak ayında 4,4 °C ve maksimum görüldüğü ay 23,60 °C ile Ağustos ayında olduğu görülmüştür.

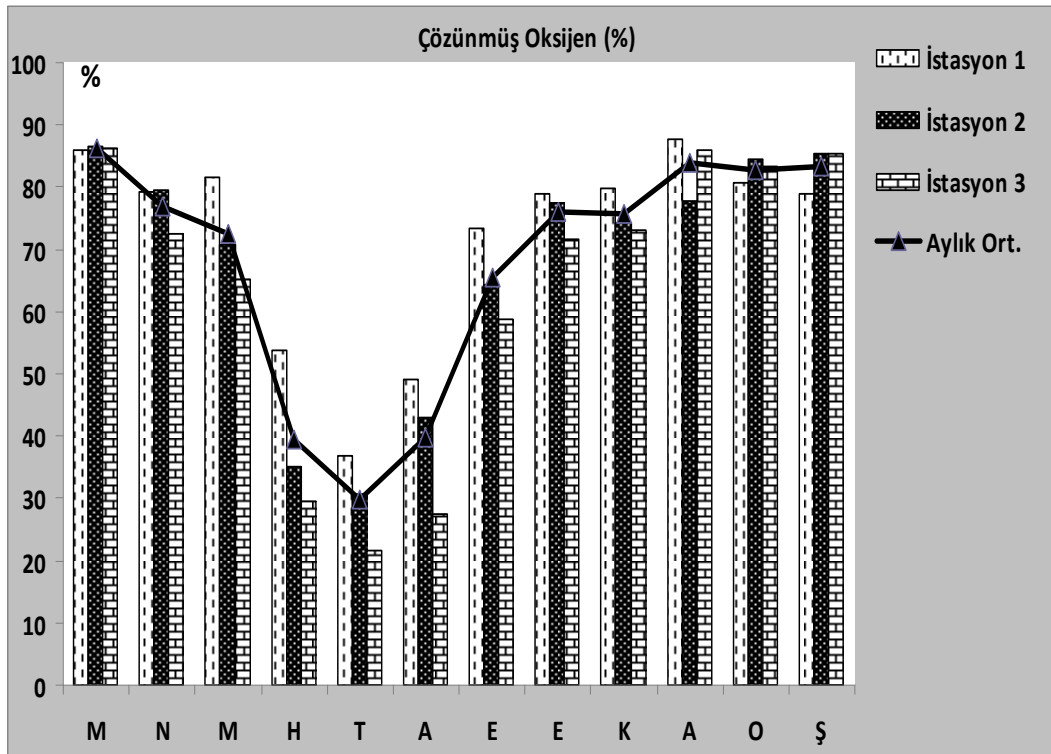
Ölçülen bu sonuçlarda tek yönlü varyans analiz testine göre istasyonların sıcaklık değerleri arasında 'p<0,05' anlam düzeyine göre anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Aylara göre sıcaklık değerleri ve sıcaklığın istasyonlara göre değişimi Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.2. Çözünmüş Oksijen (%)

Aylar itibariyle şekilde görüldüğü gibi su sıcaklığı ile ters orantılı olduğu gözlemlenmiştir. Su sıcaklığının yüksek olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında çözünmüş oksijen doygunluğu oranında düşüş görülmüştür. Bu aylara baktığımızda da yıl boyunca minimum değerlerin Temmuz ayında % 21,60 olduğu ve Aralık ayında da maksimum değerlerin % 87,60 olduğu görülmüştür. Çözünmüş oksijen yüzdesinin yıllık ortalama değeri % 67,68 olarak bulunmuştur. İstasyonlar arasındaki ortalamalar değerlendirildiğinde I. istasyon ortalamasının fazla olduğu ve bu değerlerin %72,16 olduğu görülmüştür. Denize yaklaşıpken derenin çözünmüş oksijen doygunluğu ortalamasında düşüş olduğu %67,47 ile II. istasyon ortalamasının olduğu ve III. istasyonun ise %63,43 olduğunu görülmüştür. İstasyonların % çözünmüş oksijen değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilememiştir ($p<0,05$). Aylara göre çözünmüş oksijen değerlerinin değişimi Şekil 3.2.'de verilmiştir.

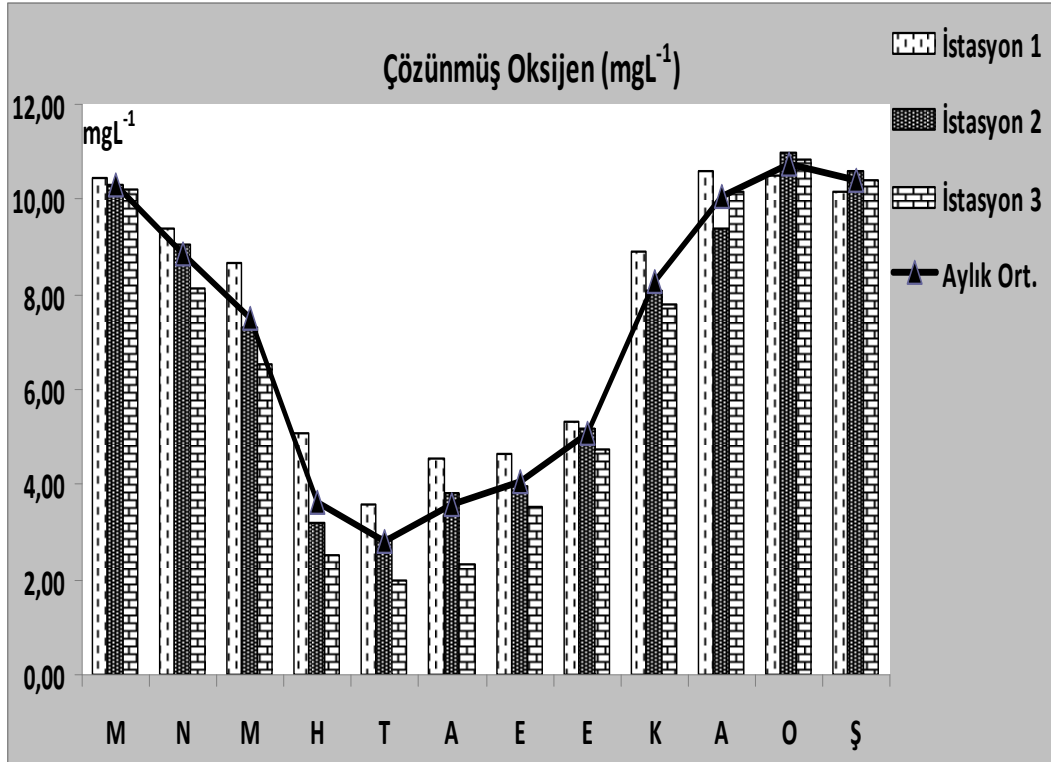


Şekil 3.2. Aylara Göre Ortalama Çözünmüş Oksijen (%) Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.3. Çözünmüş Oksijen (mgL⁻¹)

Çözünmüş oksijen miktarının dere boyunca istasyonlar arasında birbirine yakın değerde olduğu gözlenmiştir. Çözünmüş oksijen değerleri basınç ile artar ve sıcaklık ile azalır (100). Şekilde de görüldüğü gibi çözünmüş oksijenin sıcaklık değeriyle ters orantılı olduğu görülmektedir. Yaz aylarında çözünmüş oksijen miktarının düşük seviyelerde olduğu Haziran, Temmuz, Ağustos aylarının çözünmüş oksijen ortalaması 3,34 mgL⁻¹ olup yıllık çözünmüş oksijen miktarı ortalamasının 7,11 mgL⁻¹ olduğu görülmüştür. En düşük çözünmüş oksijen miktarı Temmuz ayında 1,98 mgL⁻¹ ve en yüksek değer ise Ocak ayında 10,97 mgL⁻¹ olduğu görülmektedir. İstasyonlar arasında çözünmüş oksijen miktarına bakacak olursak beklenildiği gibi dere kaynağına yakın olan I. istasyonda en yüksek ortalama 7,66 mgL⁻¹ olduğunu II. ve III. istasyonların ortalama çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla, 7,07 mgL⁻¹ ve 6,60 mgL⁻¹ olarak bulunmuştur.

İstasyonlar arasında farklılık olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir (p<0,05). Aylara göre çözünmüş oksijen değerleri ve çözünmüş oksijenin istasyonlara göre değişimi Şekil 3.3.'te verilmiştir.

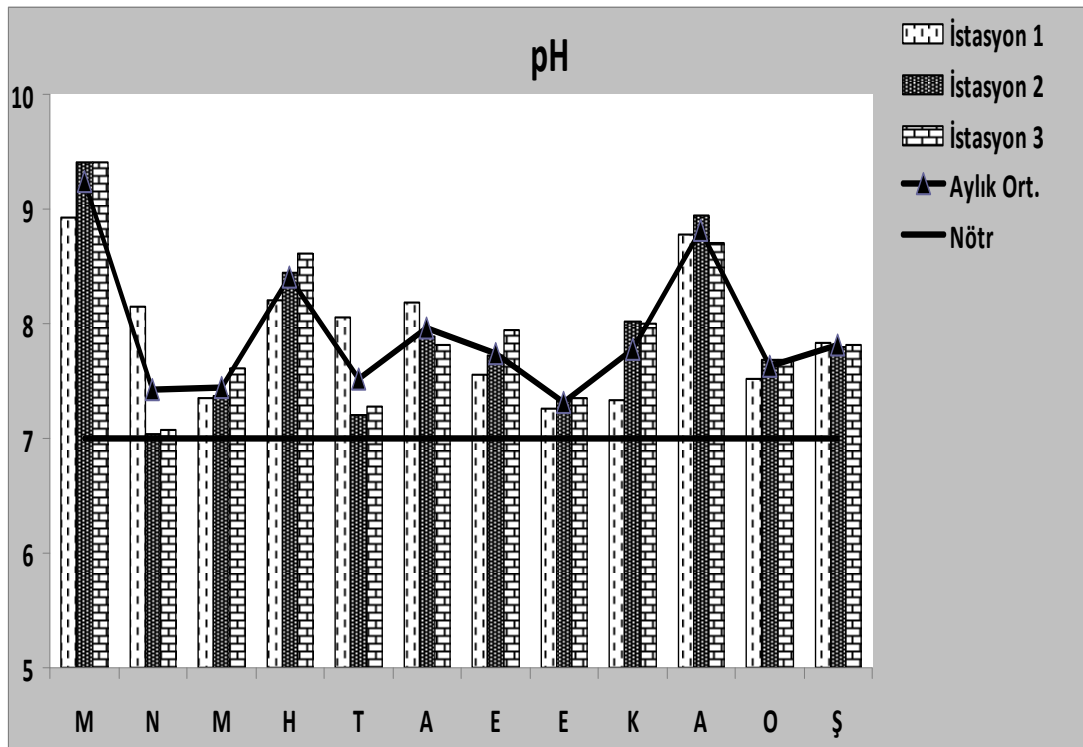


Şekil 3.3. Aylara Göre Çözünmüş Oksijen (mgL⁻¹) Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.4. pH

Çanakçı Deresi'nin yıllık pH sonuçlarına baktığımızda dere suyunun hafif bazik olduğunu söyleyebiliriz. pH değeri, suda erimiş halde bulunan CO₂ ile yakından ilişkilidir. Sıcaklık değerinin kış aylarında düşük olması nedeniyle fitoplankton miktarı azalır ve CO₂ birikimi de buna bağlı olarak artacağı için su asidik bir yapı kazanır. Bu durum pH değerinin azalmasına neden olur. Fitoplanktonlar fotosentez olayı sonucunda ortamda bulunan CO₂' i tüketip pH değerini yükseltirler (101).

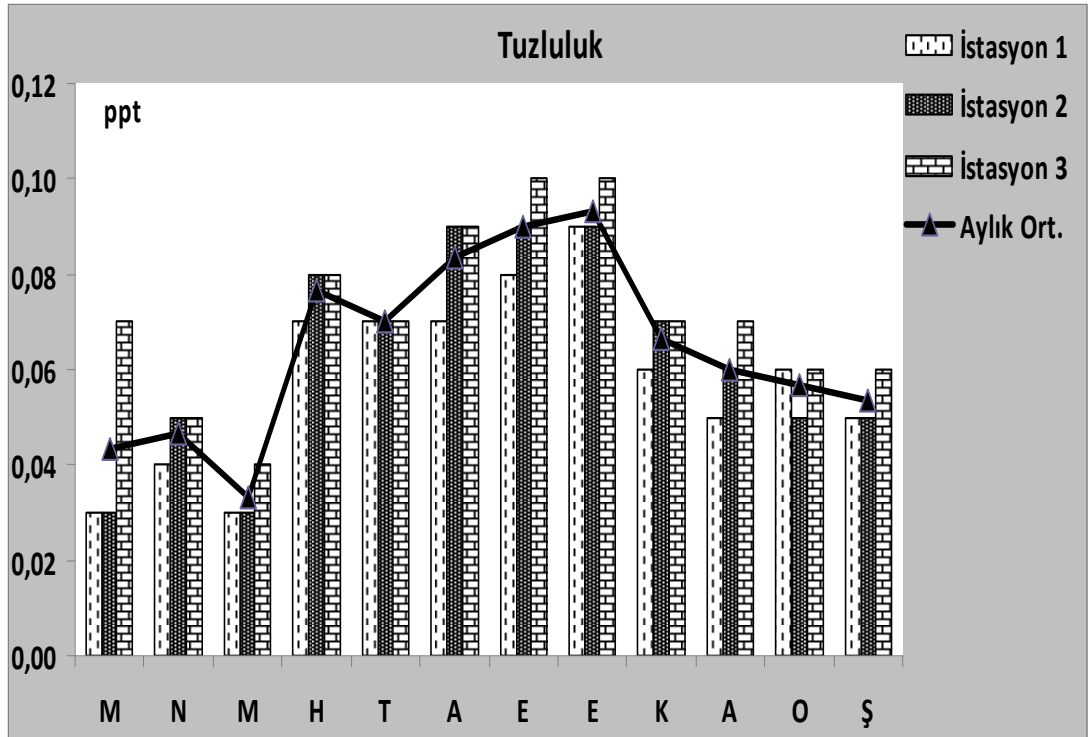
İstasyonlar ve aylar arasında pH değerlerine baktığımızda farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklara sıcaklık, yağış ve diğer aktivitelerin etki ettiğini söyleyebiliriz. Yıllık ortalama pH değeri 7,92 olarak bulunmuş olup istasyonlar bazında ortalama pH değerleri sırasıyla 7,93, 7,90 ve 7,94 olduğu görülmektedir. Minimum değer Nisan ayında 7,04 ve maksimum değer Mayıs ayında 9,4 değerde olduğu görülmüştür. İstasyonların pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilememiştir (p<0,05). pH'nın aylara göre değişimi Şekil 3.4.'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Aylara Göre Ortalama pH Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.5. Tuzluluk

Yıl boyunca tuzluluk değerleri arasında dalgalanmalar olduğu şekil 3,5'te görülmektedir. Aylar arasında bu değerleri karşılaştıracak olursak yaz aylarında su sıcaklığının yükselmesiyle tuzluluk miktarında da artış görülmektedir. Su sıcaklığının düşmesi, kar sularının erimesi ve mevsimsel yağış gibi sebeplerle ilkbahar aylarında minimum seviye 0,03 ppt değeri elde edilmiştir. Sonbahar aylarında maksimum seviyeye ulaşmış ve 0,1 ppt değeri elde edilmiştir. İstasyonların aylık ortalamalarına baktığımızda Mayıs ayında 0,03 ppt değeri ile en düşük ortalaması olan ay olduğu tespit edilmiştir. Eylül ve Ekim aylarının ortalamasına baktığımızda da 0,09 ppt değeri ile en yüksek tuzluluk ortalamasına sahip aylar olduğunu söyleyebiliriz. Yıllık ortalama bu sonucun 0,07 ppt olduğu ve sırasıyla istasyonların ortalamalarının 0,06 ppt, 0,006 ppt ve 0,07 ppt değerlerinde olduğu görülmüştür. İstasyonlar istatistiksel olarak incelendiğinde istasyonlar arasında anlamlı bir düzeyde farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Aylara göre ortalama tuzluluk değişimi ve tuzluluğun istasyonlara göre değişimi Şekil 3.5.'te verilmiştir.

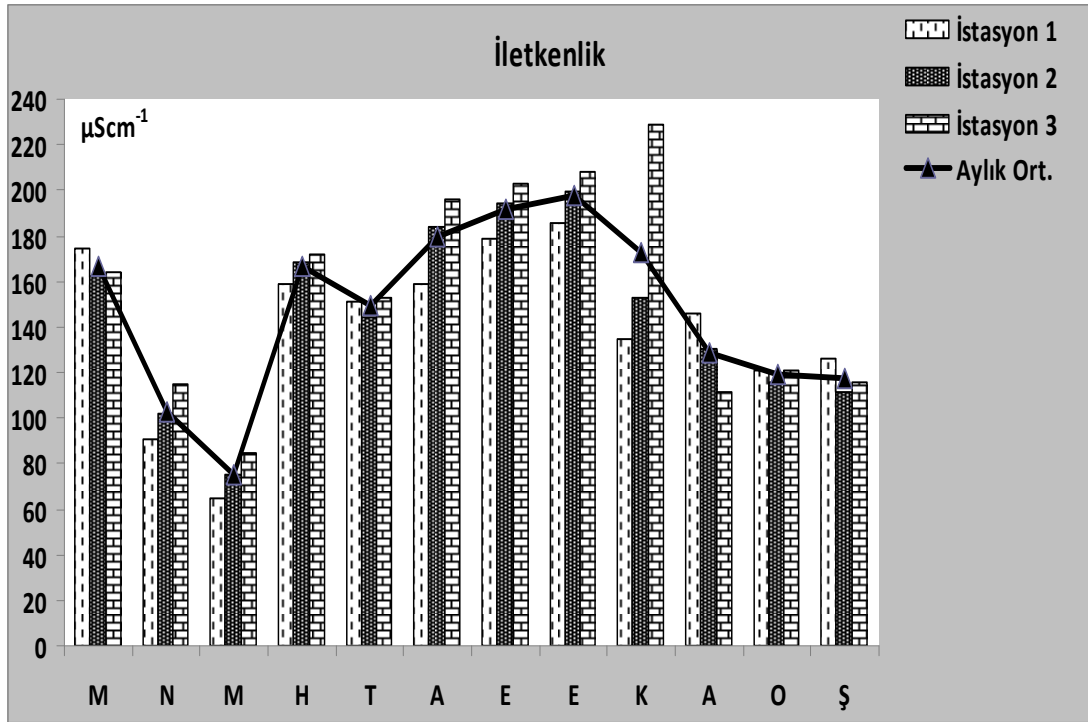


Şekil 3.5. Aylara Göre Ortalama Tuzluluk Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.6. İletkenlik

Çanakçı deresinin elektriksel iletkenlik değerleri tuzluluk ve sıcaklık değerleri ile paralel değerlerde olduğu görülmüştür. Yıllık ortalama değeri $147 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Nisan ve Mayıs aylarında ani düşüş meydana gelmiş olup minimum değer $65 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Kasım ayında maksimum değer $229 \mu\text{Scm}^{-1}$ değeri elde edilmiştir. Elektriksel iletkenlik ortalaması en fazla Ekim ayında görülmüştür. İstasyon arasındaki ortalamaya baktığımızda I. ve II. istasyonda ortalamaları $141 \mu\text{Scm}^{-1}$ ve $145 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. III. istasyonun iletkenlik değeri ortalaması diğer istasyonlardan yüksek olup $156 \mu\text{Scm}^{-1}$ 'dir.

İletkenlik değerlerinde Çanakçı havzasının jeolojik yapısının da ilgili olduğunu söyleyebiliriz. İstasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p < 0,05$). Aylara göre iletkenlik değeri değişimi Şekil 3.6.'da verilmiştir.

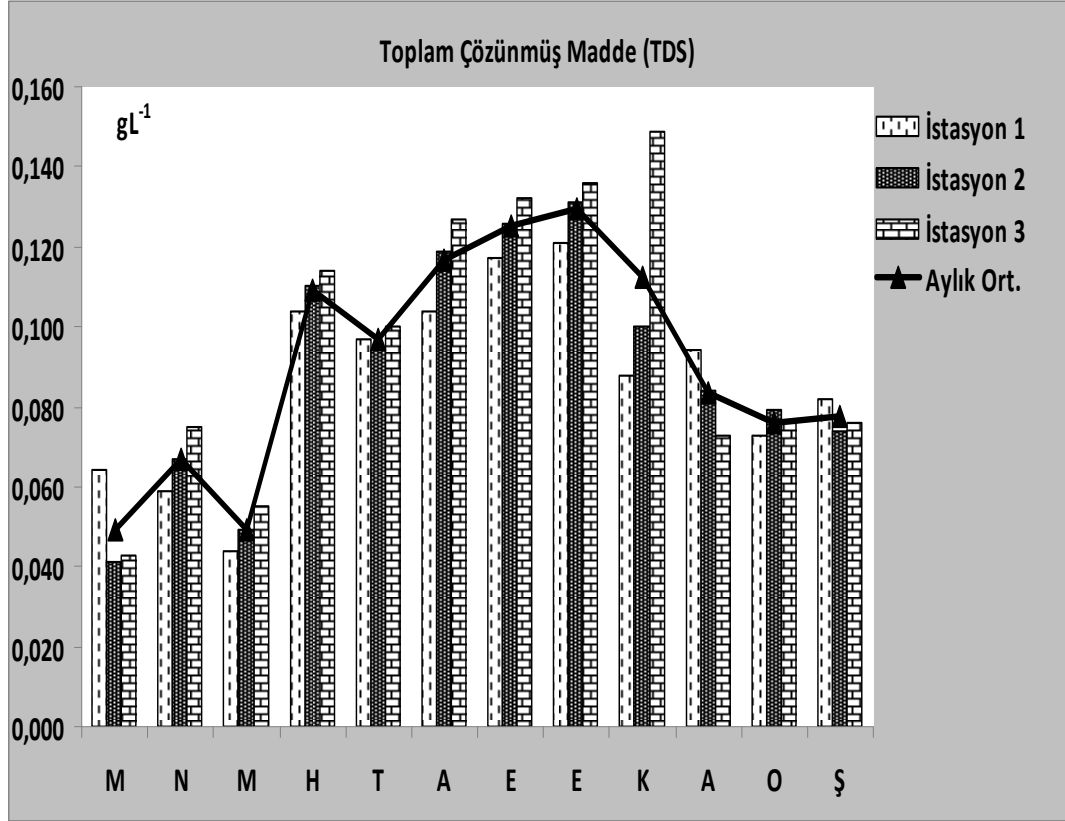


Şekil 3.6. Aylara Göre Ortalama İletkenlik Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.7. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Toplam çözünmüş madde miktarına etki eden nedenlerin başında yağış gelmektedir. Yağışların dışında aylar ve istasyonlar arasında dalgalanma faktörü olarak evsel ve tarımsal atıkların da etki ettiğini söyleyebiliriz.

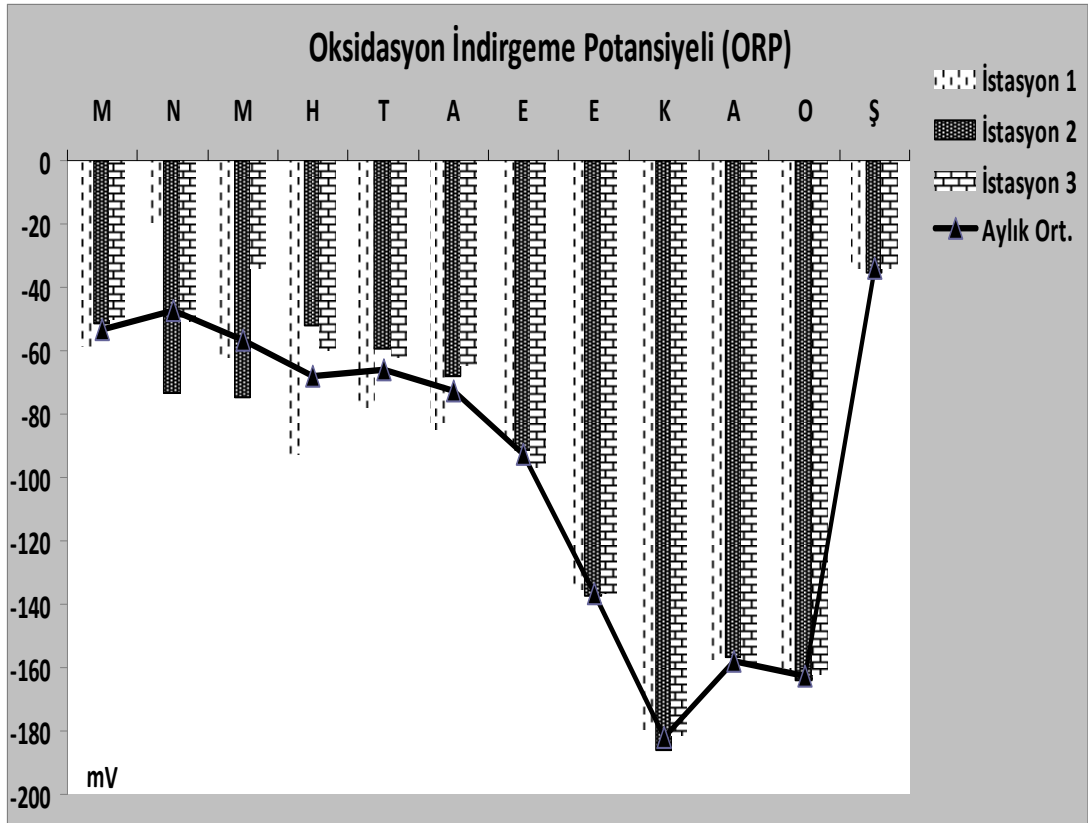
Söz konusu bu faktörlerle birlikte toplam çözünmüş madde miktarlarına baktığımızda minimum değeri Mart ayında $0,041 \text{ gL}^{-1}$, maksimum değeri Kasım ayında $0,149 \text{ gL}^{-1}$ elde edilmiş olup yıllık ortalama TDS değeri $0,091 \text{ gL}^{-1}$ elde edilmiştir. İstasyonlar arasında istatistiksel olarak ($p < 0,05$) anlamlı bir düzeyde fark tespit edilmediği görülmüş olup I., II. ve III. istasyonların ortalamaları birbirine yakın değerlerde sırasıyla $0,087 \text{ gL}^{-1}$, $0,090 \text{ gL}^{-1}$ ve $0,96 \text{ gL}^{-1}$ 'dir. TDS'nin aylara göre değişimi Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Aylara Göre Ortalama TDS Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.8. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)

İstasyonlarda aylık ölçülen ORP değeri şekilde görüldüğü gibi negatif değerler elde edilmiştir. Çalışmamız boyunca Çanakçı Deresi'nin su kalitesi bakımında oksidan özellikte olduğunu söyleyebiliriz. Değerlerde aylar arasında dalgalanmalar görülmektedir. Alkalinite ve pH parametreleri ORP değeriyle ilişkili olduğu için bir kalite parametresinin varlığı ya da etkisi ilişkili olduğu diğer parametrelerin değerlerinde de etkisi olmaktadır. Şekil üzerinden aylık değerlere baktığımızda maksimum değer Nisan ayında -19,0 mV olarak bulunmuş olup minimum değer Kasım ayında -185,8 mV değerdedir. Yıllık istasyonların ortalaması -94,18 mV değeri elde edilmiştir. İstasyonlar istatistiksel olarak incelendiğinde anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir ($p < 0,05$). ORP'nin aylara göre değişimi Şekil 3.8.'de verilmiştir.

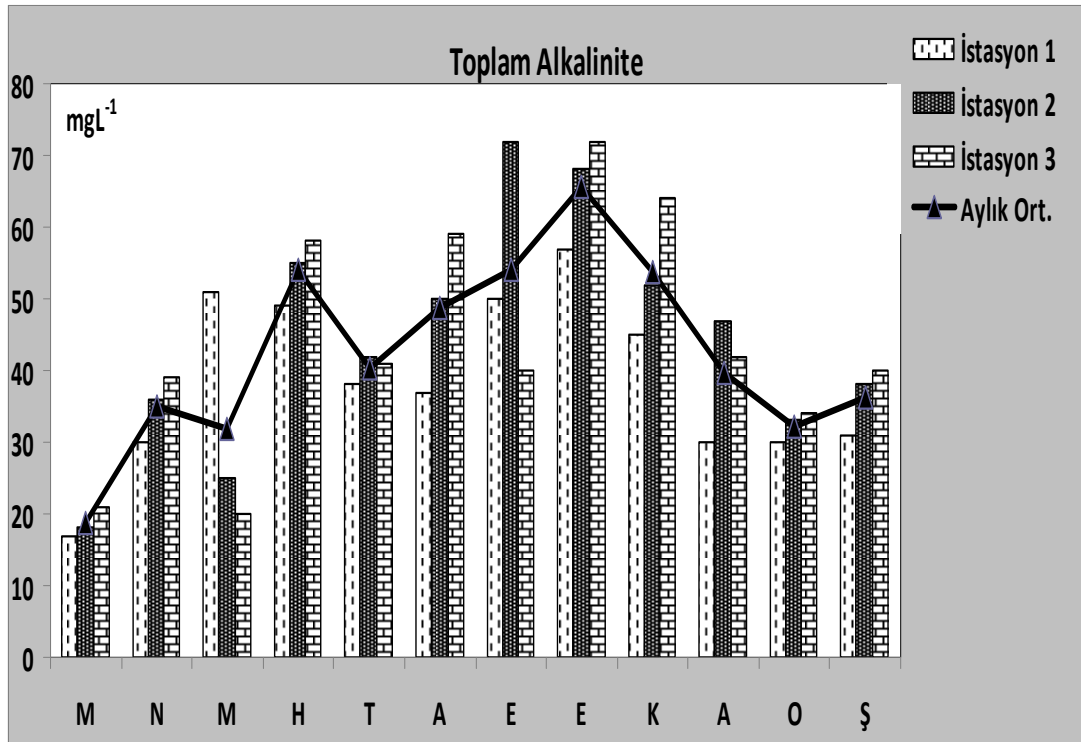


Şekil 3.8. Aylara Göre Ortalama ORP Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.9. Toplam Alkalinite

Alkalinite, su kalitesi parametrelerinden önemli bir parametre olmasının yanında su kaynağı içerisinde diğer birçok parametreyle ilgili olan insan sağlığı ve diğer canlılar bakımından da önemli bir parametredir. Çanakçı Deresi alkalinite değerlerine baktığımızda istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı tek yönlü varyans analizi ile tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Çanakçı Deresi'nde örnek aldığımız istasyonlarda ölçülen değerler birbirine yakın olmakla birlikte en yüksek II. istasyonda 45 mgL^{-1} elde edilmiştir. III. istasyon ortalaması 44 mgL^{-1} bulunmuş olup en düşük ortalama I. istasyonda ölçülmüş olup 39 mgL^{-1} dir. Toplam alkanite değerinin yıllık ortalama $42,5 \text{ mgL}^{-1}$ olduğu ve bu değer II. ve III. istasyon ortalama değerine yakın olduğu görülmüştür. Aylara baktığımızda en yüksek değer Eylül ve Ekim ayında 72 mgL^{-1} olarak tespit edilmiş ve en düşük değer Mart ayında 17 mgL^{-1} olarak bulunmuştur. Toplam alkalinitenin aylara göre değişimi Şekil 3.9.'da verilmiştir.

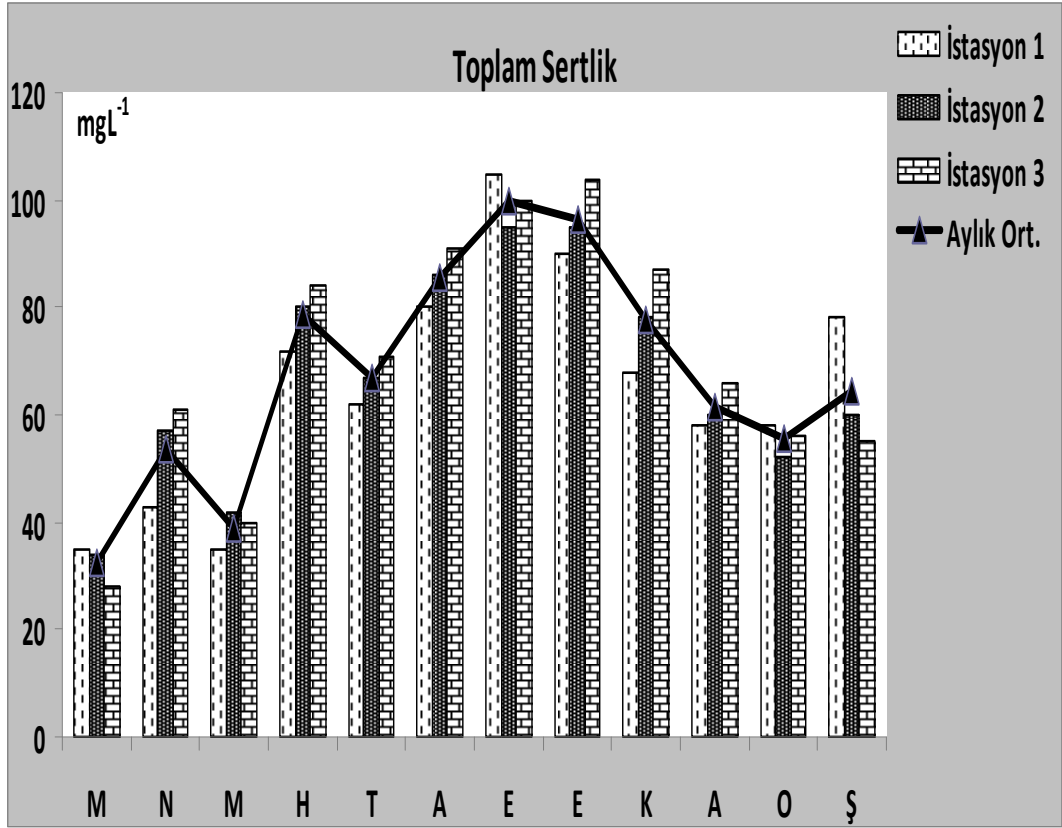


Şekil 3.9. Aylara Göre Ortalama Toplam Alkalinite Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.10. Toplam Sertlik

Toplam sertlik ve toplam alkalinite birbirine yakın değerde ve birbirine paralel seyreden parametredir. Aylara göre sertlik değerine baktığımızda alkaline değerine benzer bir dağılım oluşturmuştur.

Çanakçı Deresi sertlik değerine yağış miktarı ve yan kollardan yağışların fazlalığıyla birlikte dereye karışan suların etkili olduğunu söyleyebiliriz. Çanakçı Deresi'nin yıllık ortalama sertlik değeri $67,6 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İstasyonların ortalamaları birbirine yakın değerde olup sırasıyla I., II. ve III. istasyonların ortalama değerleri 65 mgL^{-1} , 67 mgL^{-1} ve 70 mgL^{-1} 'dir. En dşuk değer Mart ayında 28 mg/L elde edilmiş ve Eylül ayında 105 mgL^{-1} değeri ile maksimum seviyeye ulaşmıştır. İstatistiksel olarak da istasyonlar arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p < 0,05$). Aylara göre toplam sertlik değerleri Şekil 3.10.'da verilmiştir.

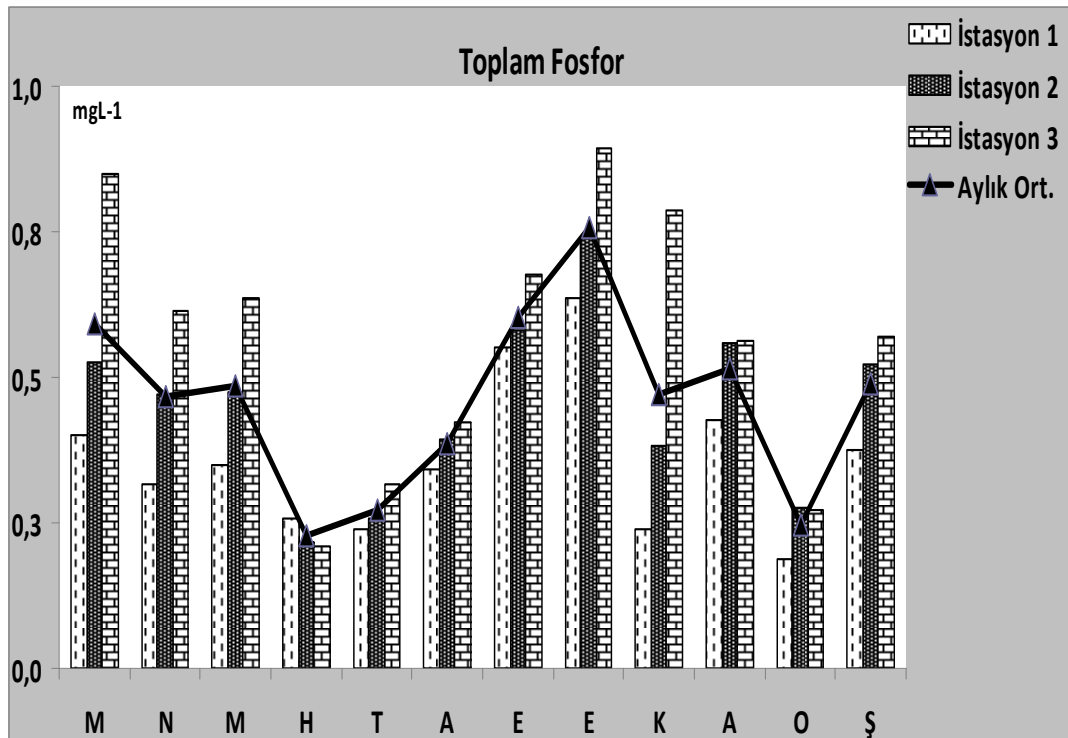


Şekil 3.10. Aylara Göre Ortalama Toplam Sertlik Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.11. Toplam Fosfor

Su kaynaklarının verimliliğini belirleyen önemli parametrelerden olan fosforun sudaki varlığı canlılığın devamı ve canlılık faaliyetleri için çok önemlidir. Toplam fosfor değeri akarsularda çok değişkenlik göstermektedir. Çanakçı Deresi toplam fosfor değerlerine baktığımızda istasyonlara göre ve aylara göre bulunan fosfor miktarındaki değişimleri görmekteyiz. Toplam fosforun yıllık ortalama değeri $0,46 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Ocak ayında minimum seviyede olan fosfor $0,19 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde iken Ekim ayında bu değer $0,89 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde bulunmuştur. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). I. istasyon ve III. istasyon arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup ortalama değerleri sırasıyla $0,36 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,57 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. Bu farkın III. istasyonun Görele ilçe merkezindeki evsel atıkların dereye bulaşması sonucu oluştuğu söylenebilir. II. istasyonun ortalama değeri ise $0,45 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Toplam fosforun aylara göre değişimi Şekil 3.11.'de verilmiştir.

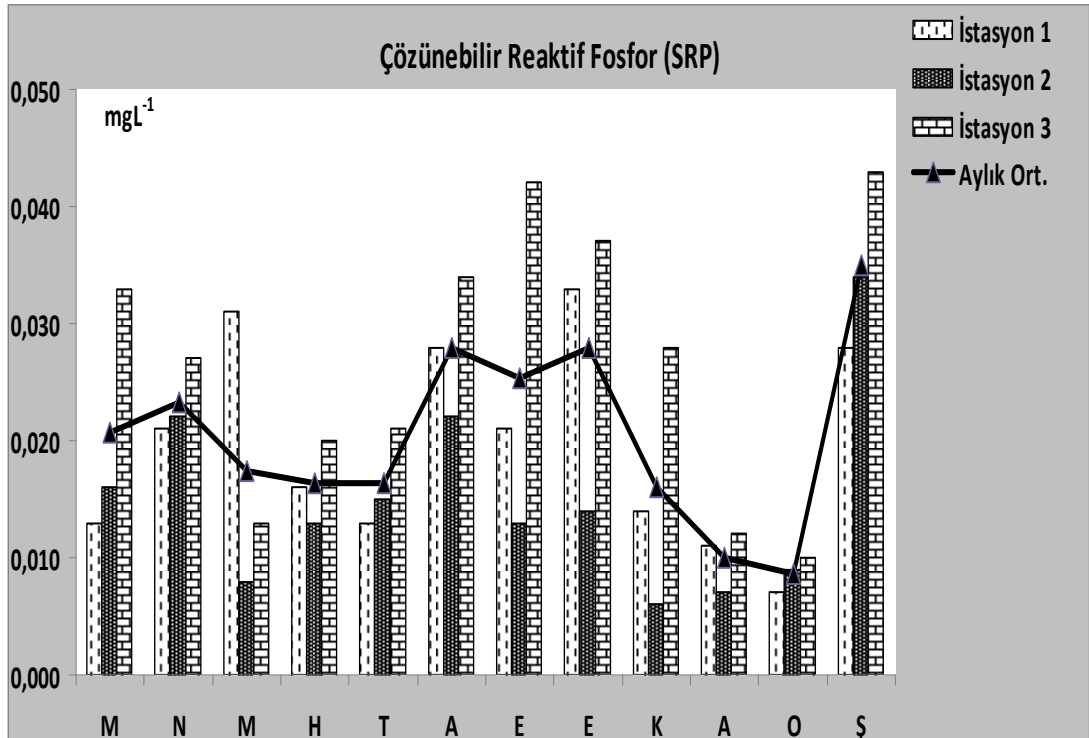


Şekil 3.11. Aylara Göre Ortalama Toplam Fosfor Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.12. Çözünabilir Reaktif Fosfor (SRP)

Toplam Fosfor değerini oluşturan parametre olan çözünabilir reaktif fosfor, fosforun inorganik halidir. Çözünabilir reaktif fosfor değeri fosforun biyolojik olarak kullanılabilir miktarının belirleyicisidir. Şekil 3.12.'de görüldüğü üzere SRP değeri oldukça düşük değerlerde olan parametredir. Organizmalarca kullanılabilen çözünabilir reaktif fosforun serbest olarak sudaki miktarının çok düşük olmasının nedeni büyük bir kısmının organizmalarca hızla alınmasıdır.

Yapılan analizler sonucunda ortalama SRP değeri $0,020 \text{ mgL}^{-1}$ şeklinde tespit edilmiştir. Minimum değeri Kasım ayında $0,006 \text{ mgL}^{-1}$, maksimum değer ise Şubat ayında $0,043 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. I., II. ve III. istasyonların ortalama değerleri sırasıyla $0,020 \text{ mgL}^{-1}$, $0,015 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,027 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. Tek yönlü varyans analizi sonucunda istasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Buna göre II. ve III. istasyonlar arasında istatistiksel olarak fark olup istasyonların aylık değerlerine bakıldığı zaman bütüne yansımış bu farklılığa Görele ilçe merkezinden gelen evsel atıkların bu istasyonlarda fark yarattığı söylenebilir. Aylara göre SRP değerleri değişimi Şekil 3.12.'de verilmiştir.

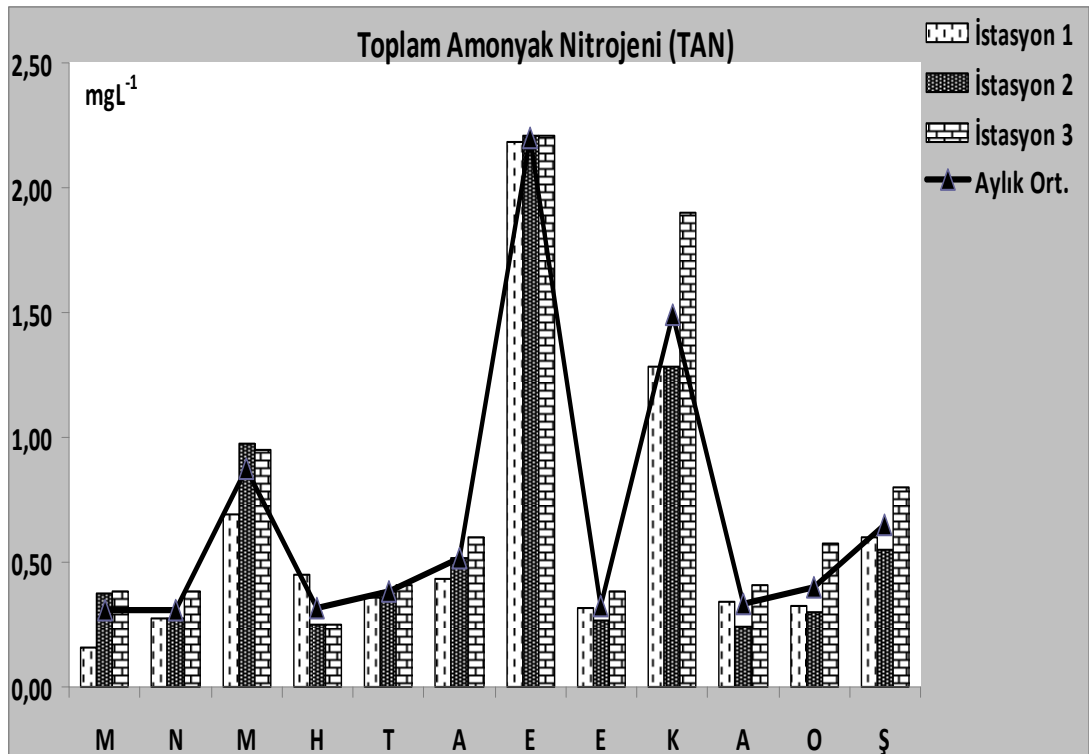


Şekil 3.12. Aylara Göre Ortalama SRP Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.13. Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)

Çanakçı Deresi azot miktarı hakkında yapılan analizler sonucunda bulunan değerler şekil 3.13.'de görüldüğü gibidir. Azot canlılar için son derece önemli olmasına karşın azot bileşiklerinin canlılara zararlı olduğu formları da vardır. Şekilde görüldüğü gibi Eylül ve Kasım aylarında değerler yükselmiş diğer aylarda birbirine yakın seviyede olduğu görülmüştür. Eylül ayında TAN değeri maksimum seviyeye çıkarak $2,21 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Mart ayında bu değer minimum olarak görülmüş olup $0,16 \text{ mgL}^{-1}$ değerdedir.

Çanakçı Deresi'nin yıllık ortalama TAN değeri bize derenin azot miktarı hakkında ne durumda olduğunu göstermekte olup yıllık ortalama TAN $0,67 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İstasyonlara arasında ortalama değere baktığımızda I. ve II. istasyon birbirine daha yakın değerde olup sırasıyla $0,62 \text{ mgL}^{-1}$, $0,64 \text{ mgL}^{-1}$ değerlerdedir. Görele ilçe merkezine yakın olan III. istasyonda ortalama değer $0,77 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. İstasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$). TAN'ın aylara göre değişimi Şekil 3.13.'te verilmiştir.



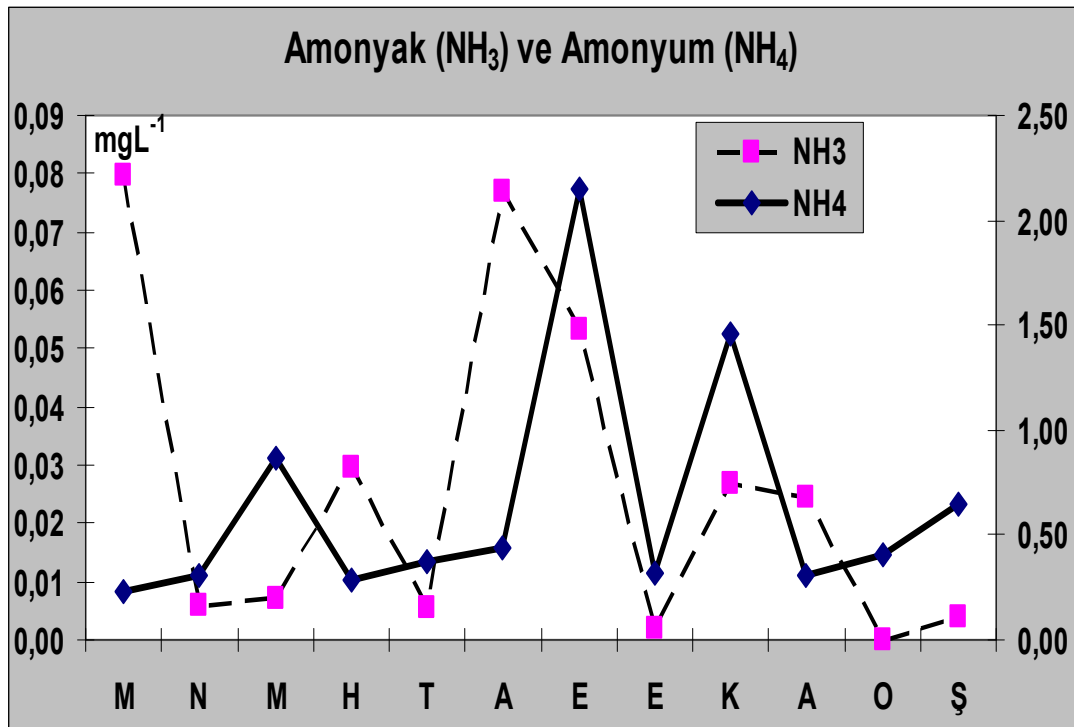
Şekil 3.13. Aylara Göre Ortalama TAN Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.14. Amonyak (NH₃) ve Amonyum (NH₄)

Sıcaklık ve pH değerlerine bağlı olarak sudaki Amonyak ve Amonyum değerleri Şekil 3.16.'da görüldüğü gibidir. pH nötr noktasına ne kadar yaklaşırsa amonyak oranı o derece azalır, amonyum oranı da o derece artar. pH alkali yönde ne kadar artarsa amonyağın toksik etkisi de o derece artar. Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık üründür. Aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması ile de açığa çıkar (102).

NH₃ ve NH₄ düzeyinin toplamı Toplam Amonyak Nitrojeni'ni oluşturmakla birlikte birbirine bağlantılı değerlerdedir. Ortalamalarına baktığımızda NH₃ düzeyi 0,026 mgL⁻¹, ortalama NH₄ düzeyi ise 0,648 mgL⁻¹ olarak tespit edilmiştir. NH₃ düzeyi daha küçük miktarlarda görülmektedir. Ocak ayında NH₃ varlığına rastlanmamıştır. Maksimum değer ise Ağustos ayında 0,194 mgL⁻¹ NH₃ tespit edilmiştir. NH₄'ün maksimum değeri 2,160 mgL⁻¹ ile Eylül ayında, minimum değeri ise 0,135 mgL⁻¹ olarak Mart ayında saptanmıştır.

İstasyonların NH₃ ve NH₄ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilememiştir (p<0,05). NH₃ ve NH₄ değerlerinin aylara göre ortalama değişimi ve istasyonlara göre değişimi Şekil 3.16.'da verilmiştir.

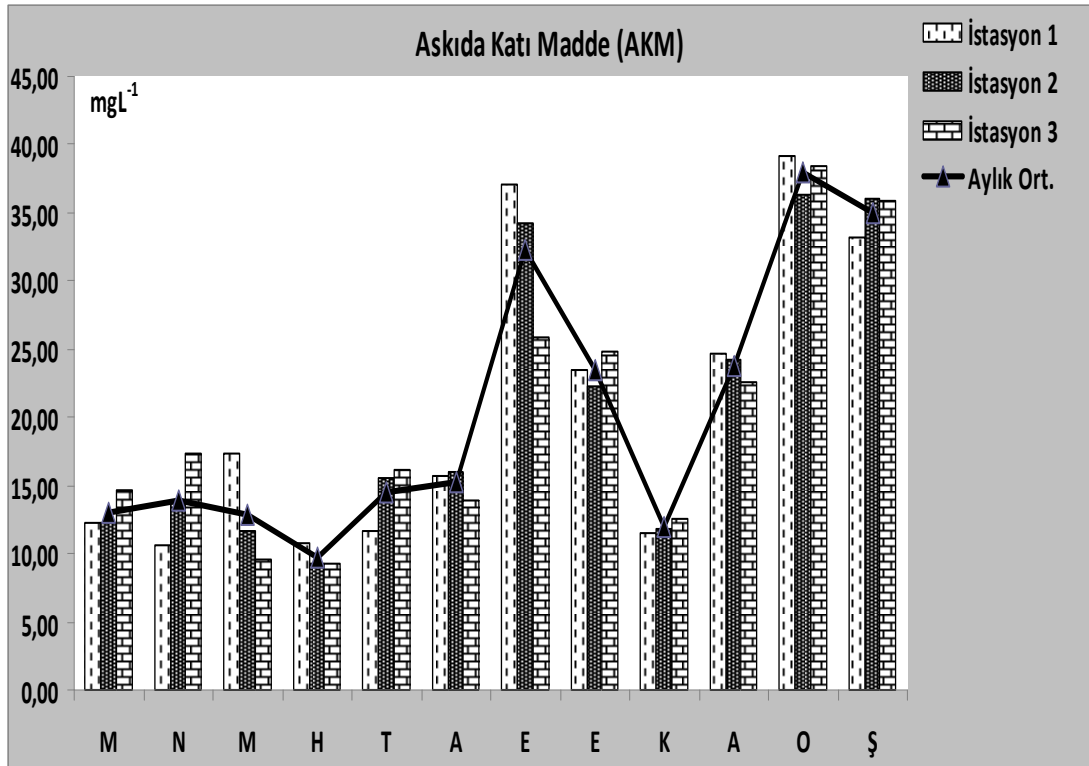


Şekil 3.14. Aylara Göre Ortalama NH₄ ve NH₃ Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.15. Askıda Katı Madde (AKM)

Doğu Karadeniz Bölgesi su kaynaklarına baktığımızda, yapılan çalışmalarda incelendiğinde yağışın fazla olduğu aylarda AKM miktarlarının fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çanakçı Deresi'nde de aynı doğrultuda yağışlarla birlikte AKM miktarları arasında ve aylar arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yağışların ve sıcaklığın düşük olduğu Haziran ayında minimum değer 9,2 mgL⁻¹ ile yağış miktarında artışın olduğu ve hava sıcaklığının düşük olduğu Ocak ayında maksimum 39,2 mgL⁻¹ değerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yıllık ortama 20,3 mgL⁻¹ AKM değeri bulunmuştur. Tabloya baktığımızda sıcaklık değeriyle AKM değerinin paralel olduğunu söyleyebiliriz. İstasyonlar arasında ortalamalardan I. istasyonda 20,6 mgL⁻¹, II. istasyonda bu ortalama 20,3 mgL⁻¹ ve III. istasyonda en düşük ortalama ile 20,1 mgL⁻¹'dir. İstasyonlar arasındaki bu düşük farklılığın istatistiksel olarak 'p<0,05' anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

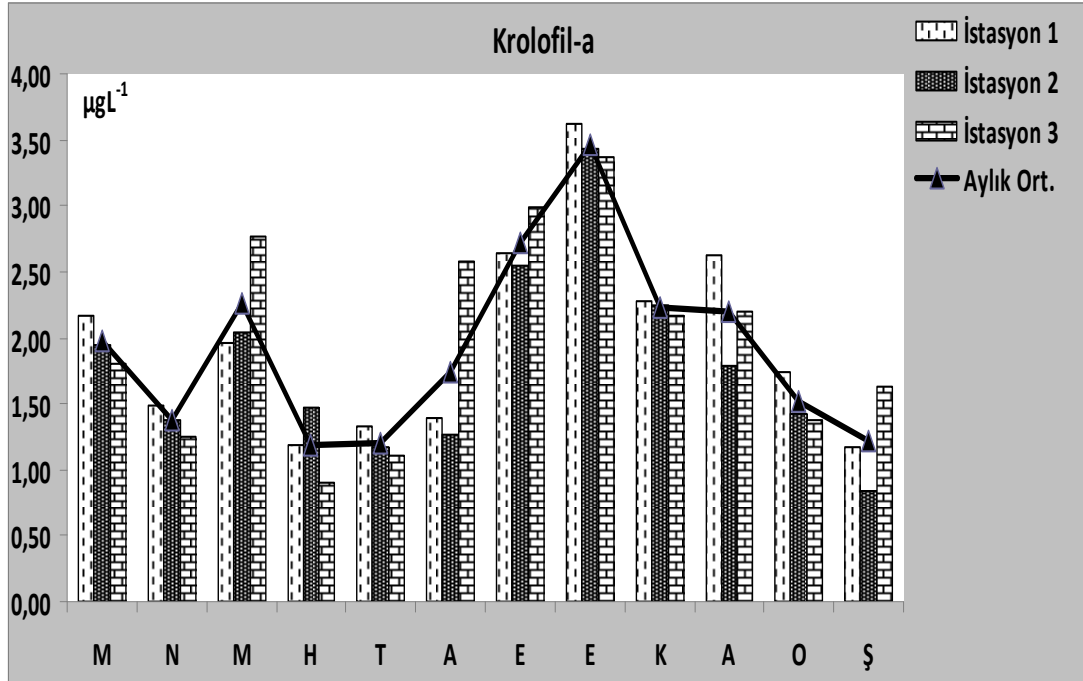
Aylara göre ortalama AKM değerleri Şekil 3.18.'de verilmiştir.



Şekil 3.15. Aylara Göre Ortalama AKM Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.16. Klorofil-a

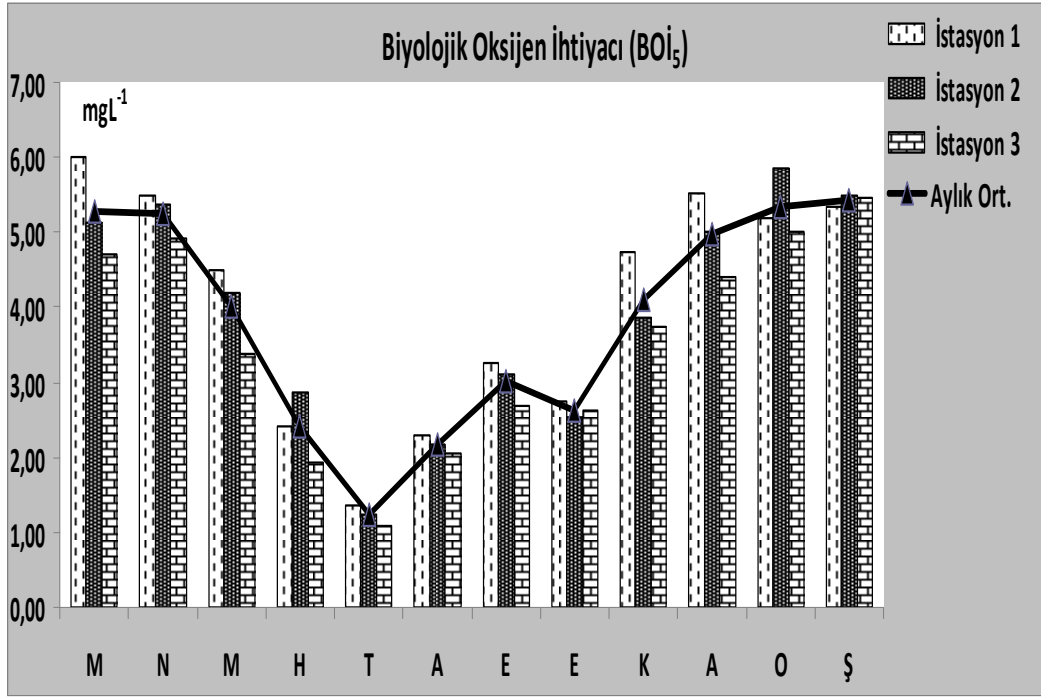
Tespit edilen ortalama klorofil-a değeri $1,92 \mu\text{gL}^{-1}$ 'dir. Minimum değeri Şubat ayında $0,84 \mu\text{gL}^{-1}$, maksimum değeri ise Ekim ayında $3,62 \mu\text{gL}^{-1}$ olarak saptanmıştır. I., II. ve III. istasyonların ortalama değerleri sırasıyla $1,97 \mu\text{gL}^{-1}$, $1,79 \mu\text{gL}^{-1}$ ve $2,01 \mu\text{gL}^{-1}$ 'dir. İstasyonların klorofil-a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmemiştir ($p < 0,05$). Klorofil-a'nın aylara göre ortalama değişimi ve istasyonlara göre değişimi Şekil 3.19.'da verilmiştir.



Şekil 3.16. Aylara Göre Ortalama Klorofil-a Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

3.17. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Sudaki biyolojik aktivitelerin bir göstergesi olan BOİ₅ değerinde istasyonların ve ayların değerlerine baktığımızda I. istasyonda genel olarak BOİ₅ düzeyinin diğer istasyonlara göre daha fazla değerde olduğu görülmektedir. Diğer parametrelerle benzer dalgalanmalar görülmekte olup yıllık ortalama BOİ₅ düzeyi $3,83 \text{ mgL}^{-1}$ şeklinde tespit edilmiştir. Mart ayında I. istasyonda $6,00 \text{ mgL}^{-1}$ olarak maksimum değerde görülmüştür. Temmuz ayında III. istasyonda $1,09 \text{ mgL}^{-1}$ ile en düşük değerde ölçülen BOİ₅ miktarı I., II. ve III. istasyonların ortalama değerleri sırasıyla $4,07 \text{ mgL}^{-1}$, $3,90 \text{ mgL}^{-1}$ ve $3,50 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. İstasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p < 0,05$). Aylara göre BOİ₅ değerleri Şekil 3.20.'de verilmiştir.



Şekil 3.17. Aylara Göre Ortalama BOİ Değerleri ve İstasyonlara Göre Değişimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çanakçı Deresi'nin yıllık sıcaklık ortalaması 13 °C olarak bulunmuştur. Aylara ve istasyonlar arasındaki değerlere baktığımızda yaz mevsimindeki aylarda sıcaklık ortalaması diğer aylara göre daha fazla görülmüştür. Akarsularda sıcaklığın, yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bildirilmektedir (49). Çanakçı Deresi havzası kaynağından, denize döküldüğü yere kadar akarsu yatağında genişlemeler ve daralmalar mevcut olmaktadır. Yaz mevsiminde suyun debisindeki azalışın, dere yatağının geniş olduğu alanlarda suyun sıcaklığına etkisi olduğunu söyleyebiliriz. Çanakçı Deresi'nin ortalama sıcaklık değerinin soğuk su balıkları için uygun olduğunu söyleyebiliriz. Su sıcaklığı; oksijen miktarını, gazların emilmesini, balığın metabolizma hızını ve patojenik organizmaların hayat potansiyelini etkilediğinden diğer çevresel faktörlerden ve parametrelerden daha fazla önem arz eder (100). Mevsimsel sıcaklıklar enlemlere göre değişmektedir. Kıta içi su kaynakları kalitesi standartlarına göre yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir. Su niteliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Boran ve Sivri (52) Trabzon Solaklı ve Sürmene dereleri çalışmalarında yıllık ortalama sıcaklık değerini 10,6°C, Tepe ve Mutlu (57) Hatay Harbiye Kaynak Suyu çalışmalarında ortalama sıcaklık değerini 15,73°C olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 12,52 °C, Yıldız (104) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 13,19 °C olarak bulmuştur.

Çanakçı Deresi'nin çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklık parametresi değerleriyle ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Mevsim sıcaklıkları ve su sıcaklığı çözünmüş oksijen üzerinde etkili olmuştur. Çözünmüş oksijen miktarına, Çanakçı Deresi'nde mevsimlere bağlı olarak suyun debisindeki azalış ve Hidroelektrik Santrali (HES) nedeniyle gelen bulanıklık çözünmüş oksijen miktarına su sıcaklığının da düşmesiyle olumsuz etkisi olmuştur. Yıllık çözünmüş oksijen ortalama değeri ise 7,11 mgL⁻¹ olarak saptanmıştır. Çözünmüş oksijen miktarı suyun kirlenme miktarını, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendini temizleyebilme derecesini ifade eder (105). Kıta içi su kaynakları kalitesi standartlarına göre az kirlenmiş su sınıfındadır. Tepe (40) Hatay Reyhanlı Yenişehir

Gölü' nde yaptığı çalışmada 7,76 mg/L, Taşdemir ve Göksu (60) Hatay Asi Nehri'nde yaptıkları çalışmada çözünmüş oksijen değerini 7,77 mg/L olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 9,85 mg/L, Yıldız (104) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 8,84 mg/L olarak bulmuştur.

Çözünmüş oksijenin yüzde doygunluk değerleri ortalama olarak % 67,68 bulunmuştur. Oksijen doygunluğu diğer parametreler üzerinde etkili olduğundan suyun kalitesi bakımından ve canlıların yaşamsal aktiviteleri üzerinde önemli bir parametredir. Araştırma süresince tespit edilen çözünmüş oksijen değerleri istasyonlar bazında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Çanakçı Deresi çözünmüş oksijen doygunluğu bakımından kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır.

Çanakçı Deresi'nin ortalama pH değeri 7,92 olarak saptanmıştır. Çanakçı Deresi'nin yıllık ortalama miktarına baktığımızda suyun bazik olduğunu söyleyebiliriz. Bazı aylarda fitoplanktonların pH değeri üzerine etkisi olduğu düşünülmektedir. Çanakçı Deresi canlılar için uygun bir yaşam alanıdır. Yüksek kaliteli su sınıfında olup 1. sınıf su standartlarındadır. Tespit edilen pH değerlerine göre istasyonlar arasındaki fark önem arz etmemektedir. Bozkurt ve Tepe (67) Hatay Gölbaşı Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama pH değerini 7,52, Kalyoncu ve arkadaşları (69) Ağlasun Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 7,5 olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 7,43, Yıldız (104) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 7,70 olarak bulmuştur.

Çanakçı Deresi irili ufaklı birçok dere ile birleşerek denize ulaşmaktadır. Diğer dere kolların ve yağmurların Çanakçı Deresi parametrelerine etkisi mevcuttur. Çok çeşitli kullanım amacı olan dere suyunun tuzluluk değeri yıllık ortalama 0,07 ppt bulunmuştur. Kar sularının erimesi ve yağış miktarının arttığı dönemlerde bu değer 0,03 ppt olarak bulunmuş ve su sıcaklığının artması, derenin debisindeki azalışla birlikte buharlaşmanın olması bu değeri 0,09 ppt seviyelerine çıkarmıştır. Denize yakın olan istasyonda yüksek değerler ölçülmüştür. Deniz suyunun III. istasyona etkisi görülmektedir. Tepe ve arkadaşları (71) Hatay Yayladağı Görentaş Göleti'nde yaptıkları çalışmada ortalama tuzluluk değerini 0,2 ppt, Verap ve arkadaşları (72)

Trabzon İyidere’de yapmış oldukları çalışmada 0,00-0,10 ppt değer aralığında bulmuşlardır.

Çanakçı Deresi’nin tuzluluk miktarı ve suyun yoğunluğu elektriksel iletkenlik değerine doğrudan etki etmektedir. Çanakçı Deresi’nde iletkenlik değeri yıllık ortalama $147 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Sıcaklığın artması toplam çözünen katı madde miktarına ve tuzluluk miktarına etki ettiğinden su sıcaklığına paralel olarak yüksek değerlere ulaşmıştır. Çözünmüş katı madde miktarı bakımından zengin olduğu düşünülmektedir. Yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır. Bulut ve Tüfekçi (76) Trabzon Maçka Kalyan Akarsuyu’nda yapmış oldukları çalışmada iletkenlik değerini 210- 300,6 μScm^{-1} değerlerinde, Gültekin ve arkadaşları (77) Trabzon ili akarsularında yaptıkları çalışmada iletkenlik değerlerini 28-450 μScm^{-1} aralığında bulmuşlardır.

Akarsularda alkalinite; kaya, toprak, tuz, bitki aktivitesi ve endüstriyel atık salınımından etkilenmektedir (30). Çanakçı Deresi’nde yıllık ortalama olarak 43 mgL^{-1} alkalinite değeri saptanmıştır. Doğal sularda 5-500 mgL^{-1} CaCO_3 arasında olmaktadır. Alkalinite değerinin sudaki pH üzerine tamponlama etkisi vardır. Toplam alkalinite ile toplam sertlik değerleri paralel seyreden parametrelerdir. Yıllık ortalama alkalinite değeri ile Çanakçı Deresi hafif alkali özelliktedir. Çanakçı Deresi’nin alkalinite değerinin kalsiyum karbonat kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir. Uslu ve arkadaşları (85) Karakaya Baraj Gölü’nde çalışmada 154,4 mgL^{-1} , Tepe ve arkadaşları (86) Hatay Erzin Karagölü’nde yaptıkları çalışmada ortalama alkaliniteyi 205 mgL^{-1} olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi’nde yapmış olduğu çalışmada 115,47 mg/L , Yıldız (104) Gelevera Deresi’nde yapmış olduğu çalışmada 33 mg/L olarak bulmuştur.

Suların sertliği, başta kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından oluşmaktadır (38). Çanakçı Deresi’nde toplam sertlik ortalama 68 mgL^{-1} bulunmuştur. Bulunan bu değere göre dere havzasının jeolojik yapı, kalsiyum ve magnezyum bakımından oldukça zengin olduğu düşünülmektedir. Su niteliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kalyoncu ve Zeybek (91) Isparta ve

Ağlasun Dereleri'ndeki çalışmalarında ortalama toplam sertliği $37,6 \text{ mgL}^{-1}$, Tepe ve arkadaşları (88) Hatay Erzin Hasan Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada ortalama sertlik değerini $141,8 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $156,47 \text{ mg/L}$, Yıldız (104) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 62 mg/L olarak bulunmuştur.

Çanakçı Deresi'nde toplam amonyak azotu (TAN) yıllık ortalama değer $0,67 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İstasyonlara bulunan değerlerde farkın yüksek olduğu görülmüştür. Çanakçı Deresi'nde minimum toplam amonyak azotu değeri $0,16$ ile Mart ayında, maksimum değeri ise $2,21$ ile Eylül ayında ölçülmüştür. TAN değerlerini oluşturan amonyum ile amonyağın oransal miktarları pH ve sıcaklıkla değişiklik göstermiştir. Ortalama amonyak miktarı $0,026 \text{ mgL}^{-1}$ ile genel olarak toksikolojik etki yaratacak düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Ortalama amonyum miktarı ise $0,65 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çanakçı Deresi amonyum azotu bakımından az kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir (46). Tepe ve arkadaşları (86) Karagöl Göleti'nde yaptıkları çalışmada sırasıyla ortalama $0,16 \text{ mgL}^{-1}$, Taş ve arkadaşları (58) Ordu Ulugöl' de yaptıkları çalışmada ortalama $0,35 \text{ mgL}^{-1}$ olarak elde etmişlerdir.

Çanakçı Deresi'nin toplam fosfor değeri yıllık ortalama $0,46 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ekim ayında en yüksek değer $0,89 \text{ mgL}^{-1}$, Ocak ayında ise minimum değer $0,19 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Toplam fosfor miktarı bakımından kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. İstasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. I. ve III. istasyonlarda toplam fosfor değerleri bakımından anlamlı bir fark mevcut olup bu farklılığın sebebinin dere havzasının tarımsal gübrelemeden ve III. istasyonun Görele ilçe merkezinin dereye ulaşan evsel atıklarından etkilendiği söylenebilir. Çanakçı Deresi'nin çözünebilir reaktif fosfor (SRP) değerleri yıllık ortalama $0,020 \text{ mgL}^{-1}$ değer olarak bulunmuştur. İstasyonlar arasında anlamlı bir farklılık istatistiksel olarak bulunmuştur. Seçilen istasyonların konumları itibari ile II. ve III. istasyonlar arasında farklılık bulunmuştur. Toplam fosfor ve çözünebilir inorganik fosfor farklılıklarına baktığımızda Görele ilçe merkezindeki çevresel kirlilik faaliyetlerinin dereye etkisi olduğu düşünülmektedir. Katip ve arkadaşları (95) Akçalar Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama fosfor değerini $0,48 \text{ mgL}^{-1}$,

Mert ve arkadaşları (70) Konya Apa Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama fosfor değerini $0,24 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) Çanakçı Deresi'nde minimum $0,041 \text{ gL}^{-1}$ ve maksimum $0,149 \text{ gL}^{-1}$ olarak bulunmuş, ortalama değeri $0,091 \text{ gL}^{-1}$ şeklinde saptanmıştır. Yıl boyunca TDS değerlerinin yağışlardan ve sıcaklıklardan etkilendiğini söyleyebiliriz. Najah ve arkadaşları (80) Malezya Johor Nehri'ndeki çalışmalarında TDS değerlerini 18- 72 ppm aralığında, Kıvrak ve arkadaşları (82) Afyonkarahisar Akarçayı'nda yaptıkları çalışmada ortalama TDS'yi 701 ppm olarak tespit etmişlerdir. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $0,191 \text{ gL}^{-1}$, Yıldız (104) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $0,086 \text{ gL}^{-1}$ olarak bulmuştur.

Çanakçı Deresi'nin klorofil-a miktarlarının aylara bağlı değişimleri incelendiğinde, dereye fitoplankton aktivitesinden dolayı aylara göre periyodik değişimler olduğu görülmektedir. Çevresel etkilerinde dere suyunda klorofil-a değerinde farklılıklara neden olduğu görülmektedir. Doğal sularda sınırlandırıcılar ve mevsim koşullarına bağlı olarak değişimler gözlenmektedir. Çanakçı Deresi'nin yıllık ortalama klorofil-a miktarı $1,92 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ekim ayında dere havzasında en fazla klorofil-a değeri ölçülmüş olup fitoplankton miktarı sudaki nutrientlerin artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Doğal sularda gün içerisinde fitoplankton aktiviteleri ve miktarlarında farklılıklar vardır. Ekim ayında maksimum $3,62 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ değere ulaşmış Şubat ayında ise tam tersi bir durum olup minimum $0,84 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ekim ayında suyun fiziko-kimyasal özellikleri planktonik canlıların çoğalmasında olumlu yönde etkileyen şartlarda olmuştur. Başaran ve Egemen (98) Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ünde yaptıkları çalışma neticesinde klorofil-a düzeylerini $0,27- 2,53 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında, Atıcı ve Obalı (99) Abant Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada klorofil değerlerini $1,8-10,8 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında tespit etmişlerdir.

Çanakçı Deresi'nin BOI_5 tayin sonuçlarına göre yıllık ortalama düzeyi $3,83 \text{ mgL}^{-1}$ bulunmuştur. Mart ayında maksimum seviye $6,0 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde bulunan BOI_5 miktarı Temmuz ayında minimum $1,09 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Organik kirlenmenin bir ölçüsü olan BOI_5 değeri bulunan değerler doğrultusunda yüksek kaliteli su niteliğindedir. Abdo ve El-Nasharty (81) Mısır İsmailiye Kanalı'nda yaptıkları çalışmada ortalama BOI değerini $4,03 \text{ mgL}^{-1}$, Dirican ve Barlas (96)

Muğla Dipsiz ve Çine Çayı'nda yaptıkları çalışmalarında BOI_5 'in ortalama değerini $3,92 \text{ mgL}^{-1}$, olarak saptamıştır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $2,7 \text{ mgL}^{-1}$, Yıldız (104) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $4,38 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuştur.

Askıda katı madde miktarına baktığımızda yıllık ortalama $20,3 \text{ mgL}^{-1}$ AKM değeri bulunmuştur. Yağışların fazla olduğu aylarda askıda katı madde miktarında artışlar görülmüştür. Ocak ayında maksimum seviyeye ulaşan askıda katı madde miktarı $39,2 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki birçok akarsu hem doğal, hem de antropojenik maddeleri deniz kıyılarına taşımakta ve bu maddelerin kirletici özellikleri zamanla kıyılarda çevresel dengeyi bozmaktadır (52). Haziran ayında minimum olarak ölçülen askıda katı madde değeri $0,92 \text{ gL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Verap ve arkadaşları (72) Trabzon İyidere'de yapmış oldukları çalışmada $17,05 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Tepe (40) Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde yaptığı çalışmada ortalama $28,91 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Sonuç olarak bu çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, Çanakçı Deresi'nin genel olarak I. Sınıf su kalitesine sahip olduğu söylenebilmektedir. Toplam fosfor ve çözünmüş oksijen doygunluğu bakımından kirlenmiş su sınıfındadır. Çözünmüş oksijen miktarı ve amonyum azotu bakımından az kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Bu parametrelerin şu anki durumunu koruyamaması halinde ileriki yıllarda dere ekosistemine ve dere havzasında suyun kullanımı olarak hem sucul ekosistem hem de kullanım amacına göre insan sağlığına olumsuz etki yapabileceği tahmin edilmektedir. Fosfor ve azotun besleyici element olmasının yanında ötrofik etki gösterdiği unutulmamalıdır. Bu nedenle dere suyunun kalitesinin korunması önem arz etmektedir. Çanakçı Deresi kaynağından denize ulaştığı yere kadar birçok yerleşim yerinden geçmektedir. Su kalitesindeki bozulmalar ve gittikçe artan kirlilik birçok yerleşim yerini ve dere havzasının ekosistemini olumsuz yönde etkileyecektir. Su kalitesi ve kirlilik düzeyi konusunda yapılan çalışmaların artması ve su kaynaklarının mevcut durumu ve kirletici unsurların tespit edilmesi çok önem arz etmektedir. Su kaynaklarının korunması ve su kaynaklarındaki kaliteli suyun gelecek nesillere aktarılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- (1) Yıldız, D., (Ed.). 2007. *Su Raporu, Ulusal Su Politikası İhtiyacımız*. USİAD Yayını, Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği, Ankara.
- (2) Pamukçu, K., 2000. *Su Politikası*. Bağlam Yayınları. İstanbul.
- (3) WSSD 2002. İmplementation Report. World Summit on Sustainable Development, 26 Ağustos- 4 Eylül 2002, Johannesburg -GÜNEY AFRİKA
- (4) Barr J., Grego S., Hassan E., Niasse M., Rast W. ve Talafre J., Regional challenges, global impacts, in *Managing Water under Uncertainty and Risk*, UN World Water Development Report 4, Chapter 7, 2012.
- (5) Atalık, A. 2006. Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. *Bilim ve Ütopya* 139: 18-21.
- (6) Kocataş, A. 1994. *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ders Kitapları Serisi No:142, E.U. Basım Evi, Bornova-İzmir, 485s.
- (7) Baysal, A. 1989. *Genel Beslenme Bilgisi*. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi. Ankara.
- (8) Himes, J.H. 1991. Anthropometrics Assessment of Nutritional Status. *A John Wiley and Sons. Inc. Publication*. New York.
- (9) Benjamin, C.L., Garman, G.R., Funston, J.H. 1997. *Human Biology*. WCB/Mc Graw-Hill Companies. New York
- (10) Akın, G., Güleç, E., Sağır, M., Gültekin, T., Bektaş, Y. 2005. Yaşlanma ve yaşlanmayı geciktiren çevresel etmenler. III. Ulusal Yaşlılık Kongresi 16-19 Kasım. 127-137, İzmir.
- (11) Atabey, E. 2005. Tıbbi Jeoloji. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları* 88. Ankara.
- (12) Emoto, M. 2005. Suyun Gizli Mesajı. *Kuraldışı Yayıncılık*, ISBN 975-275-

056-7.

- (13) Tepe, Y., and Boyd, C. E. 2002. Sediment Quality in Arkansas Bait Fish Minnows Ponds. *Journal of World Aquaculture Society*. 33:3.
- (14) Çiçek, İ., Ataol, M. 2009. Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi CBD* 7 (1), 51-64
- (15) Koçman, A. 1993. *Türkiye İklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 72 pp. 49-53, İzmir.
- (16) Öziş, Ü., Baran. T., Durnabaşı, İ. ve Özdemir, Y. 1997. Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli. *Meteoroloji Mühendisliği. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*. Sayı 2: 40-45.
- (17) DPT, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Yayın No: DPT: 2555, ÖİK:571.
- (18) RG, T. 31.12.2004, S. 25687. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Çevre Kanunu 8 ve 11 inci maddeleri ile 01.05.2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun 9 uncu maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.
- (19) Akdur, R. 2005. Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Koruma Politikaları "Türkiye'nin Avrupa Birliğine Uyumu". ATAUM Araştırma dizisi No:23, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- (20) WHO (2012). Water safety planning for small community water supplies: Step by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities. World Health Organization, Geneva.
- (21) Keleş, R. ve Hamamcı, C. 2005. *Çevre Politikası*, İmge Kitabevi, 5.Baskı 120-123, Ankara.
- (22) Türkiye Çevre Vakfı, Türkiye'nin Çevre Sorunları- 95, s. 92-93, Ankara
- (23) Özgüler, H. 1997. Su, su kaynakları ve çevresel konular. *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı* Sayı 2: 57-63.

- (24) Mansuroğlu, S. 2004. Kentleşmeden kaynaklanan çevre sorunlarının yeraltı sularına etkileri. 1. Yeraltısuları Ulusal Sempozyumu. sf. 323-331. Konya.
- (25) Yüksel, S., Nalbantçılar, M.T., Balkaya, N., Onar, A.N. 1997. Samsun ili içmesuyu kuyularındaki çevresel kirliliğın araştırılması. 50. Jeoloji Kurultayı Etkinlikleri, Yeraltısuyu Sempozyumu Bildiri Özleri, 2-4 Nisan. Ankara.
- (26) Şabanogđlu, M., Kovancı, I., Saatçi, N. 1992. Toprakların Pestisitlerle Kirlenmesi ve Onların Etkinliklerinin Mikroorganizmalarla Giderilmesi. Çevre Kirliliğı ve Kontrolü, cilt:2, 608-613.İzmir.
- (27) Zeybek, M., Kalyoncu, H., Ertan, Ö.O. 2012. Eğirdir ve Kovada göllerini bağlayan Kovala kanalı ile göllerin kanala yakın bölümünde trofik durumun belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 29(3): 137-141
- (28) Prüss-Üstün, A., Bos, R., Gore, F., Bartram J. 2008. Safer water, beter health: cost, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health. World Health Organisation (WHO), Geneva.
- (29) Nikolsky, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, 352 p, London.
- (30) U.S. EPA. 1997. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. United States Environmental Protection Agency, Office of Water 4503F, EPA 841-B-97-003, Washington.
- (31) Aras, M.S., Bircan, R., Aras, N.M. 1995. *Genel Su Ürünleri ve Balık Üretim Esasları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Erzurum.
- (32) Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A. 2008. *Çevre Kimyası*. Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliğı Bölümü Basım Ünitesi, İzmir.
- (33) Geldiay. R., ve Balık, S. 1995. *Türkiye'nin Tatlı Su Balıkları*. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi No: 37, 519 s, İzmir.
- (34) Sarıhan, E., 1985. *Limnoloji*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları No:110, 71s, Adana.

- (35) 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.
- (36) SKKY, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara.
- (37) Boyd, C.E. ve Tucker, C.S. 1992. *Water Quality And Pond Soil Analyses For Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
- (38) Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. *Su kirliliği*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci baskı, ISBN 975-7572-60-8, 92 s, Ankara.
- (39) Egemen, Ö. 2006. *Su kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın no:14, 6.baskı, 150 s, Bornova-İzmir.
- (40) Tepe, Y. 2009. Determination of the Water Quality of Reyhanlı Yenisehir Lake (Hatay). *Ekoloji* 18(70): 38-46.
- (41) Boyd, C.E. 1995. *Bottom Soils, Sediment and Pond Aquaculture*, Chapman & Hall, New York, USA.
- (42) Schwörbel, J. 1987. *Einführung in die Limnologie*. Gustav Fischer Verlag, 269 p, Stuttgart.
- (43) Uslu, O. ve Türkman, A., 1987. *Su Kirliliği ve Kontrolü*. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, Eğitim Dizisi 1, 364 p. Ankara.
- (44) Harper, D. 1992. Eutrophication of fresh waters: Principles, problems and restoration. *Chapman and Hall*, London, UK.
- (45) Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.

- (46) Haralambous, A., Maliou, E., Malamis, M. 1992. The use of zeolite for ammonium uptake. *Water Science and Technology*, 25(1): 139-145.
- (47) Henry, R., Tundisi, J. G., and Curi, P. R., 1984. Effects of Phosphorus and Nitrogen Enrichment on the Phytoplankton in a tropical Reservoir. *Hydrobiologia*, 118, 177-85.
- (48) Hutchinson, G. E., 1944. Nitrogen in the Biogeochemistry of the Atmosphere. *American Scientist*, 86,201-14
- (49) Cirik, S., Cirik, Ş. 2005. *Limnoloji (Ders Kitabı)*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:21, 166 s. İzmir
- (50) Karakılçık, Y., Erkul, H. 2002. Karakılçık, Y., Erkul, H., *Sürdürülebilir Akarsu Yönetimi ve Tersine Akan Nehir Asi*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- (51) Lund-Hensen, L.C. ve Skyum, P., 1992. Changes in Hydrography and Particulate Matter During a Barotropic Forced Inflow, *Oceanologica Acta*, 15, 14, 339-346.
- (52) Boran, M., Sivri, N. 2001. Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nutrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* Cilt 18, Sayı (3-4): 343-348.
- (53) Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D., Barlas, M. 2006. Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Omurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10-3, 328-333.
- (54) Crabill, C., Donald, R., Snelling, J., Foust, R. ve Southam, G. 1999. The impact of sediment fecal coliform reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek, Arizona. *Pergamon. Wat. Res. Vol.33, No:9 pp.21-63*. Great Britain.
- (55) Bulut, S., Mert, R., Solak, K., Konuk, M. 2011. Selevir Baraj Gölü'nün Bazı Limnolojik Özellikleri. *Ekoloji* 20 (80): 13-22.

- (56) Çiçek N. L. ve Ertan O. O. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji* 21, 84, 54-65.
- (57) Tepe, Y. ve Mutlu, E. 2004. Hatay Harbiye Kaynak Suyunun Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6, 77-88.
- (58) Taş B., Candan, A. Y., Can, Ö. ve Topkara, S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(3): 254-263.
- (59) Hunt, A.Ö., Sarihan, E. 2004. Seyhan Nehri'nin Kollarından Birini Oluşturan Sarıçam Deresi'nin Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* Cilt II, Sayı XII,2 51-58.
- (60) Taşdemir, M., Göksu, Y.L. 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 18 (1-2): 55-64.
- (61) Şen, B., Gölbaşı, S. 2008. Hazar Gölü'ne Dökülen Kürk Çayı'nın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* Cilt 25, Sayı 4: 353-358.
- (62) Yılmaz, F., 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum) Fiziko-kimyasal Özellikleri, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 13, 50, 10- 17, 2004.
- (63) Bulut, C., Atay, R., Uysal, K., Köse, E. 2011. Karakuyu Gölü (Afyon) Yüzey Suyu Kalitesindeki Mevsimler Değişimlerin Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Sayı 24 ISSN- 1302- 3055.
- (64) Dirican, S., Musul, H. 2008. Çamlıgöze Baraj Gölü'nün (Sivas) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve *Cladocera* Türleri Üzerine Bir Ön Çalışma. *HR.Ü. Z. F. Dergisi* 12 (4): 19-24.

- (65) Gedik, K., Verep, B., Terzi, E. ve Fevzioglu, S. 2012. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji* 19, 76, 25-35.
- (66) Shehata, S.A., Badr, S.A. 2010. Water Quality Changes in River Nile Cairo, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research* 6 (9): 1457-1465.
- (67) Bozkurt, A. ve Tepe, Y. 2011. Zooplankton Composition and Water Quality of Lake Gölbası (Hatay-TURKEY). *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 20- No. 1a, pp. 166-174.
- (68) Jain, A., Singh, S.K. 2013. Limnological Studies Related to Physico-Chemical Characteristics of Water in Anasagar Lake, Ajmer, Rajasthan. *International Journal of Advance Research and Innovation* Volume 1 65-72.
- (69) Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O., Gülboy, H. 2004. Ağlasun Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Alglerle Göre Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* Cilt II, Sayı XII, 7-14
- (70) Mert, R., Bulut, S., Solak, K. 2008. Apa Baraj Gölü'nün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. *AKÜ, Fen Bilimleri Dergisi*, 2008-02 1-10.
- (71) Tepe, Y., Mutlu, E. ve Türkmen, A. 2004. Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) Su Kalitesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 35, 3-4: 201-208.
- (72) Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Şahin, C. 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 14:57, 26-35.
- (73) Tepe, Y., Mutlu E., Ateş, A. ve Başusta, N. 2004. Samandağ Karamanlı Göleti (Hatay) Su Kalitesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*. 2, 3:408-414.
- (74) Turna, İ., Gülle, İ., Güçlü, S. S., 2005. Burdur Gölü'nün Su Kalitesi, Planktonu ve Verimlilik Düzeyi. I. Burdur Sempozyumu 16-19 Kasım 2005. Bildiriler Cilt 1, 518-524 s.

- (75) Boztuğ, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Yıldırım, N., Önal, A., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G., Ünlü, E. 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2 (2) (2012) 93-106.
- (76) Bulut, V. N. ve Tüfekçi, M. 2005. Trabzon (Maçka) Kalyan Akarsuyunun Su kalitesinin İncelenmesi. Türk Sucul Yaşam Dergisi 3(4): 377-384.
- (77) Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E. ve Celep, S. 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 21 (82): 77-88.
- (78) Elmacı, A., Topaç, F.O., Teksoy, A., Özengin, N., Başkaya, H.S. 2010. Uluabat Gölü Fizikokimyasal Özelliklerinin Yönetmelikler Çerçevesinde Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* Cilt 15, Sayı 1.
- (79) Ezzat, M.S., Elkorashey, M.R., Sherif, M.M. 2012. The Economical Value of Nile Tilapia Fish "*Oreochromis niloticus*" in Relation to Water Quality of Lake Nasser, Egypt. *Journal of American Science* 8 (9).
- (80) Najah, A., Elshafie, A., Karim, O.A., Jaffar O. 2009. Prediction of Johor River Water Quality Parameters Using Artificial Neural Networks. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.28 No.3, pp. 422-435.
- (81) Abdo, M.H., El-Nasharty, S.M. 2010. Physico-Chemical Evaluations And Trace Metals Distribution in Water-Surficial Sediment of Ismailia Canal, Egypt. *Nature and Science* 8 (5).
- (82) Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 12, 021003 (27- 38).

- (83) Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Ekoloji* 15 (61): 6-15.
- (84) Saksena, D.N., Garg, R. K. and Rao, R.J. 2008. Water Quality and Pollution Status of Chambal River in National Chambal Sanctuary, Madhya Pradesh. *Journal of Environmental Biology* 29 (5):701-710.
- (85) Küçükıılmaz M., G. Uslu, N. Birici, N.G. Örnekçi, N. Yıldız, T. Şeker, 2010. Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi, Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atıksu Yönetimi Sempozyumu, 26-28 Ekim 2010, s. 23, Konya.
- (86) Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. ve Töre, Y. 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Science* 23 (1/1): 155-161.
- (87) Küçük, S. 2007. Büyük Menderes Nehri Su Kalite Ölçümlerinin Su Ürünleri Açısından İncelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4 (1-2): 7-13.
- (88) Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. ve Töre, Y. 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 23 (1/1): 149-154.
- (89) Bulut C., Atay R., Uysal K., Köse E. 2012. Çivril Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi –C, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, Cilt/Vol.: 2-Sayı/No: 1 : 1-8 .
- (90) Demir, N., Kırkağaç, M. U., Topçu, A., Zencir, Ö., Pulatsü, S. ve Karasu, B. Ç. 2007. Sarısu-Mamuca Göleti (Eskişehir) Su Kalitesi ve Besin Düzeyi, *Tarım Bilimleri Dergisi* 13:(4) 385-390.
- (91) Kalyoncu, H. ve Zeybek, M. 2009. Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (1): 41-48.
- (92) Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Çınar, Ş., Küçükkara, R., Savaşer, S., Tokatlı, C., Öztürk, G.N., Köse, E., Kestel Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi

ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi. DPÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 28, Ağustos 2012, ISSN-1302-3055.

- (93) Bakan, G. ve Şenel, D. 2000. Samsun Mert Irmağı-Karadeniz Deşarjında Yüzey Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesi Araştırması. *Turk J Engin Environ Sci*,24:135-141.
- (94) Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Çınar, Ş., Küçükpara, R., Savaşer, S. 2012. Isparta Çandır Göksu Kaynağı üzerindeki alabalık işletmelerinin dere suyuna olan etkileri. *Journal of Fisheries Sciences*. E-ISSN 1307-234X. 6(4): 331- 340.
- (95) Katip, A., Karaer, F., İleri, S., Onur, S.S. 2013. Akçalar (Musa) Deresi Azot ve Fosfor Yüklerinin Mevsimsel Değişimi ve Uluabat Gölü'ne Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* Cilt 18, Sayı 2.
- (96) Dirican, S. ve Barlas, M. 2005. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Balıkları. *Ekoloji* 14 (54): 25-30.
- (97) Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, M.Z., Zeybek, M. 2008. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 20 (1): 23-33.
- (98) Kaymakçı Başaran, A., Egemen, Ö. 2006. Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 12 (2): 137-143.
- (99) Atıcı, T. ve Obalı, O. 2002. Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi ve Klorofil-*a* Değerlerinin Karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 19, Sayı (3-4): 381 – 389.
- (100) Geldiay. R., ve Balık, S. 1995. Türkiye'nin Tatlı Su Balıkları. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi No: 37, 519 s, İzmir.

- (101) Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Auburn Universty. pp. 482, Alabama Agricultural Experiment Station.
- (102) Tomasso, J. R. 1994. The toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Reviews of Fisheries Science*, 2: 291-314.
- (103) Şengün, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 66, Giresun.
- (104) Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 92, Giresun.
- (105) Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Aksaray’da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Aksaray’da tamamladı. 2005 yılında girdiği Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri bölümünden Temmuz 2009’da mezun oldu. Bir süre su ürünleri üretimi yapan özel işletmelerde çalıştıktan sonra 2011 yılında Görele İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde Su Ürünleri Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2012 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans programında öğrenim görmeye devam etmektedir.

