



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORDU AKÇAOVA DERESİ SU KALİTESİ VE
KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

**BİYOLOJİ
ANA BİLİM DALI
Yüksek Lisans Tezi
Suat ALPTEKİN
20152102023
Temmuz 2018**

GİRESUN

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

**ORDU AKÇAOVA DERESİ SU KALİTESİ VE
KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Suat ALPTEKİN

Enstitü Anabilim Dalı : Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı : Prof. Dr. A. Yalçın TEPE

Haziran 2018

T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

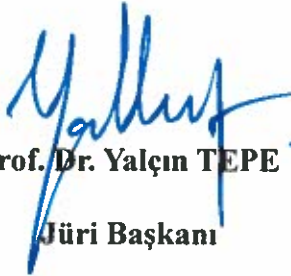
ORDU AKÇAOVA DERESİ SU KALİTESİ VE
KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ


Suat ALPTEKİN

Enstitü Anabilim Dalı : Biyoloji Anabilim Dalı

Bu tez 12/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Yalçın TEPE
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Beyhan TAŞ
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Fikret USTAOĞLU
Üye

Doç. Dr. Bahadır KOZ

Enstitü Müdürü

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.



Şah ALPTEKİN
12/07/2018

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında engin bilgi ve tecrübeleri ile beni yönlendirerek doğruya ulaşmamı sağlayan, her ihtiyaç duyduğumda çıkmazlarımı çözen değerli hocam Prof. Dr. A. Yalçın TEPE'ye arazi çalışmalarımız için gerekli deneysel bilgilerini bizden eksik etmeyen deneyimlerinden bizi mahrum bırakmayan hocam ve abim Dr. Öğr. Üyesi Fikret USTAOĞLU'na aynı zamanda gün daha ışımadan derelerin buz gibi havasında çizmesini giyip çamur ve suyun içinde arazi ve laboratuvar çalışmalarım için yardımını eksik etmeyen değerli arkadaşım Ülkü ŞANTAFLIOĞLU'na da teşekkürü bir borç biliyorum.

Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri [BAP] Komisyon Başkanlığına [Proje No:FEN-BAP-C-160317-09] teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
ÖZET	X
SUMMARY	XI
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Su Kalitesi Kavramı.....	6
2.2. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli	6
2.3. Su Kalite Sınıfları.....	8
2.4. Yüzeysel Sular	9
2.5. Su Kirliliği	11
2.6. Su Kalitesi Fiziko-Kimyasal Parametreleri	13
2.6.1 Sıcaklık	13
2.6.2 pH.....	14
2.6.3. Çözünmüş Oksijen.....	14
2.6.4. Toplam Sertlik.....	16
2.6.5. Alkalinite.....	18
2.6.6. Toplam Fosfor	19
2.6.7. Çözülebilir Reaktif Fosfor (SRP).....	20
2.6.8. Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN).....	20
2.6.9. Tuzluluk	22
2.6.10. İletkenlik.....	22

2.6.11. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP).....	23
2.6.12. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	23
2.6.13. Askıda Katı Madde (AKM).....	24
2.6.14. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ5).....	24
2.6.15. Nitrat.....	26
2.6.16. Klorofil-a.....	26
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Saha Çalışması.....	27
3.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	29
3.3. İstatistiksel Hesaplamalar.....	31
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	32
4.1. Su Sıcaklığı.....	33
4.2. Çözünmüş Oksijen Doymunluğu.....	34
4.3. Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻¹).....	34
4.4 pH.....	35
4.5. Tuzluluk.....	36
4.6. Elektriksel İletkenlik.....	37
4.7. Spesifik Elektriksel İletkenlik.....	37
4.8. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	38
4.9. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP).....	39
4.10. Toplam Alkalinite.....	40
4.11. Toplam Sertlik.....	41
4.12. Toplam Fosfor (TP).....	42
4.13. Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP).....	42
4.14. Toplam Amonyak Azotu (TAN).....	43
4.15. Nitrat.....	44
4.16. Askıda Katı Madde (AKM).....	45
4.17. Klorofil-a.....	46

4.18. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)	47
4.19. İstatistiksel Analizler	48
4.19.1 Kümeleme analizi.....	48
4.19.2. Faktör Analizi.....	49
4.19.3. Korelasyon Analizi.....	52
BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ	56
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	75

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
°Fr	Fransız sertlik derecesi
$\mu\text{g L}^{-1}$	Mikrogram/litre
μL	Mikrolitre
μm	Mikromilimetre
$\mu\text{S cm}^{-1}$	Mikrosimens/santmetre
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
CaCO_3	Kalsiyum karbonat
Cd	Kadmiyum
Cl^-	Klorür
CO_3	Karbonat
g	Gram
g/cm^3	Gram/santimetreküp
H^+	Hidrojen
Hg	Cıva
HCl	Hidroklorik Asit
HCO_3	Bikarbonat
OH^-	Hidroksit
HNO_3	Nitrik Asit
K	Potasyum
kg/m^2	Kilogram/metrekare
km	Kilometre
km^2	Kilometrekare
m	Metre
m^3	Metreküp
Mg	Magnezyum
mg L^{-1}	Miligram/Litre
mL	Mililitre

mm	Milimetre
mm yıl ⁻¹	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

KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	Askıda katı madde
BOİ ₅	Biyolojik oksijen ihtiyacı
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	European Community
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
IOC	International Oceanographic Commission
NTU	Nephelometric Turbidity Units
ORP	Oksidasyon redüksiyon potansiyeli
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SRP	Çözünabilir reaktif fosfor
FS	Fransız sertlik derecesi
AS	Alman sertlik derecesi
IS	İngiliz sertlik derecesi
TAN	Toplam amonyak azotu

TDS	Toplam çözünmüş madde
TP	Toplam fosfor
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Akçaova Deresi fiziki harita(üstte) ve uydu görüntüleri(alta).....	27
Şekil 3.2 Sol üst I., sağ üst II. ve altta III. istasyon çalışma sahaları.....	28
Şekil 4.1 İstasyonlar bazında aylık sıcaklık değerleri ve aylık değişimi	33
Şekil 4.2 İstasyonlara göre ortalama çözünmüş oksijen doygunluğunun değerleri ve aylık değişimi	34
Şekil4-3 İstasyonlara göre çözünmüş oksijen değerleri ve aylık değişimi	35
Şekil 4.4 İstasyonlara göre pH değerleri ve aylık değişim	36
Şekil 4.5 İstasyonlara göre ortalama tuzluluk değerleri ve aylık değişimi	36
Şekil 4.6 İstasyonlara göre iletkenlik değeri değerleri ve aylık değişimi	37
Şekil 4.7 İstasyonlara göre spesifik iletkenlik değerleri ve aylık değişimi	38
Şekil 4.8 İstasyonlara göre TDS değerleri ve aylık değişim	39
Şekil 4.9 İstasyonlara göre ortalama ORP değerleri ve aylık değişimi	40
Şekil 4.10 İstasyonlara göre toplam alkalinite değerleri ve aylık değişimi	41
Şekil 4.11 İstasyonlara göre toplam sertlik değerleri ve aylık değişimi	41
Şekil 4.12 İstasyonlara göre toplam fosfor değerleri ve aylık değişimi.....	42
Şekil 4.13 İstasyonlar bazında SRP değerleri ve aylık değişimi	43
Şekil 4.14 İstasyonlar bazında TAN değerleri ve aylık değişim	44
Şekil 4.15 İstasyonlar bazında nitrat değerleri ve aylık değişimi.....	45
Şekil 4.16 İstasyonlar bazında AKM değerleri ve aylık değişimi.....	46
Şekil 4.17 İstasyonlar bazında Klorofil-a değerleri ve aylık değişimi	47
Şekil 4.18 İstasyonlar bazında BO ₅ değerleri ve aylık değişimi.....	48
Şekil 4.19 Kümeleme Diyagramı	48
Şekil 4.20 Çizgi Eğim Grafiği	50
Şekil 5.1 Akçaova Deresi Üzerindeki Beton Santrali	59
Şekil 5.2 Tarımda kullanılan suni gübre	60
Şekil 5.3 Tarımda kullanılan yapay gübre.....	61
Şekil 5.4 Akarsu Üzerindeki Viyadük Ayakları ve yapım aşamasındaki fiziksel kirlilik.....	64
Şekil 5.5 Tarımda Kullanılan Peptisitler	65

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Türkiye su kaynakları potansiyeli	7
Tablo 2.2 Su potansiyeline göre ülkelerin sınıflandırılması	8
Tablo 2.3 Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları.....	9
Tablo 2.4 Kıtaçi su kaynakları kalitesi	10
Tablo 2.5 Yüzey Sularında Kirletici Etki Yapabilecek Unsurların Dünya Sağlık Örgütü'nce Yapılan Sınıflandırması.....	.12
Tablo 2.6 Sıcaklık-Oksijen çözünürlüğü ilişkisi	15
Tablo 2.7 Bazı ülkelerin sertlik birimlerine göre suların sınıflandırılması.....	.18
Tablo 2.8 Biyolojik Oksijen İhtiyacı Seviyesine Göre Suların Sınıflandırılması .25	
Tablo 4.1 İstasyonların su kalite parametreleri ve yıllık ortalama değerleri (Ort ± Standart hata).....	32
Tablo 4.2 Faktör Analiz Tablosu.....	51
Tablo 4.3 Faktör Analizi Varyans Tablosu	51
Tablo 4.4 Korelasyon Matrisi	52

AKÇAOVA DERESİ SU KALİTESİ VE KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Akçaova Deresi, Ordu İli Ulubey İlçesinin kuzeybatısında bulunan Kurşunçalı Ormanlarından doğan ve Altınordu ilçesi ile Perşembe ilçesini birbirinden ayırarak Karadenize dökülen, 98 km² lik yağış alanına sahip, ortalama 98 L sn⁻¹'lik debisi olan 35 km uzunluğunda ve 1090 m kot farkına sahip bir akarsudur. Akçaova Deresi'nin muhtelif zamanlardaki su kalitesi değişkenlerini ve kirlilik durumunu belirlemek maksadıyla yaptığımız bu çalışmaya Mayıs 2017 tarihinde başlanarak Nisan 2018 tarihine kadar gerekli tespitler yapıldıktan sonra son verilmiştir. Arazi çalışmamız 12 ay devam etmiş olup, belirlenen üç istasyondan su örnekleri her ayın yaklaşık aynı günlerine ve benzer hava koşullarına göre toplanmıştır. Elde edilen verilerden; çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH (Hidrojen Potansiyeli), sıcaklık, tuzluluk(salinity), toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik, spesifik iletkenlik(SPC), klorofil-a, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak azotu (TAN), toplam fosfor (TP), çözünebilir reaktif fosfor (SRP), askıda katı madde (AKM) ve Nitrat ölçümleri yapılmıştır. Edinilen verilerin vasati değerleri; çözünmüş oksijen 10,99 mg L⁻¹, oksijen doygunluğu %104,7, pH 8,38, sıcaklık 12,83°C, tuzluluk 0,08 ppt, TDS 145,1 mg L⁻¹, iletkenlik 177,90 µS cm⁻¹, spesifik iletkenlik 226,06 µS cm⁻¹, ORP -113 mV, BOİ₅ 1,75 mg L⁻¹, toplam alkalinite 78,6 mg L⁻¹, toplam sertlik 90,0 mg L⁻¹, klorofil-a 2,13 µg L⁻¹, TAN 0,3127 mg L⁻¹, TP 0,2880 mg L⁻¹, SRP 0,0537 mg L⁻¹. AKM 20,33 mg L⁻¹, Nitrat ise 2,13 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Edinilen ölçümlere dayanarak Akçaova Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için özellikle üst istasyonlarda kullanılabilir, sucul canlılara uygun yaşam ortamı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Akçaova Deresi, Su kalitesi, Kirlilik, Amonyak, Nitrat, Fosfat

DETERMINATION OF THE WATER QUALITY AND POLLUTION LEVEL OF AKÇAOVA CREEK

SUMMARY

Akçaova Stream, sourced from Kurşunçalı Forests of northwestern Ulubey Town, merged into Black Sea by divided two towns namely Altınordu and Perşembe along its course, has a 98 km² precipitation area, with an average flow rate of 98 L sn⁻¹, total length of 35 km and has 1090 m elevation. With the aim of determining water quality differentiations and contamination status at various times, the present study has initiated on May 2017 and ended up on April 218 after necessary determinations have been done. The field study has been carried out for 12 months, water samples have been taken from fixed stations monthly. Water quality parameters of total phosphorus (TP), soluble reactive phosphate (SRP), dissolved oxygen, dissolved oxygen saturation, pH, temperature, salinity, biological oxygen demand (BOD₅), total alkalinity, total hardness, chlorophyll-a, total ammonia nitrogen (TAN), total dissolved solids (TDS), oxidation-reduction potential (ORP), nitrate, specific electrical conductivity and electrical conductivity were analyzed. The mean values of the obtained results were 10,99 mg L⁻¹ dissolved oxygen, 104,73% oxygen saturation, pH 8,38, temperature 12,83 ° C, salinity 0,08 ppt, TDS 145,1 mg L⁻¹, conductivity 177,90 µS cm⁻¹, total hardness 90,0 mg L⁻¹, chlorophyll-a 2,13 µg L⁻¹, specific conductivity of 226,06 µS cm⁻¹, ORP -113 mV, BOD₅ 1,75 mg L⁻¹, total alkalinity of 78,6 mg L⁻¹, TAN 0,3127 mg L⁻¹, Nitrate 2,13 mg L⁻¹, TP 0,288 mg L⁻¹, SRP 0,054 mg L⁻¹ and AKM 20.33 mg L⁻¹. According to these findings, It has been decided that Akçaova Stream has water quality suitable for agriculture and support the aquatic life especially on uphill stations

Keywords: Akçaova Creek. Water Quality, Pollution, Ammonia, Nitrate, Phosphate

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Canlıların tümü, yaşamlarını sürdürebilmek ve organizma için gerekli bir çok reaksiyonu yürütebilmek için suya gereksinim duyarlar. Sanayi, ziraat, doğadaki hayatın sürekliliği ve daha birçok olayın devamı için temiz su olması elzemdir. Günümüze kadar olduğu gibi şimdi ve gelecekte de temiz suya gereksinim olacağı aşikardır. Hayatın her alanında temiz su ihtiyacı her daim olmuştur ve olacaktır. Canlıların su ihtiyacı, temizlik, gıda işleme, bitki ve hayvanların gelişmesi, büyüüp yaşamını ve neslini devam ettirebilmesi için suya her an ihtiyaç vardır. Yer küremizde temiz su rezervlerinin azaldığı ve her geçen gün ve hatta her geçen dakikada kirleticiler yüzünden tehdiye maruz kaldığı bilinmektedir. Suyun kirliliğini kontrol altında tutmak tüm uğraşlara rağmen, çağımızda çok ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Dünyadaki insanların yaşam, refah ve mutlulukları için su çok önemlidir ve dünyanın her yerinde tehdit altındadır [1].

Dünyada 1,4 milyar km³ su bulunmakta olup bu değer sadece %3'ü tatlı suları oluşturduğu bilinmektedir. Oysaki insanın yaşam faaliyetlerinde yararlanabileceği düzeyde tatlı su ise toplam su miktarının ancak % 0,003'ü seviyesindedir [2].

Canlıların yaşamaları için şart olan tatlı su rezervlerinin sınırlı olması ve bu rezervlerin insanlar eliyle çeşitli şekil ve düzeylerde değişimi su kirliliği sorununu kaçınılmaz kılmaktadır. Su kalitesi her yönden yaşamımızı etkilediği için suyun temizliği yaşamsal önem teşkil etmektedir. Kullanılabilir su seviyesini sınırlayan en önemli faktör suyun niteliğidir. Yeterli düzeyde su olması durumunda bile su niteliğinin standartlar dışına çıkması durumunda kullanılabilir su oranı azalmaktadır [3, 4].

Tüm canlılar suya muhtaçtır. İnsanların su bulmak için yüzyıllarca savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde ana etken olan suyun geçmişte bir çok uygarlığın yıkılıp yok olmasına da sebep olduğu bilinmektedir. Su kaynakları zamanla azalmakta, su sorunuyla karşılaşan toplumların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Yeraltı su seviyesi azalmakta, su kaynaklarının kirliliğide artmaktadır. Yer küredeki suyun %97,6'sı

okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Yeryüzünde kullanılacak suyun yetersiz olması, teknolojinin gelişim hızı ve insanların su ihtiyaçlarının artmasından dolayı kutuplardan ve deniz suyundan tatlı su çevirimi çalışmaları uzun yıllardan beri devam etmekte, fakat çok maliyetli olan bu yöntemlerden sınırlı olarak ihtiyaç karşılanmaktadır [5].

Su, kendine has özelliklerini, hiçbir maddeye benzemeyen molekül yapısı sayesinde meydana getirir. 18.yy'da İskoçyalı bilim insanı Joseph Black gözlem ve deneyimlerine dayanarak suyun ısı kapasitesinin ve ısıyı absorbe etme kabiliyetinin yüksek olduğunu belirlemiştir. Isı kapasitesi, maddenin sıcaklığını belli bir dereceye yükseltebilmek için gerekli ısı miktarı olarak ifade edilmektedir. Isı kapasitesi suyun birçok özelliğini etkilemektedir. Su, bilinen sıvılar içerisinde katı biçimi sıvı biçiminden daha az yoğun olan tek maddedir. Donduğunda meydana gelen genleşmeye bağlı olarak yoğunluğu düşer. Eğer suyun bu özelliği olmasaydı su dipten donacak ve biyosfer bugün olduğu gibi olmayacaktı. Bu durumda sucül yaşamın devamı mümkün olmayacaktı. Su canlıların bütün metabolik olayları ile doğrudan ilişkilidir. Besinlerin ve artıkların çözelti haline dönüşümü, bunların vücutta kullanılması ve fazlalıklarının atılması suya bağlı olarak gerçekleşmektedir [6].

Başka doğal kaynaklarımız gibi su kaynaklarımızında korunması ekonomik kalkınma ve gelişme sürecinde, son derece önemli bir görevdir. Devletlerin ekonomik gelişmeleri, farklı etmenler yanında, doğal kaynaklarının zenginliğine ve bu kaynakların ulusal politikalar yönünde etkin bir şekilde kullanılmasına da bağlıdır. Doğal kaynakların gözetilmesi aynı zamanda, ulusal güvenlik stratejisinin de gerekliliğidir. Ekolojik dengenin korunması, insan topluluklarının gelişiminin sağlanması için, su ve toprak kaynaklarının şimdi ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayabilecek en üst düzeyde kullanılması gerekmektedir. Günümüzde doğal kaynakları korumayı ve bu kaynaklardan en verimli ve sürdürülebilir şekilde ulusal çıkarları doğrultusunda yararlanmayı öncelikleri arasına almayan bir anlayış başarılı olamayacaktır [7].

Dünyamızın tatlı su kaynaklarının zamanla yetersizleşmesi ve sürekli artan nüfus, suların daha dikkatli ve kontrollü kullanılmasını gerektirmektedir. Su; tarım arazilerinin sulanması, içme suyu ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi faaliyetlerde kullanılmaktadır. İnsanların yaşamını direkt etkileyen suyun varlığı yanında kalitesi de çok önemlidir. Çağımızda su kalitesi çalışmaları ve araştırmaları artmıştır. Dünya nüfusunun hızlı artışıyla birlikte insanoğlu, su kaynaklarını bilinçli kullanabilme ve yeni kaynaklar bulma sorunları ile karşı karşıya kalacaktır [8].

Su kaynaklarının değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve tarım ihtiyacını karşılayacak şekilde yönlendirilmesi için ülkemizde, baraj gölleri ve göletleri yapılmaktadır [9]. Sularda oluşan kirlenmeyi ve etkilerini belirleme araştırmalarında suyun kalitesinin fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirilmesi suyun güncel durumu hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önem taşımaktadır [10, 11]. Hem göl, gölet ve akarsularda hem de denizlerde ve tarla balıkçılığında suyun maksada uygun olup olmadığı, fiziksel ve kimyasal parametrelerin duyarlı bir şekilde analiz edilmesiyle mümkün olmaktadır [12]. Ülkemizde belli başlı akarsular olup, bunlar toplamda 178 000 km uzunluğa sahiptir [13]. Yine Ülkemizde dağlarda oluşmuş küçük göllerle birlikte 120'ye aşkın doğal göl bulunmaktadır. Bu kaynakların kontrolsüz bırakılmaması gerekmektedir.

Su kaynakları ve su rezervleri yanında suyun moleküler yapısında araştırmalar için büyük önem arz etmektedir. Su, H₂O molekül yapısında bir inorganik bileşiktir. Su molekülü, merkezinde bir oksijen atomu, iki köşesinde birer hidrojen atomu, diğer iki köşesinde ortaklanmamış elektron çiftleri bulunan düzgün olmayan dörtyüzlü şekline sahiptir. H-O-H bağ açısı 104,5°'dir. Molekül ağırlığı 18g mol⁻¹ dür. Suyun kendine özgü yapısıyla, su ile aynı ağırlığa sahip benzer bileşiklerden farklı özellik gösterir. Dipolar (iki kutuplu) yapıdadır. Yüksek donma ve kaynama noktasına sahip, fiziksel haller arası geçişte yüksek ısıya ihtiyaç duyan, yüksek ısı tutma kapasitesi olan çok iyi bir çözücüdür.

Su, canlıların metabolik faaliyetleri ile de doğrudan ilgilidir. Besin maddelerinin ve artıklarının çözelti haline dönüştürülmesi, oluşan maddelerin vücutta kullanılıp

atılması ancak su ile gerçekleşir. Oksijenin hücrelere, hücrelerden karbondioksitin akciğerlere taşınması kanın olağan akış hızı ile ilgili olup, bu da suyun var oluşuna bağlıdır. Kanın yaklaşık %80, gelişen bir embriyonun %90 kadarı sudur. Yaşamın devamı, çeşitli yollarla kaybedilen suyun geri alınmasına bağlıdır [8].

Eski çağlardan beri insanlar yerleşim yerleri olarak nehir, göl ve deniz gibi sulak arazilerin yakınlarını benimseyerek su kaynaklarını içme, sulama, ulaşım, tarımda yetiştiricilik ve endüstri alanlarında kullanmışlardır. Bu faaliyetlerin yanı sıra özellikle de akarsular atık suların bırakıldığı alıcı bir ortam olmuştur [14]. İnsanların yaşam bölgelerinde nüfusun artmasıyla akarsularda oluşan kirlilik düzeyi artmış kendi kendini temizleyemez hale gelmiştir. Akarsuların kirlenmesi yalnız kendisi için değil sularını boşalttıkları göl veya denizler için de ciddi bir tehdit oluşturmaktadır [15, 16].

Günümüzde büyük öneme sahip tatlı su kaynaklarının, kirlilik tehlikesi altında kalması, artan su gereksinimi ile birlikte su kirliliği alanında yapılan çalışmaların daha da artmasına sebep olmuştur. Akarsularda oluşan kirliliği anlamak için fiziko-kimyasal ve biyolojik faktörlerden yararlanılmaktadır [16]. Fiziko-kimyasal faktörlerden su kalitesi parametrelerinin takip edilmesinin en önemli amacı, kirliliğe sebep olan kaynaklardaki ve kirlilik seviyelerindeki değişimleri belirlemek ve su kalitesini belirleyen faktörleri ortaya çıkarmaktır [17]. Eğer bu problemler periyodik olarak takip edilmeden önlemler alınmazsa gün geçtikçe dönüşü olmayan, sucul ekosistemlerin tahrip ve yok olmasına dek devam eden bir süreç başlayacaktır. Yaşamın sürekliliği açısından oldukça önemli olan suyun, yaşam ortamında bulunması ve kalitesi üst düzeyde önem taşımaktadır [18].

Akarsular ve denizlerin biraraya geldiği kısımların ekolojik açıdan özel alanlar olduğu bilinmektedir. Birbirinden farklı fiziko-kimyasal niteliklere sahip iki sucul ortamın bulunduğu bu bölgelerde, özellikle suyu kendinde toplayan denizel ekosistem açısından, olumlu ve olumsuz açıdan etkiler meydana getirdiği anlaşılmıştır [19].

Su, yeryüzünde yaşamın en önemli bileşiklerinden biridir. Suyun farklı kaynakları arasında yer alan, yeraltı sularının içme ve evsel kullanım amaçlı tüketiminin daha güvenli olduğu belirtilmiştir. Yer altı sularının kalitesi alt yüzeylerinin yapısından ve çevresinden etkilenir. Sanayi, tarım, endüstri ve insanların gereksinimleri için kullanılan su, yer altı suyuna karışan bazı maddeler sebebiyle su kaynaklı hastalıklara sebep olmaktadır [20, 21].

Biz de bu çalışmamızda su kirliliğinin öneminin farkındalığına katkıda bulunmak ve su kirliliği için gerekli olan sürekli kontrol altında tutma ve takibini yapma eylemini Ordu Akçaova Deresi'nde sürdürerek üzerimize düşeni yapmaya çalıştık.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Su Kalitesi Kavramı

Su kalitesi, suyun faydalı kullanımına etki eden tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özelliklerin toplamıdır. Su kalitesi; canlı türlerinin bileşimini, verimliliğini, nüfus durumlarını ve sucul canlı türlerinin fizyolojik parametrelerini değiştirmektedir. Çeşitli sebeplerle su kalitesinin düşmesi, sulardaki besleyici element devrimine ve su kalitesi araştırmalarına her geçen gün daha fazla önem kazandırmaktadır [12].

Tükettiğimiz suyun kalitesi bütün canlılar için önem arz etmektedir. Birçok canlı sulardaki kirlilik sebebiyle varlıklarını sürdüremez hale gelmektedir. Bazı su yosunları su kirliliği nedeniyle seçici olarak çoğalmaktadır. Gelişmiş ülkelerde de su kalitesi zamanla en çok üzerinde durulan çevre sağlığı problemlerinden birisi olma durumuna gelmiştir. Patojenik mikroorganizmalar en etkin kirletici unsur olma özelliğini sürdürmekle birlikte, artan sanayileşme, plansız ve yanlış endüstriyel yerleşim, fazla gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının kimyasal kirlenmesi gün geçtikçe artmaktadır. Suyun kimyasal takibi zamanla patolojik izlenmesine daha yakın bir izleme sıklığı kazanmaktadır. Çünkü, endüstri ve tarımda atılmış bine aşkın kimyasal kullanılmaktadır [22].

2.2. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli

Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık olarak 643 mm^3 olup, bu da yılda ortalama 501 milyar m^3 su demektir. Bu suyun 274 milyar m^3 'ü toprak ve su yüzeyinden ayrıca bitkilerde oluşan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3 'lük miktarı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m^3 'lük miktarı ise akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m^3 'lük suyun 28 milyar m^3 'ü su kaynakları vasıtasıyla yerüstü

suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize yılda ortalama 7 milyar m³ su girmektedir. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³' de gözönüne alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli 234 milyar m³ olarak hesaplanmaktadır. Fakat günümüz şartları nedeniyle, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza giren akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür. 14 milyar m³ olarak saptanan yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³'ü kullanılmaktadır (tablo 2.1) [23].

Tablo 2.1 Türkiye su kaynakları potansiyeli [23]

Yıllık ortalama yağış miktarı	643 mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783.577 km ²
Yıllık yağış miktarı	501 milyar m ³
Buharlaşma etkisi	274 milyar m ³
Yer altına sızma miktarı	41 milyar m ³
Yüzey Suyu	
Yıllık yüzey akışı miktarı	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu miktarı	98 milyar m ³
Yeraltı Suyu	
Yer altı suyu yıllık çekilebilir su miktarı	14 milyar m ³
Toplam kullanılabilir su (net) miktarı	112 milyar m ³
Gelişme Durumu	
DSİ sulamalarında kullanılan su miktarı	32 milyar m ³
İçme suyunda kullanılan su miktarı	7 milyar m ³
Sanayide kullanılan su miktarı	5 milyar m ³
Toplam kullanılan su miktarı	44 milyar m ³

Su potansiyeline göre ülkeler ise aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (tablo 2.2). Türkiye sanıldığı gibi su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke durumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.519 m³ seviyesindedir.

Tablo 2.2 Su potansiyeline göre ülkelerin sınıflandırılması [23]

Su fakirliği	Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1000 m ³ 'ten daha az.
Su azlığı	Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2000 m ³ 'ten daha az.
Su zenginliği	Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8000-10000 m ³ 'ten daha fazla

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmektedir. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³ yıl⁻¹ civarında olacağı sonucu çıkmaktadır. Şuanki büyüme hızı, su tüketim ve israf alışkanlıklarının değişmesi gibi etkenler ile su kaynakları üzerine yaşanacak sıkıntıları tahmin etmek mümkündür. Bütün bu tahminler mevcut kaynakların 20 yıl sonrasına hiç zarar görmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Bu nedenle Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su mirası bırakması için kaynakların dikkatli korunması ve kullanılması gerekmektedir [23].

2.3. Su Kalite Sınıfları

Ülkemizin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunumu ve sağlıklı bir şekilde kullanımının sağlanabilmesi için, su kirliliğine engel olunmasını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle eşgüdümlü bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli görülen hukuki ve teknik noktaları belirlemek amacıyla su kalite sınıfları meydana getirilmiştir. Ortaya konulan bu yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına bağlı planlama esaslarını ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni kurallarını, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin engellenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını içermektedir.

Sular kullanılan amaca ve kullanım kriterine göre sınıflandırılabilir. Ancak, kalite kriterleri kullanım amaçlarına da etki ettiğinden kalite kriterlerinin suların sınıflandırılmasında temel alınması gerekir. Buna göre sular; Kullanım amaçlarına

göre; içme suları, rekreasyon suları , şifalı özellikleri bulunan sular, sulama suyu olarak sınıflandırılırken, kaynaklarına göre ise; yüzeysel sular (Dere, çay, nehir, göl, baraj vb.) ve yeraltı suları şeklinde sınıflandırılır.

2.4. Yüzeysel Sular

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yüzeysel sular; yer altı suları dışında kalan iç suları, kıyı ve geçiş sularını, bölgesel suları da kapsayan sular olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre kıta içi yüzeysel su kategorisine giren akarsular 4 ana sınıfa ayrılır. (Tablo 2.3)

Tablo 2.3 Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları [24]

Sınıf I: Yüksek Kaliteli Su	— Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, —Yüzme sporları, —Alabalık üretimi, —Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, —Diğer amaçlar.
Sınıf II: Az Kirlenmiş Su	—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	—Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılır.
Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su	—I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kıtaıçi su kaynaklarının kalitesine göre sınıflandırılması ise tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4 Kıtaıçi su kaynakları kalitesi[24]

SU KALİTE PARAMETRELERİ		SU KALİTE SINIFLARI			
A)		I	II	III	IV
Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler					
1.	Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
2.	pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	<6, 9> dışında
3.	Çözünmüş oksijen[DO]	8	6	3	<3
4.	Oksijen doygunluğu %	90	70	40	>40
5.	Klorür iyonu[Cl-]	25	200	400	>400
6.	Sülfat iyonu [SO4]	200	200	400	>400
7.	Amonyum azotu [NH3-N]	0.2	1	2	>2
8.	Nitrit azotu[NO2-N]	0.002	0.01	0.05	>0.05
9.	Nitrat azotu[NO3-N]	5	10	20	>20
10.	Toplam fosfor	0.02	0.14	0.65	>0.65
11.	Toplam çözünmüş madde[TDS]	500	1500	5000	>5000
12.	Renk (Pt-Co)	5	50	300	>300
13.	Sodyum [Na]	125	125	250	>250
B)	Organik Parametreler	I	II	III	IV
1.	KOİ	25	50	70	>70
2.	BOİ	4	8	20	>20
3.	Organik karbon	5	8	12	>12
4.	Toplam Kjeldahi azotu [TKN]	0.5	1.5	5	>5
5.	Emülsifiye yağ ve gres	0.02	0.3	0.5	>0.5
6.	Metilen mavisi aktif maddeleri	0.02	0.2	1	>1.5
7.	Fenolik maddeler (uçucu)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8.	Mineral yağlar ve türevleri	0.02	0.1	0.5	>0.5
9.	Toplam pestisid	0.001	0.01	0.1	>0.1
C)	İnorganik Kirlenme Parametreleri	I	II	III	IV
1.	Cıva[Hg]	0.0001	0.0005	0.002	>0.002
2.	Kadmiyum[Cd]	0.003	0.005	0.01	>0.01
3.	Kurşun[Pb]	0.01	0.02	0.05	>0.05
4.	Arsenik[As]	0.02	0.05	0.1	>0.1

5.	Bakır[Cu]	0.02	0.05	0.2	>0.2
6.	Krom (toplam)[Cr]	0.02	0.05	0.2	>0.2
7.	Krom[Cr]	Ö.S.A	0.02	0.05	>0.05
8.	Kobalt[Co]	0.01	0.02	0.2	>0.2
9.	Nikel[Ni]	0.02	0.05	0.2	>0.2
10.	Çinko[Zn]	0.2	0.5	2	>2
11.	Siyanür[SN]	0.01	0.05	0.1	>0.1
12.	Florür[F]	1	1.5	2	>2
13.	Serbest klor[Cl ₂]	0.01	0.01	0.05	>0.05
14.	Sülfür[S]	0.002	0.002	0.01	>0.01
15.	Demir[Fe]	0.3	1	5	>5
16.	Mangan[Mn]	0.1	0.5	3	>3
17.	Bor[B]	1	1	1	>1
18.	Selenyum[Se]	0.01	0.01	0.02	>0.02
19.	Baryum[Ba]	1	2	2	>2
20.	Alüminyum[A]	0.3	0.3	1	>1
21.	Radyoaktivite- alfa-radyoaktivitesi (pCi/l)	1	10	10	>10
D)	Bakteriyolojik Parametreler	I	II	III	IV
1.	Fekal koliform (EMS/100 ml)	10	200	2000	>2000
2.	Toplam koliform (EMS/100 ml)	100	20000	100000	>100000

2.5. Su Kirliliği

Su kirliliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (SKKY) göre; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişimi olarak gözlenen ve doğrudan veya dolaylı sebeplerle biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun farklı amaçlara yönelik kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması şeklinde tanımlanmıştır [24].

Su kirliliği kontrol standartları, belli amaçlarla kullanılması planlanan suyun mevcut su kalite kriterleri çerçevesinde kalite denetimine tabi tutulabilmesi ve daha çok kalite kaybının önlenmesi için konulmuş sınır aralıklarını belirtmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yüzey sularında kirliliğe neden olabilecek etkenler belirlenmiştir. (Tablo 2.5)

Tablo 2.5 Yüzey Sularında Kirlenici Etki Yapabilecek Unsurların Dünya Sağlık Örgütü'nce [WHO] Yapılan Sınıflandırması [25]

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, silyanür, 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 ısı	Termik santraller

Ülkemizde su kirliliğine neden olan etmenler; sanayileşme, şehirleşme, nüfus artışı, tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler olarak sınıflandırılabilir. Bunların yanında, özellikle şehir kanalizasyonun arıtılmadan ya da basit usullerle arıtılarak yüzey sularına aktarılması; topraktaki ve sulama kanallarındaki tarım ilacı ve kimyasal gübre artıklarının sulara karışması gelmektedir [26, 27].

Sanayileşmenin sebep olduğu sulardaki kirlilik, sanayi çıktılarının atıkları ile kirletmenin yanında sanayi tesislerinin sıvı atıklarıyla direkt olarak suya karışması şeklinde görünmektedir. Sanayi faaliyetleri kaynaklı kirliliği, kirleticilerin kendine has özelliklerine göre kimyasal, fiziksel, biyolojik, fizyolojik ve radyoaktif kirlilik olarak gruplandırılabilir [28].

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 6. maddesinde (SKKY); fekal atıklar, organik atıklar, kimyasal atıklar, fazla üretime neden olan besin maddelerinin alıcı ortamı bozacak seviyede boşaltımı, atık ısı, radyoaktif atıklar, deniz tabanından taranan malzeme, çamur, çöp ve hafriyat artıklarının ve benzeri atıkların boşaltımı, gemilerden kaynaklı petrol türevli katı ve sıvı atıklar tehlikeli maddeler olarak belirtilmektedir [24].

Doğal su kirliliği, erozyon sebebiyle toprak ve beraberinde taşıdığı kirleticiler ile havanın içerdiği ve buradan suya dahil olan polenler gibi, muhtelif kirleticiler nedeniyle ortaya çıkan ve suyun kendi kendini temizlemesi ile zararsız hale gelen kirliliktir [29].

Türkiye'de su kirliliği hususu, daha geniş çerçeveli bir bakış açısı ile ele alınmayı zorunlu kılmaktadır. Hızlı ekonomik büyümeler ve nüfus artışı, endüstriyel ve evsel kullanım amaçlı suya olan ihtiyacın hızla artmasına sebep olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de su kaynaklarının sürdürülebilir kontrolünün sağlanmasında ilerleme sağlayacak çalışmalar yapılması zorunlu görünmektedir [27].

2.6. Su Kalitesi Fiziko-Kimyasal Parametreleri

2.6.1. Sıcaklık

Akarsularda sıcaklığın, yükseltiye, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre farklılık gösterdiği belirtilmektedir [30]. Sıcaklık, içme sularında önemli bir kalite parametresidir. İçme sularında uygun sıcaklık 7-14°C olarak kabul edilir. Gereğinden fazla soğuk ya da sıcaklığı 20°C'yi geçen sular,

sağlık bakımından uygun görülmez. İnce zerrecikli toprak katmanlarından süzülen ve yeraltından gelen kaynak sularının sıcaklığı, atmosferden etkilenmediği için genelde değişmez. Bu özellikteki sular, sağlık açısından içilebilir özellikte olmaktadır [31]. Sıcaklık, suyun biyokimyasal reaksiyon süresini etkileyen bir faktördür. Sıcaklık yükseldikçe canlıların biyolojik ve fizyolojik faaliyetleri artış gösterir. Canlıların büyüme ve üreme hızı, çevresel yaşamı suyun sıcaklığına bağımlı olarak değişiklik gösterir. Su sıcaklığı; iklim, atmosfer şartları, rakım, akıntı hızı, su yatağının yapısı ve bitki örtüsü gibi değişik etkenlere bağlı olarak değişim gösterir [32].

2.6.2. pH

Su içindeki hidrojen iyonu yoğunluğunun 10 tabanında negatif logaritması pH değeri olarak ifade edilir. $pH=7$ olan sular nötr sulardır. Bu sularda H^+ ve OH^- iyonları denge durumundadır. Bu tip suların asit ve alkali reaksiyonları olmaz. H^+ iyonu konsantrasyonunun artmasıyla pH değeri 7' nin altına iner ve su asidik nitelik kazanır. OH^- iyonu konsantrasyonunun artmasıyla pH 7' nin üzerinde değer alır ve su bazik nitelik kazanır. pH değerleri 0-14 aralığındadır. Yüzeysel sular genellikle pH değeri 8'den büyük olan bazik sulardır. İçme sularındaki pH değeri 6,5-8,5 arasında uygun kabul edilir. Yeraltı sularındaki pH değeri, çözülmüş karbondioksit ve bunun yanında diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlıdır. Bu denge, sıcaklık ve basınç farklılıklarına göre de değişim gösterir [22].

Toprağın yapısı, endüstriyel atıklar, drenaj suları ve fitoplanktonlar sularda pH değerlerinin farklılaşmasına neden olan faktörlerdir. Sularda gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ve biyolojik yaşam için pH önemli bir parametredir. Bunun yanında, bazı bileşiklerin (amonyak, siyanür ve sülfür gibi) ve metal iyonlarının zararları üzerinde etkilidir [33].

2.6.3. Çözülmüş Oksijen

Çözülmüş oksijen belirli bir sıcaklık ve belirli bir atmosfer basıncı altında su içinde çözülmüş oksijen seviyesini belirtir. Çözülmüş oksijen yüzey sularında bütün

biyolojik topluluklar için çok önemlidir ve sağlıklı yaşam alanlarının bir gereksinimidir. Ayrıca su kalitesi değerlerini ölçmek için kullanılan ana parametrelerden biridir [34]. Sularda oksijen, azot ve karbondioksit gibi gazlar da çözülmüş halde bulunurlar. Oksijenin suda erime oranı suyun sıcaklık ve tuzluluk oranına bağlıdır. Sıcaklık arttıkça suda daha az oksijenin çözüldüğü gözlemlenir [35]. Tablo 2.6'da sıcaklık ve sudaki oksijen arasındaki korelasyon görülmektedir.

Tablo 2.6 Sıcaklık-Oksijen çözümlülüğü ilişkisi [35]

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

Sıcaklıkla ters orantılı ilişkiye sahip olan çözülmüş oksijen, sıcaklık arttıkça azalır sıcaklığın azalmasıyla birlikte artar. Bu durumda kış mevsiminde oksijen seviyesinin fazla çıkması beklenen bir sonuçtur [36]. Doğal girişimlerin yanında atık sulara bulaşan organik maddeler çözülmüş oksijen miktarının düşmesine sebep olurlar. Çözülmüş oksijen su yaşamı için, son derece işlevsel bir bileşen olduğu gibi biyokimyasal oksidasyonlar için de elzemdir. Tatlı sularda sucül yaşam için minimum 5 mgL⁻¹ çözülmüş oksijen gereklidir. Ayrıca oksijen çözünebilirliği suyun tuz konsantrasyonu ile ters orantılı olup tuzluluk yükseldikçe sudaki çözülmüş oksijen seviyesi düşer [37].

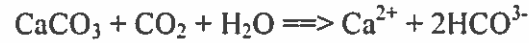
2.6.4. Toplam Sertlik

Suda bulunan kalsiyum ve magnezyum derişiminin toplamı toplam sertlik olarak ifade edilir ve $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ olarak gösterilir. Başka yüklü katyonlar da sertliğe katkı sağlar, ama sudaki miktarları oldukça azdır. Genellikle kalsiyum su sertliğinde magnezyumdan daha etkili bir elementtir.

Kalsiyum x 2.5 = kalsiyum sertliği

Magnezyum x 4.12 = magnezyum sertliği

Suların sertliği 5–1000 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ arasında değişim gösterir. Su havzası veya kaynağının kayaç yapısı suyun sertliğini ve diğer yandan Ca ve Mg derişiminin nispi oranlarının da etkiler. Kalsiyum ve Magnezyum genel manada alkalın yapılı kayaç sınıfında olan kireçtaşının ayrışmasından meydana gelir.



Sularda sertlik Alman, Fransız, Rus ve Amerikan sertlik dereceleriyle ölçülebilmektedir. Ülkemizde Fransız sertlik derecesi daha çok kullanılır. Suyun içinde 10 mg CaCO_3 bulunması 1 Fransız sertlik derecesine tekabül eder. 1 litre suda, 10 mg kalsiyum ve magnezyum bikarbonat veya buna eşit seviyede diğer sertlik sağlayan iyonların bulunması durumunda, o suyun sertliği 1 Fransız Derecesi (1°f) olarak ifade edilir [39].

1 Fr = 1.42 Alman sertlik derecesi

1 Fr = 1.79 İngiliz sertlik derecesi

1 Fr = 1.72 Amerikan sertlik derecesi

1 Fr = 0.25 Rus sertlik derecesi dir.

Bazı sular içinde barındırdığı çözülmüş maddelere bağlı olarak daha çok çözebilme özelliğine sahip bulunabilirler. Örneğin, sudaki karbondioksit, kalker ve magnezyumu daha çabuk çözerek bu maddelerin bikarbonatlara dönüşmesine neden olur. Suyun sertlik derecesi, sağlık koşullarından ziyade ekonomik ve estetik açıdan daha çok önem arzeder [40].

Dünya Sağlık Örgütü içme suyunda kabul edilebilir kalsiyum derişimini 75 mg L^{-1} ve azami izin verilebilen kalsiyum derişimini 200 mg L^{-1} olarak belirtmiştir. Kalsiyum insan vücudunun en önemli mineral kaynaklarından. Yeterli kalsiyum normal büyüme ve sağlık için mutlaka alınması gereken bir elementtir. Sert sular kalsiyum kaynağı olarak önemli görülür [41].

Yetişkin bir insan günde 2 litre su tüketir ve toplam sıvı alımının % 60'ı içme suyuyla vücuda girer. İnorganik maddeler düşük yoğunlukta olsalar dahi içme suyundan alınan miktar azımsanacak gibi değildir. Normal içme suyu bir insanın lityum, çinko, kalsiyum, bakır, magnezyum, demir ve flor gereksiniminin % 10' unu karşılayabilecek seviyededir. Bu değerler besin maddelerinin mineralce zengin olduğu yerlerde çok ihtiyaç hissettirmesede çoğu ülkede olduğu gibi besin kalitesizliğinden dolayı hayat boyu sağlıklı olmak ya da olmamak arasındaki fark kendini gösterir [42].

Sertlik, geçici sertlik ve kalıcı sertlik olmak üzere iki şekilde ele alınır. Geçici sertlik veya karbonat sertliği genelde, kalsiyum bikarbonat ve magnezyum bikarbonattan oluşur. Bu durum suyun kaynatılmasıyla azaltılabilir. Fakat su kaynatıldığında bir süre sonra dipte çökelme oluşturur. Kalıcı sertlik veya karbonat olmayan sertlik ise en fazla, kalsiyum sülfat (CaSO_4) ve Magnezyum sülfattan (MgSO_4) oluşan sertliktir. Kaynatmayla değeri değişmeyen ve esas itibariyle kalsiyum ve magnezyumun, sülfat, klorür, nitrat bileşiklerinden ileri gelen sertliktir. Meydana gelen bu sertlik, sadece zeolitler veya diğer yumuşatıcılarla giderilebilir.

Sular çok yumuşak, yumuşak, orta derecede sert, oldukça sert, sert ve çok sert sular diye gruplandırılır (Tablo 2.7)

Tablo 2.7 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

Türkiye’de Fransız sertlik ölçüsü genel olarak yaygındır. Su sertliklerinin giderilmesi amacıyla kaynatma, doğal (zeolit) kullanma, sulu sodyum, alüminyum silikatlar içinden süzme gibi filtrasyon işlemleri yapılmaktadır. Sodyum silikat bileşikler bulunan bir kaptan suyun geçirilmesi ile baz değişimi meydana getirilir. Bu değişim ile birlikte sertlik veren kalsiyum ve magnezyum iyonları, sertliği düşüren sodyum iyonu ile yer değiştirir [43].

Sertlik, içme suyu kullanımı ve endüstriyel alanda önemli bir kalite parametresidir ve suda çözülmüş vaziyetteki kalsiyum ve magnezyum tuzlarından oluşur. Sulardaki sertlik belli seviyelere kadar insan sağlığı açısından faydalıdır. Fakat sertlik değeri normalin üstüne çıktığında suyun tadında bozulma meydana getirir [44].

2.6.5. Alkalinite

Suyun asitleri nötralize edebilme kapasitesi olarak tanımlanır ve pH’ı 4,5 değerine kadar düşürebilen tüm bazları kapsar. Genellikle sularda bikarbonat ve karbonat alkalinitenin esas varlığını oluşturan bazlardır. Ancak bazı sularda diğer alkaliniteye etki edecek bileşiklerde önemli derecede katkı sağlayabilirler. Suyun toplam alkalinitesi titre edilebilen bazların toplam derişimlerinin bir indeksidir. Doğal sularda alkalinite değerleri 5 ile 500 mg L⁻¹ CaCO₃ arasında seyreder. Suyun beslendiği havzanın jeolojisi bu değerlere en çok etki eden kriterlerdendir. Bazı sularda karbonat (CO₃⁻²) ve bikarbonat (HCO₃⁻³) bu sulara alkalik özellik katar.

Suların sertliği ise kalsiyum (Ca^{+2}) ve magnezyum (Mg^{+2}) iyonlarından etkilenen bir değerdir. Yapısı kireçli toprak olan alanlarda kurulan göletler orta ve yüksek seviyelerde toplam alkalinite ve sertlik derecelerine sahip olmakla birlikte, çoğu kez bu iki değişkenin değeri bazen birbirine çok yakındır. Bazı tatlı sularda alkalinite ve sertlik aynı sebeplerden beslendiği için değerler birbirine oldukça yakındır. Fakat bu her zaman geçerli olmaz [38].

2.6.6. Toplam Fosfor

Biyolojik açıdan fosfor metabolizması kalsiyum metabolizması ile beraber ele alınır. Fosfor organizma açısından zorunlu bir elementtir. Organizmada kalsiyumla birlikte belli başlı kemiklerde görülür. Sularda organik ve inorganik formlarda yer alır. Canlıların gelişiminde etkin görev alır. Çoğu mineralin yapısında olmasına rağmen, alkali yapı gösteren topraklardaki çözünürlüğünün azlığı sebebiyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suya kayaçlardan ve topraktan katılabildiği gibi, suni gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da katılabilir. Yüzey sularındaki fazlalığı azota bağlı olarak yine alglerin sayısının artmasına ve o yüzeysel sudaki canlı yaşamını etkilemesine sebep olmaktadır [22]. Kilit bir rol üstlenen fosfor, temiz ve doğal sularda oldukça az miktarlarda ($0,01-0,03 \text{ mg L}^{-1}$) bulunur. Tatlı su kaynaklarının ve bazı sucul organizmaların verimliliğini belirler [45].

Akarsularda, fosfat düzeyinde meydana gelen yaz aylarındaki artış, atmosferden fosfat bağlayabilen mavi-yeşil alglerin çoğalmasından veya fosfatlı gübrelerin kullanımından olabilmektedir [46].

Ayrıca yaz mevsiminde büyüyen köklü su bitkileri de topraktaki fosforun suya katılımlarında etkin rol oynar. Yine pH düzeyinin 7'ye yakın olması halinde suda fosfat bağlayan Ca^{+2} , Al^{+3} ve Fe^{+2} iyonlarının (PO_4^{-3}) iyonları ile tepkimeye girme hızı en sakin durumda kaldığından toplam sertliğin ve fosfatın vasatı değerlerinin yüksek seyretmesi beklenebilir [46, 47].

Fosfor sebebiyle oluşan su kirliliğinin temel nedeninin %83'lük bir oranla endüstri ve kanalizasyon atıkları olduğu belirtilmektedir. Özellikle şehir kanalizasyon suyundaki

fosfatın ise %32-70'i deterjanlardan ileri gelmektedir. Deterjan tüketiminin fazla görüldüğü bölgelerde toplayıcı konumunda olan sulara katılan toplam fosforun üçte birinden fazlasının deterjanların yapısında bulunan sodyum tripolifosfattan ileri geldiği tespit edilmiştir [48].

2.6.7. Çözülebilir Reaktif Fosfor (SRP)

Sucul ortamlarda toplam fosfor seviyesi, inorganik ve organik fosfat gruplarının toplamı manasına gelmektedir. Ortofosfat olarak tanınan inorganik fosfatlar çözünebilir reaktif fosforlar (SRP) olarak isimlendirilir. SRP'lar sucul canlıların yaşamsal faaliyetlerinde kullandıkları bileşikler arasındadır. Polifosfatlar ise, birden çok ortofosfat molekülünden su çıkışı ile sağlanan, su ortamında zaman içerisinde hidrolize maruz kalıp tekrar eski durumuna dönüşen fosfor gruplarıdır.

Fosforun sulara kirlenme açısından oluşturduğu en belirgin sonuçlardan biri de ötrofikasyona sebep olmasıdır. Farklı şekillerde toplayıcı ortam olan akarsu ve denizlere varan fosfor alglerin nüfusunun artmasına neden olur. Alglerin aşırı artışı zamanla güneş ışınlarının girişini kapatarak çözünmüş oksijen miktarını azaltıcı etki eder.

Doğal sulara toplam fosfor oranı; havzanın morfometresine, bulunduğu coğrafyanın jeolojik yapısına, kimyasal muhtevasına, suya karışan organik madde durumuna ve sudaki organik metabolizmaya bağlı şekilde değişir. Fosfat su depolarında alglerin üremesini hızlandırır. Bu sebeple içme suyunda koku ve tad problemleriyle karşılaşılır. Bu nedenle içme sularında derişiminin yüksek olması istenen bir durum değildir [49,50].

2.6.8. Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)

Azot atmosferde % 78,1'lik oran ile en temel gaz olma özelliğine sahiptir. Azotun suda çözünürlüğü çok olmamakla birlikte atmosferde yoğun olarak bulunması suyla etkileşimini ve çözünürlüğün nispeten yüksek olmasını sağlar. Çözünürlüğü

sıcaklığın ve tuzluluğun artmasıyla azalır. Sudaki azot bileşikleri, amonyum iyonu (NH_4^+), iyonize amonyak (NH_3), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-). Bu bileşikler bitkilerce absorbe edilebilirler ve daha birçok organik bileşiğin yapısına katılırlar. Azot yaşamsal faaliyetler için oksijen ve karbona nazaran hemen kullanıma hazır durumda olmaz. Döngünün tamamlanması biyolojik aktivite gerektirir. Azot döngüsü yaşamsal faaliyetler için ana unsurdur [39].

Sucul sistemlerdeki amonyak, organik kirlenme ve sucul organizmaların metabolik atıkları neticesinde ortaya çıkan toksik bir bileşiktir. Amonyum içeriği suda yaşam sürdüren canlılar için önemli ölçüde toksik değildir. Fakat yüksek pH ve sıcaklığa maruziyeti sonucunda amonyum amonyağa dönüşerek su içindeki sucul organizmalar için toksik duruma gelebilmektedir [51]. Amonyum iyonları çoğu alg ve bitkilerce direkt alınabilir. Su ortamında alg çoğalmasını hızlandırdığı gibi yine suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamın yapısını değiştirmektedir. Suda gerçekleşen amonyak fazlalığı sucul canlılara toksik etki göstermeye başlar. Amonyak, yaklaşık $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ gibi düşük konsantrasyonlarda sucul yaşamda toksik etki sahibidir [52].

Nitrat iyonları toprağın içinden rahatça yıkanıp süzülerek suya dahil olmakta, bu yüzden de tarımsal drenaj suyunda azımsanmayacak oranda nitrat iyonu bulunmaktadır. Tarımsal arazilerde her yıl önemli ölçüde azot, doğal su kaynaklarına karışmaktadır. Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkilere sahiptir ve toprakta bulunan çürümüş bitkisel proteinlerden meydana gelir. Bu iyonlar, genel manada üre ve atmosferde bulunan azotun bitki köklerine tutulması ile açığa çıkar. Bu iyonlar su içinde mevcut olan bazı mikroorganizmaların etkileşimiyle nitrit ve nitrate dönüşürler. Belli başlı bakteri gruplarında denitrifikasyon neticesinde nitrat ve nitriti anaerobik şekilde moleküler azota çevirir. Doğal sulardaki nitrit kısa sürede nitrate yükseltgenir. Su canlıları açısından nitratın toksik sınırı $3-13 \text{ mg L}^{-1}$, nitritin ise $20-30 \text{ mg L}^{-1}$ düzeyindedir. Daha yüksek seviyeler canlılarda olumsuz etkiler oluşturur [53, 54].

2.6.9. Tuzluluk

Sularda sıkça bulunan tuzlar kalsiyum, magnezyum, sodyum bikarbonat, sülfat ve klorür kaynaklıdır. Su kaynakları, tabanında bulundurduğu farklı tuzları içerisinde barındırarak, bu tuzları ulaştıkları yerlere taşımaktadır. Tuzların su içindeki çözünürlüğü farklı değişimler gösterir. Kimi tuzların su içindeki doygunluk seviyesi oldukça düşük olurken kimi tuzların suda çok yüksek çözünürlük gösterdiği görülmektedir. Atık sularının kent ve sanayi bölgelerinden yüzey sularına geçmesi sonucunda klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-) ve fosfat (PO_4^{3-}) derişimi artar. Bu atık sular, farklı bazı toksik elementleri de yüzey sularına taşırlar. Bu sebeble suların tuz konsantrasyonu sonucu kirlenmesi, tuz derişimi yüksek olan suların sulama ihtiyacında kullanımıyla oluşacak sıkıntılar açısından büyük öneme sahiptir [53].

Tuzluluk ifadesi 1 kg suda bulunan çözünmüş iyonların toplam konsantrasyonudur. Tuzluluk oranı yükseldikçe suyun sahip olduğu osmotik basıncı da yükselir. Tuzlar su içinde çözüldüğünde iyonlarına ayrıştıkları için tuzluluk artışı elektriksel iletkenliğide arttırmaktadır. Elektriksel iletkenlik derecesi tuzluluk hakkında bilgi verir. Suyun tuz yoğunluğu kayaçlardan, yağışlardan ve buharlaşma gibi farklı etmenlerden etkilenir [55, 56].

Tuzluluğun ifadesi binde (‰) şeklinde gösterilir. Deniz suyunda dahi kabul gören normal tuzluluk oranı $\text{‰}35$ seviyesindedir. Tuzluluk seviyesi $\text{‰}34$ 'den az olan sular acı , $\text{‰}5$ 'in altında olduğu sular ise tatlı su olarak ifade edilmektedir.[56, 57].

2.6.10. İletkenlik

Sulardaki elektriksel iletkenlik, su içinde çözünmüş halde bulunan iyonların derişimine ve cinsine bağlıdır. Su içinde bulunan çözünmüş tuz konsantrasyonu arttıkça elektriksel iletkenlikte de aynı oranda artmaktadır. Bu nedenle elektriksel iletkenliğin ölçümü yapıldığında suda çözünmüş toplam tuz miktarı hakkında bilgi edinilebilir. İletkenliğin birimi olarak "Siemens" kullanılmaktadır . Yüzey sularının iletkenliği çok az olduğundan, sulardaki öz iletkenlik genellikle $\mu\text{mho/cm}$ veya mS/m birimleriyle ifade edilir. $1 \text{ mS/m} = 10 \mu\text{mho/cm}$ şeklindedir [58]. Sıcaklık

iyonların yer değişiminde etkili bir faktördür. Eğer suyun yapısında tuzlara ve çözünebilen diğer maddelere birde sıcaklık eklenirse iletkenliğin arttığı görülür [59].

2.6.11. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

Sulu çözümlerin yükseltgenme ve indirgenme potansiyeli derecesi ORP olarak adlandırılır. Diğer adı redoks potansiyelidir. Yükseltgenme eğilimi pozitif, indirgenme eğilimi negatiftir. Bu parametrenin ölçümlerini milivolt cinsinden yapmak daha uygundur. Tahrip olmamış yeraltı sularında ORP +500 ile -100 mV aralığında seyreder [60].

Bazı organik bileşikler sebebiyle kirlenmiş yeraltı suları çoğu zaman farklı yönde ORP değerleri ortaya koyar [61]. ORP değerleri özellikle pH değerleri ile birlikte ele alındığında, çözülmüş maddeler ve diğer kimyasalların öngörülen oksidasyon seviyesini değerlendirmek amacıyla bilgi verir. Ancak akiferler ve farklı doymuş bölgeler açık sistemlere dahil olduğundan birçok farklı etmeden etkilenir ve bu sebeble ORP ve pH değerleri tam manasıyla bir gösterge olarak gösterilemeyeceğinden yeraltı sularının yapısındaki kimyasal içerik tespit edilmelidir [62]. Ayrıca, ORP değeri çözülmüş oksijen değerlerinin tesbiti veya bu değerlerin emsali bir değişken olarak kullanılamaz [63].

2.6.12. Toplam Çözülmüş Madde (TDS)

TDS, suda çözülmüş haldeki inorganik tuzlar (özellikle kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, bikarbonat, klor ve sülfatlar) ve düşük miktarda organik maddelerden oluşan bir parametredir. Yeraltı sularındaki TDS seviyesi kanalizasyon, sanayi ve endüstriyel atık sularından gelen karışımlarla yükselebilir. Karayollarının buzlanmasını önlemek için yollara serpilen tuzlar da yeraltı sularında TDS seviyesinin artışında etkili bir faktördür. Birbirinden farklı jeolojik yapıya sahip coğrafyalarda TDS'nin farklı değişimleri, minerallerin çözünürlük farkları sebebiyle oluşmaktadır [2].

Suya karışan katı materyaller, toprak ve bitki parçaları gibi hem inorganik hemde organik maddelerden oluşmaktadır. Bunlar suların bulanıklılığını artırır, sucul

ekosistemler için uygun olmaz. Bunun yanında bulanıklık artışına sebep olan katı maddeler sudaki balıkların solungaçları için zarar verici olabilir. Bu suların tabanında biriken katı maddeler bentik organizmaya sahip canlılarada zarar verici olur [1].

2.6.13. Askıda Katı Madde (AKM)

Suların içinde çözülmüş veya askıda bulunan maddeler katı maddelerdir. Toplamda bulunan katı maddeler filtrasyona tabi tutulabilen ve filtrasyona tabi tutulamayan maddelerin hepsi şeklinde ifade edilir. AKM'den kasıt ise çökelme oluşturan ve çökelme oluşturmeyen maddeleri ifade eder. Sulardaki AKM ve bulanıklık, önemli değişkenler arasında yer alır. Askıda bulunan katı maddeler suya doğal yollardan katıldığı gibi, maden ocakları, tarımsal sulama ve endüstriyel maksatlı kullanılan atık sularla da suya katılabilir [64].

Suların içine katılan katı maddeler, genelde organik yapıda olup su bitkileri, ölmüş farklı canlılar, arıtıma dahil edilmemiş atık sulardan karışan fekal maddelerle biyo-endüstri atıklarından meydana gelir. Bu maddelerin çoğu doğal yapıları olduklarından fiziksel ayrışma ve biyokimyasal tepkimeler neticesinde çözülmüş bileşikler veya bu bileşiklerin son ürünleri şekline dönüşürler. Bu sistemin işlemesi sırasında atmosferden oksijenin difüzyonunun istenilen düzeyde olmadığı zamanlarda sularda anaerobik ortamlar kendini gösterir [64]. Yüzey sularında bulunan askıdaki maddeler, güneşten alınan enerjiye engel olarak karbondioksit ve oksijen gazları dengesinde bozukluğa sebebiyet verir. Bununla birlikte suyun kalitesini negatif yönde etkileyerek kullanım özelliğini ve içme kalitesini farklılaştırmaktadır [65].

2.6.14. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ5)

Sularda organik maddenin biyolojik dağılımı esnasında bakteriler tarafından tüketilen oksijen miktarını gösteren bir parametredir. Beş günlük süre zarfının sonunda ölçümü yapılarak bulunur. Biyolojik Oksijen İhtiyacı organik madde miktarının doğrudan olmayan dolaylı bir göstergesidir [1]. Aerobik ortamlardaki

bakterilerce organik maddelerin ayrışması sırasında kullanılacak olan oksijen miktarı BOİ olarak ifade edilir ve birimi mgL^{-1} olarak gösterilir [66]. Biyolojik oksijen ihtiyacının tesbiti, kirlenmiş suların ve atık niteliğindeki suların bağlı oksijen ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla kullanılan laboratuvar işlemlerinin standart duruma getirildiği deneysel bir testten ibarettir. Bu test, sülfid ve demir gibi inorganik maddelerin oksidasyonunda ihtiyaç duyulan oksijeni ve organik maddelerin belirli bir inkübasyon periyodundaki biyokimyasal parçalanmasında kullanılmakta olan moleküler oksijeni tespit etmektedir [67].

BOİ ölçüm sürecinde meydana gelen tepkimeler biyolojik faaliyetlerin bir sonucudur. Tepkimelerin hızı su numunelerinde çözünmüş halde bulunan organik madde seviyesine ve sıcaklığa bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu sebeple deneyin oda sıcaklığında (20°C) bekletilmesi uygundur. Sayısal olarak organik maddelerin tümüyle biyolojik yükseltgenmelerinin sağlanması için çok uzun sürelere ihtiyaç duyulur. Ancak deneyselde tepkimenin 20 günde bitmesi kabul edilmektedir. Ancak, 20 günlük bir süre sonuca ulaşma bakımından epeyce uzundur. Bunun için 5 günlük bir zaman dilimi kabul edilmiştir. BOİ ölçümünde uygulanacak yöntemler kirlenme seviyesine ve suyun yapısına göre farklılık gösterir [8].

Organik maddeler bakteriler için besin anlamına gelir. BOİ tayininde, kanalizasyon ve endüstri atıklarının oluşturduğu organik yük türünden kirlenme seviyesi eşdeğer oksijen miktarı türünden tespit edilir. BOİ düzeyine göre suların sınıflandırılması tablo 2.8' da gösterilmiştir.

Tablo 2.8 Biyolojik Oksijen İhtiyacı Seviyesine Göre Suların Sınıflandırılması[24]

BOİ ₅ [mgL^{-1}]	Su Kalitesi Niteliği
0-15	Temiz su
15-30	Orta su
>30	Kirli su

2.6.15. Nitrat

Nitrat ve nitrit canlılar sayesinde organik maddelerin dekompozisyonu neticesinde meydana gelmektedir. Bu kimyasalların su içindeki varlığı bakteriyel bir bulaşmayı ifade eder. Çağımızda kentleşme, nüfus artışı ve sanayileşmeye endeksli olarak, bu bileşiklerin sularda bulunma ihtimali ve bulunduğu miktarlar hızla artış göstermiştir [68]. Evsel atıklar, endüstri ve sanayi atıkları, organik maddeler, ziraatte kullanılan azotlu katkıların sulama suyu ya da yağmur sularıyla taşınımı azotlu materyallerin sulara katılmasında etkili olan başlıca sebeplerdendir [37].

2.6.16. Klorofil-a

Yeşil bitkilerin yapısında bulunan bir pigment olan ve alg konsantrasyonunu tayin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Klorofil-a seviyesinin yüksek çıkması suda aşırı besinlerden meydana gelen planktonik alg yoğunluğunu ifade eder. Bu da suyun renginde farklılığa sebebiyet verir. Su içinde yeşil görüntü meydana getirerek yüzeye doğru köpüklenme şeklinde kendini gösterir. Çözünmüş oksijen düzeyini düşürerek, pH seviyesinin değişime sebep olabilir. Bunun yanında koku ve tadta bozukluk oluşturur. Toplam fosfor ve klorofil arasında logaritmik korelasyon görülür [69].

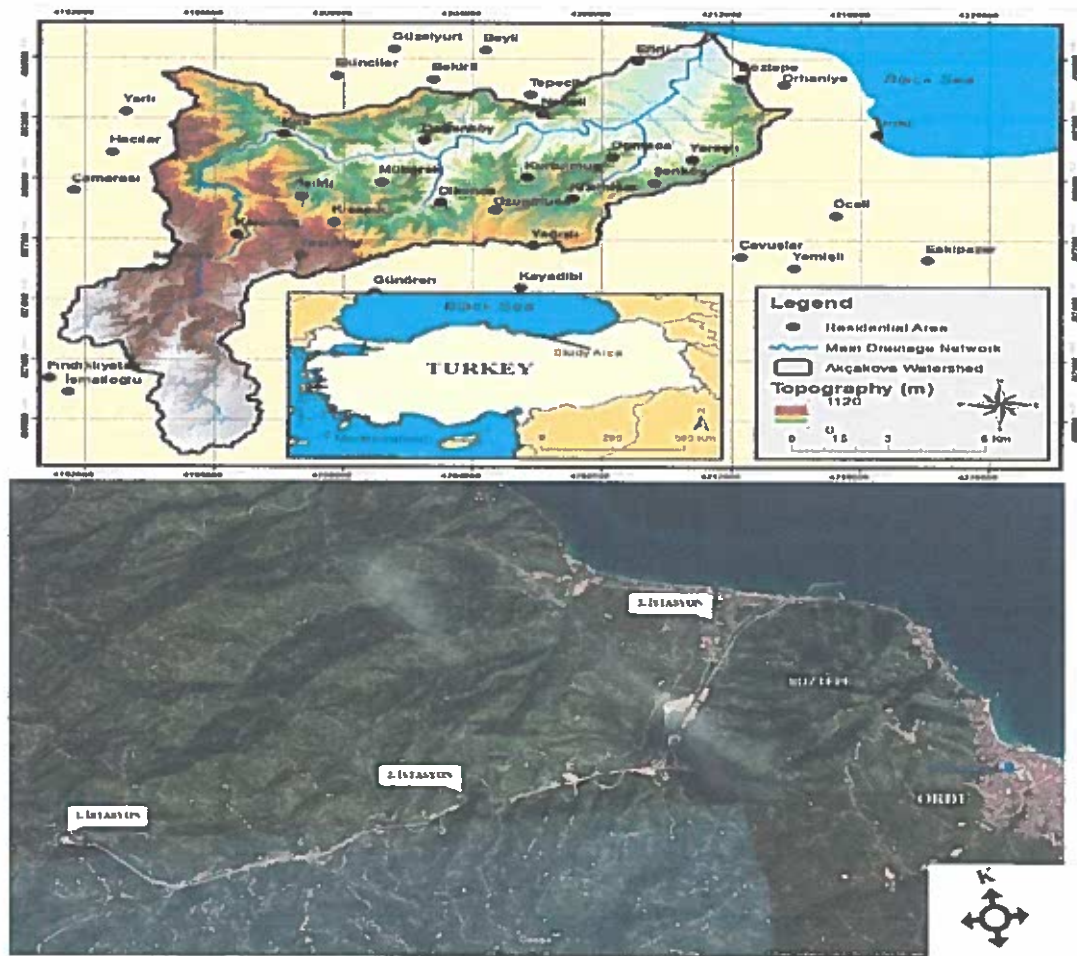
Klorofil-a seviyesi fitoplankton biyomasının bir göstergesi olarak kabul görmesiyle birlikte, bu bilgiler uygulanan çoğu çalışmada ilk üretimin tahmin edilmesinde yol gösterici olmaktadır. Bu sebeple balıkçılıkta klorofil-a verilerinin tespiti çok önem gösteren bir çalışmadır. Klorofil-a değerleri fitoplankton artışının da bir göstergesidir. Fitoplanktonları etkileyen çevresel etmenler bu canlılardaki klorofil-a seviyesinide değiştirmektedir. Bu etmenler suyun kimyasal özellikleri olabilmesi yanında, ışık ve sıcaklığa benzer fiziksel karakterlerde de olabilir [70].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Saha Çalışması

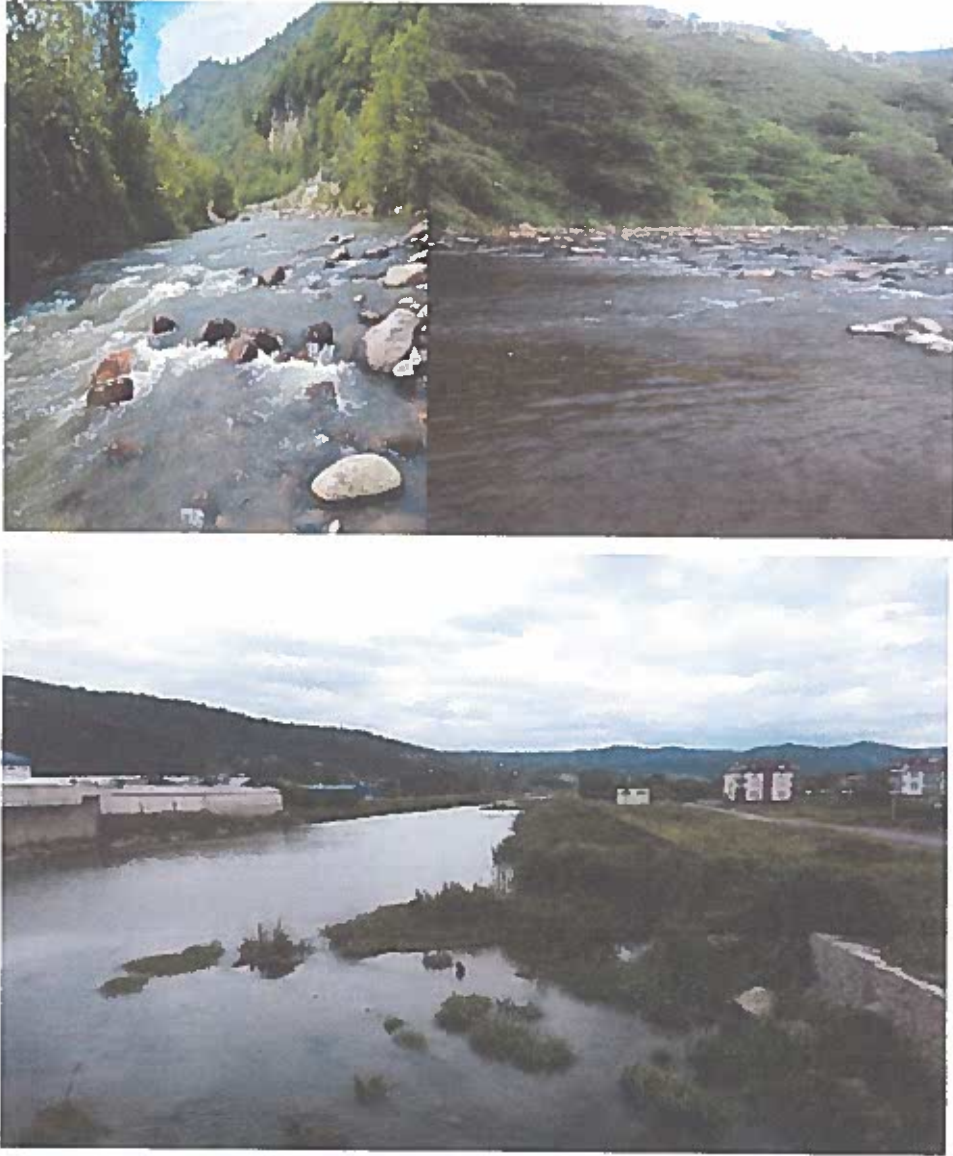
Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümünde ve Ordu İli sınırları içerisinde yer alan Akçaova Deresinin su kalitesi tespiti için gerekli değişkenlerin araştırıldığı bu çalışmaya Mayıs 2017 tarihinde başlanıp 12 aylık bir izleme sonucu Nisan 2018 de çalışma bitirilmiştir.

Akçaova Deresi, Ordu Ulubey ilçesinin üst kısımlarından Kurşunçalı Ormanları olarak tanınan bölgeden doğarak kuzeye yani Karadenize doğru akış gösterir. Ordu İli ile Perşembe İlçesini birbirinden ayırarak Efirli Mahallesi denize dökülür. Su toplayabilen Yağış alanı 98 km^2 iken uzunluğu ise 35 km 'yi bulmaktadır. Ölçülen vasati debisi 98 L/sn iken kaynağı ile deniz seviyesi rakım farkı 1090 m 'yi bulmaktadır[110]. (Şekil 3.1)(Akarsuyun uydu fotoğrafı ve fiziki harita görselleri)



Şekil 3.1 Akçaova Deresi fiziki harita(üstte) ve uydu görüntüleri(altta)

Akçaova Deresi için numune alınan istasyonların koordinatları; 1.İstasyon:(40.983642,37.707546), 2.İstasyon: (40.985087,37.783195) ve 3.İstasyon: (41.019275,37.830879) şeklindedir. Kaynağa en yakın istasyon birinci istasyon olurken, denize yakın üçüncü istasyon ve yaklaşık orta noktada da ikinci istasyon yer almaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Sol üst I., sağ üst II. ve altta III. istasyon çalışma sahaları

ORP, sıcaklık, pH, tuzluluk, iletkenlik, spesifik iletkenlik, TDS, çözülmüş oksijen (mg L^{-1} ve % cinsinden) parametrelerinin ölçümleri istasyonlarda yapılmıştır. Oksijen ölçümünde YSI 550A tip oksijenmetre; sıcaklık, pH, iletkenlik, tuzluluk, TDS ve ORP parametreleri için YSI pro1030 tipi multiprob kullanılmıştır. Numunelerimiz, sabahın en erken saatlerinde istasyonlara ulaşarak akarsuyun ortalarından numune için kullanılan kaplara önce iyice çalkalanarak akarsuyun akış yönünün tersine ve yüzeyden 20–25 cm derine daldırılmasıyla suyun normal akışıyla alınmıştır. Akarsudan alınan numuneler en kısa sürede Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarına ulaştırılarak numunenin alındığı gün içerisinde analiz edilmiştir.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Su kalitesi ve kirlilik düzeyini oluşturan değişkenlerin analizlerinde kullanılacak örnekler Mayıs 2017 tarihinden Nisan 2018 tarihine kadar üç ayrı istasyondan ayda bir kez alınmış olup aynı gün analizlerine başlanılmıştır. Örnek alımına gitmeden önceki akşam, arazide kullanılacak materyaller, arazi tipi ölçüm aletleri ve örnek kaplarının uygunluğu sağlanarak hazır halde araca alınarak korunması sağlanmıştır. Öncesinde örnek alacağımız kaplar araziye gitmeden evvel asit banyosuna (% 1-2'lik HCl) tabi tutulup saf sudan geçirilerek temizliği sağlanmıştır [33].

Su kalitesi değişkenlerinden toplam alkalinite ve toplam sertlik tayininde titrimetrik yöntemler [33], toplam amonyak azotu (TAN), klorofil-a tayini, nitrat, toplam fosfor (TP) ve çözünebilir reaktif fosfor (SRP) analizleri içinde spektrofotometrik cihazlar kullanılmıştır. Yine biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) ve AKM tayinleri ise laboratuvar ortamında ölçülmüştür. Ayrıca fotometrik ölçüm yapılan analizler için UV-1240 Shimadzu marka spektrofotometre cihazı kullanılmıştır.

Toplam alkalinite analizinde 0.02N sülfürik asit (H_2SO_4) ile titre edilmiştir. Toplam sertlik analizinde 0.01M EDTA ile titre edilerek çıkan değerler her iki analizde de mg L^{-1} CaCO_3 cinsinden kayda geçirilmiştir.

Askıda katı madde (AKM) tayini için whatman marka 0,45 µm membran filtreler kullanılmıştır. Bu filtrelerden önce saf su geçirilerek daha sonra etüvde kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruma işlemi gerçekleştikten sonra filtre kağıtları numune süzmede kullanılmıştır. Filtrasyondan sonra kâğıtların 103°C'de 24 saat kurumasıyla hassas terazi yardımıyla ağırlık farkı alınmış ve elde edilen sonuç mg L⁻¹ cinsinden kayda geçirilmiştir.

Klorofil-a analizleri için 100 ml örnekler ilk önce 0,45 µm filtre kâğıdından filtrasyona tabi tutulmuştur. Filtre kâğıdında kalan parçacıklar el değdirilmeden cımbız yardımıyla rulo haline getirilerek vidalı kapağı olan dış ortamla bağlantısını kesen cam şişelere konulmuştur. Daha sonra aseton-metanol solüsyonundan 10 ml ilave edilip ardından su banyosunda 65°C'ye gelince 2 dakika bekletilmiştir. Süre dolduktan sonra oda sıcaklığına gelmesi için bekleme alınmıştır. 3000 devirde 5 dakika santrifüj edilip spektrofotometrede okuma yapılarak değerler kaydedilmiştir.

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ölçümü için 1000 mL numune sudan bu değer ölçüldükten sonra bu kap ışığa karşı izole edilir ve 20°C'ye ayarlı dolapta 5 gün süreyle bekletilip zaman dolduğunda oksijen değeri tekrar bakılır. 5 gün öncesi ve sonrası sayısal fark mg L⁻¹ cinsinden BOİ₅ değerini verir.

Toplam fosfor ve çözünebilir reaktif fosfor tayinleri için gerekli formatta tüm reaktifler hazırlanmış uygulama basamaklarına uyularak spektrofotometrede çıkan değerler kayda geçirilmiştir. Toplam amonyak nitrojeni (TAN) analizi için TAN1 ve TAN2 çözeltileri uygun prosedürlere göre hazırlanıp kullanılmıştır. Belli miktar numune ile yine uygun miktarlardaki bu solüsyonlar karıştırılıp 45 dakikalık bir beklemenin ardından ölçüm yapmaya uygun olan dalga boyunda spektrofotometre de okutulmuştur. TAN, SRP ve toplam fosfor analizlerinde çıkan değerler için korelasyon hesabı yapılmış ve bu hesaplarda 0,1'lik, 0,25'lik, 0,5'lik, 0,75'lik ve 1 ppm'lik standart çözeltiler hazır hale getirilerek spektrofotometrede saf su ile körülenip her bir karışım için değerlere göre oluşan eğri katsayısı hesaplanmıştır. Bu işlem sonucu çıkan konstant (sabit) katsayı kullanılarak hata payı minimuma indirilerek değerler hesaplanmıştır.

Nitrat analizi sodyum salicylate yöntemiyle TR1 reaktif uygun şekilde hazırlanarak, %98'lik H₂SO₄ ve %40'lık NaOH çözeltileri gerekli prosedürlere göre eklenmiş ve bu solüsyonlar kullanılarak oluşturulan numune spektrofotometrede okunarak nitrat değerleri tespit edilmiştir [33].

3.3. İstatistiksel Hesaplamalar

Yapılan çalışmamızda ölçümünü yaptığımız değişkenlerimizin analizleri ile Toplam Fosfor, SRP, ve TAN parametreleri için gerekli olan standart eğrinin oluşturulması ve oluşan bu eğri üzerinden konstant sabitinin hesaplanması için Microsoft Office Professional Edition 2010 programının içinde yer alan Microsoft Office Excel 2010 programı kullanılmıştır. Bu elde edilen bir çok veri ve değişkenin yorumlanması ve anlamlandırılması amacıyla SPSS Statistics 22 istatistik programı bünyesinde istasyonlarımız arası istatistiksel farkların anlamlandırılması için One Way Anova analizi kullanılarak hipotezi reddetme seviyesi $p = 0,05$ olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında SPSS 22 programının alt bölümlerinden Faktör Analizi ve Kümeleme Analizleri yapılarak parametrelerin elde edilen tüm verilerinin daha kolay anlamlandırılması ve yorumlanması sağlanmıştır.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Akçaova Deresi su kalitesi değişkenlerinin tespiti için Mayıs 2017 ve Nisan 2018 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen değerler tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 İstasyonların su kalite parametreleri ve yıllık ortalama değerleri (Ort ± Standart hata)

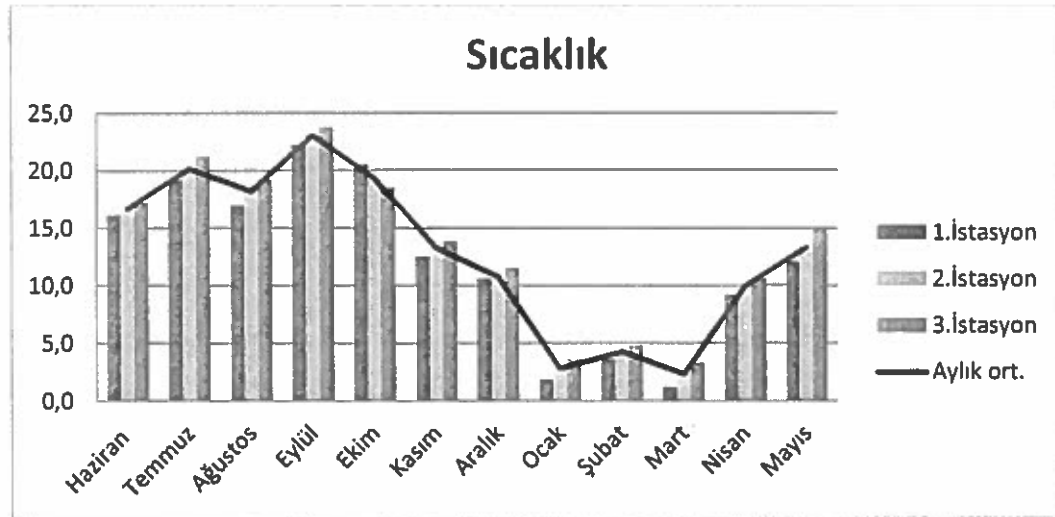
Parametre	I. İstasyon	II. İstasyon	III. İstasyon	Ortalama
Sıcaklık(°C)	12,18 ± 1,51	12,79 ± 1,73	13,53 ± 2,07	12,83±1,76
pH	8,65±0,08	8,32 ± 0,08	8,18 ± 0,07	8,38±0,05
Ç.Oksijen(%)	104,4±0,20	104,3± 0,18	105,4 ± 0,21	104,7±0,11
Ç. Oksijen(mgL ⁻¹)	10,96± 0,24	11,03 ± 0,38	10,98 ± 0,49	10,99±0,21
Tuzluluk (ppt)	0,03 ± 0,02	0,10± 0,02	0,10± 0,01	0,08±0,01
İletkenlik(µScm ⁻¹)	75,78 ± 43,92	163,68± 32,68	239,74 ± 30,10	159,73±20,25
Spesifik iletkenlik	99,00 ± 44,48	209,10 ± 30,30	301,16± 25,66	203,09±19,56
ORP (mV)	-127,8± 3,54 ^a	-107,1 ± 3,72 ^a	-103,9 ± 3,67 ^b	-112,9±3,02
TDS (mgL ⁻¹)	59,97 ± 27,95 ^a	130,99 ± 19,03 ^a	244,34 ± 16,13 ^b	145,10±12,33
T.Alkalinite(mgL ⁻¹)	41,8± 16,86 ^a	83,08± 10,97 ^a	111,25 ± 11,14 ^b	78,72±7,70
T. Sertlik(mgL ⁻¹)	48,5 ± 20,06 ^a	93,25 ± 15,21 ^a	127,5± 11,59 ^b	89,75±9,10
T. Fosfor (mgL ⁻¹)	0,18 ± 0,03 ^a	0,23 ± 0,04 ^a	0,45 ± 0,05 ^b	0,29±0,02
SRP (mgL ⁻¹)	0,03 ± 0,004 ^a	0,05 ± 0,005 ^a	0,08 ± 0,005 ^b	0,05±0,003
BOİ ₅ (mgL ⁻¹)	1,40 ± 0,20 ^a	1,69 ± 0,18 ^a	2,15 ± 0,21 ^b	1,75±0,11
Klorofil-a (µgmL ⁻¹)	4,44 ± 0,21 ^a	5,42 ± 0,22 ^a	6,93 ± 0,26 ^b	5,60±0,14
AKM (mgL ⁻¹)	12,66± 3,57 ^a	15,58± 9,12 ^a	31,83 ± 8,87 ^b	20,03±4,65
TAN(mgL ⁻¹)	0,24±0,015 ^a	0,30±0,018 ^a	0,41±0,51 ^b	0,31±0,02
Nitrat (mgL ⁻¹)	1,38±0,22 ^a	1,93±0,28 ^a	3,09±0,24 ^b	2,13±0,14

(Aynı satırda farklı üst harfler istatistiksel farkı belirtir)

4.1. Su Sıcaklığı

Akçaova Deresi su sıcaklığı ölçümlerinin en yüksek olduğu ay Eylül ayı olmuştur. Yaz ve Sonbahar dönemleri sıcaklık bakımından benzer özellik göstermiştir. En soğuk su sıcaklığı ortalaması ise kış mevsiminde ölçülmüştür. Sıcaklık seviyesi yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek derecelerde ölçülmüştür. Hava şartları değişmesine rağmen yine de genel manada mevsimlerin su sıcaklığı üzerinde etkisi kendini göstermiştir.

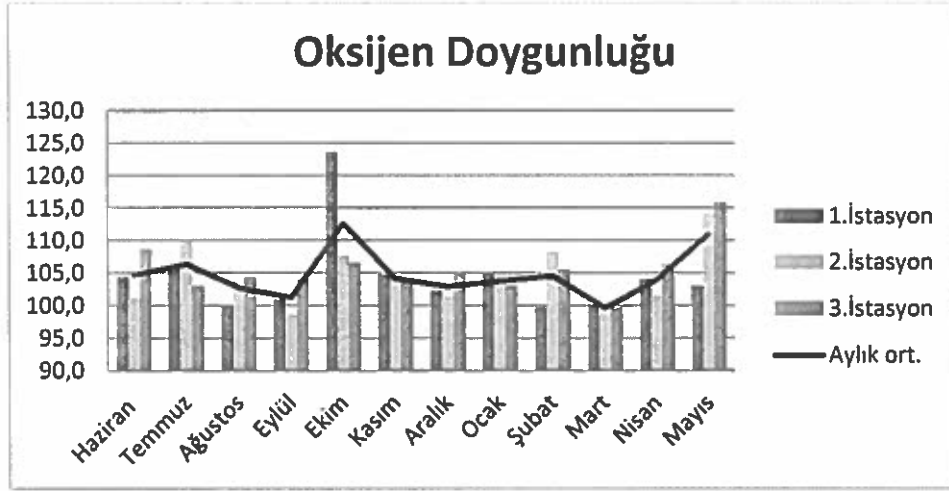
Belirlenen istasyonlarda ölçülen su sıcaklığı değişimlerini değerlendirdiğimizde I., II. ve III. istasyonların ortalama su sıcaklık verileri sırasıyla 12,2°C, 12,8°C ve 13,5°C olarak kayıt edilmiştir. III. istasyonumuzda su sıcaklığının diğer istasyonlara göre daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık değeri 12,83°C olup en düşük sıcaklık değeri I. istasyonda Şubat ayında 1,2°C en yüksek sıcaklık değeri ise III. istasyonda Ağustos ayında 23,8°C olarak ölçülmüştür. Yıl boyu tespit edilen sıcaklık değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 İstasyonlar bazında aylık sıcaklık değerleri ve aylık değişimi

4.2. Çözünmüş Oksijen Doygunluğu

Çözünmüş oksijen doygunluğu verilerimizde fazla bir farklılık göze çarpmamaktadır. Ortalama istasyon değerleri I. istasyon %104,4 , II. istasyon %104,4 ve III. istasyon ise %105,4 olarak ölçülmüştür. Görüldüğü gibi ilk iki istasyonumuzda ortalamalar aynı çıkmış olup son istasyonumuzda kayda değer bir fark oluşturmamıştır. Ölçülen en yüksek değer I. istasyonun Haziran ayında %123,6 iken, en düşük değer ise II. istasyonun Eylül ayında %98,6 olarak ölçülmüş, genel ortalama değeri ise %104,73 olarak kayıt edilmiştir. Yıl boyu tespit edilen Oksijen Doygunluğu değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 İstasyonlara göre ortalama çözünmüş oksijen doygunluğunun değerleri ve aylık değişimi

4.3. Çözünmüş Oksijen (mg L^{-1})

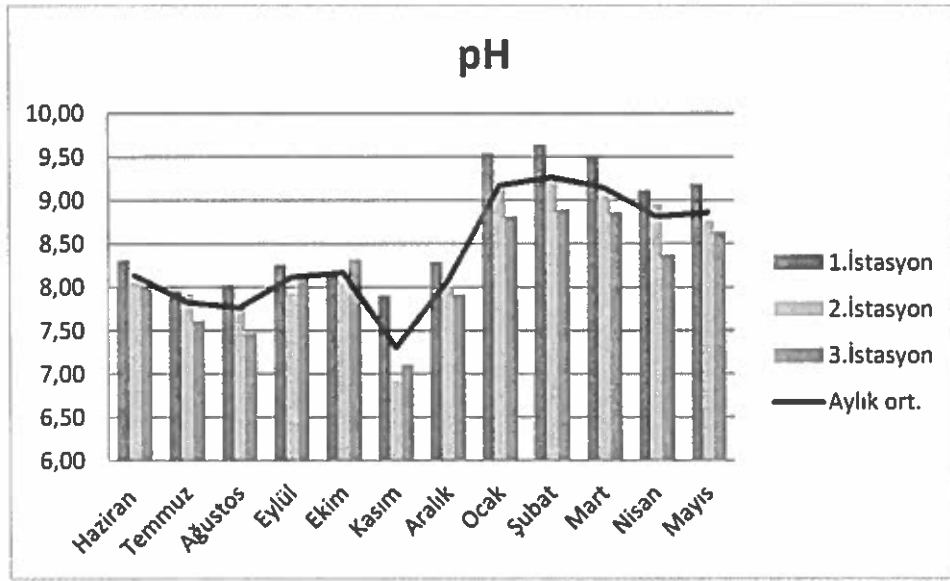
Çözünmüş oksijen değerleri ortalaması I. istasyonda $10,96 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyonda $11,03 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyonda ise $10,98 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek değer $13,95 \text{ mg L}^{-1}$ ile I. istasyonun Mart ayına ait iken en düşük değer $8,35 \text{ mg L}^{-1}$ ile II. istasyonun Eylül ayında ölçülmüştür. Genel ortalama ise $10,99 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Yıl boyu tespit edilen Çözünmüş Oksijen değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil4-3 İstasyonlara göre çözünmüş oksijen değerleri ve aylık değişimi

4.4 Ph

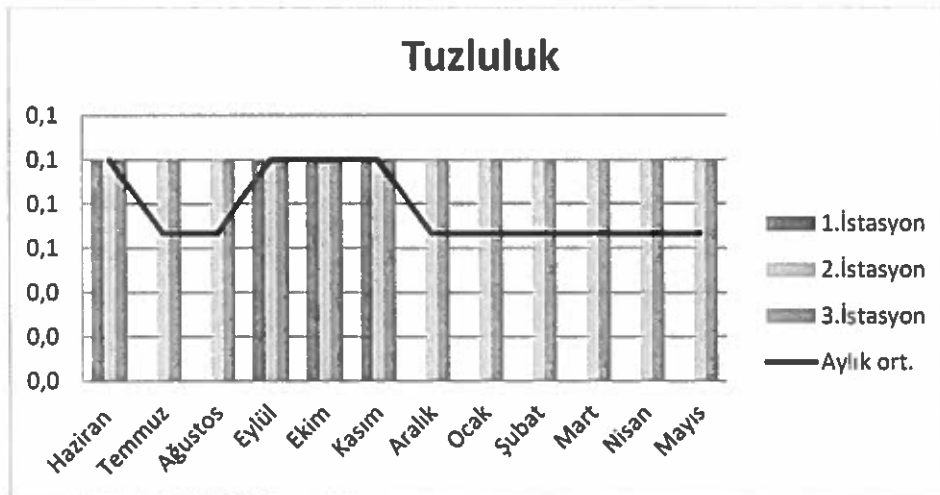
Akçaova Deresi'nin pH değerlerini incelediğimizde bazik özellik gösteren bir su yapısına sahip olduğunu söyleyebiliriz. İstasyon verilerini incelediğimizde I. , II. , ve III. istasyon sırasıyla 8,65-8,32-8,17 olarak ölçülmüş bu değerlere istinaden genel ortalama 8,38 olarak hesaplanmıştır. pH değerlerini incelediğimizde en yüksek değer 9,64 ile I. istasyonun Şubat ayında görülürken, en düşük değer ise 6,91 ile II. istasyonun Kasım ayında ölçülmüştür. Yıl boyu tespit edilen pH değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4 İstasyonlara göre pH değerleri ve aylık değişim

4.5. Tuzluluk

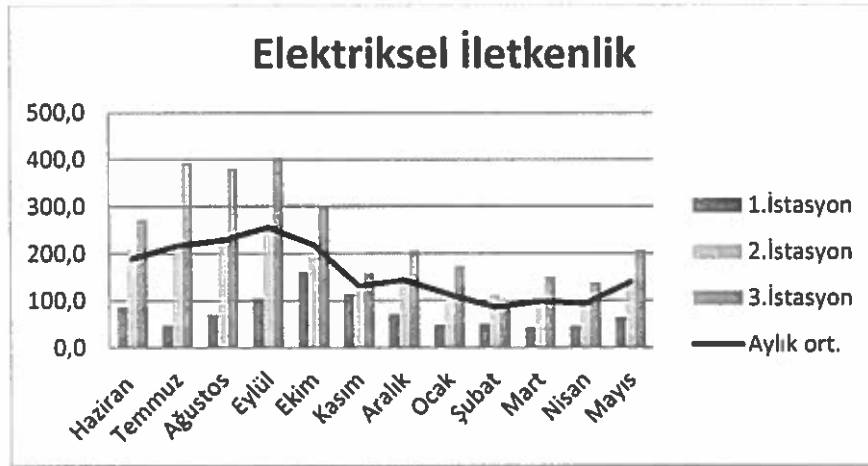
Yıl boyu tespit edilen tuzluluk değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.5’de gösterilmiştir. Yapılan ölçümler neticesinde I. istasyonumuzun bazı sonbahar ayları dışında tuzluluk değerleri saptanamayacak kadar azdır. Ancak II. ve III. istasyonlarımızda genel olarak tuzluluk ölçümü 0,1 ppt civarlarında seyretmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).



Şekil 4.5 İstasyonlara göre ortalama tuzluluk değerleri ve aylık değişimi

4.6. Elektriksel İletkenlik

Akçaova Deresi elektriksel iletkenlik ölçümlerinde I. istasyon $130,3 \mu\text{S cm}^{-1}$, II. İstasyon $163,7 \mu\text{S cm}^{-1}$, III. İstasyon $239,7 \mu\text{S cm}^{-1}$ ortalama değerlerinde hesaplanmıştır. En yüksek değer $669,0 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile I. istasyonun Kasım ayında, en düşük değer ise $48,0 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile yine I. istasyonun Temmuz ayında ölçülmüştür. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilememiştir($p>0,05$). Yıl boyu tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.6'da gösterilmiştir.

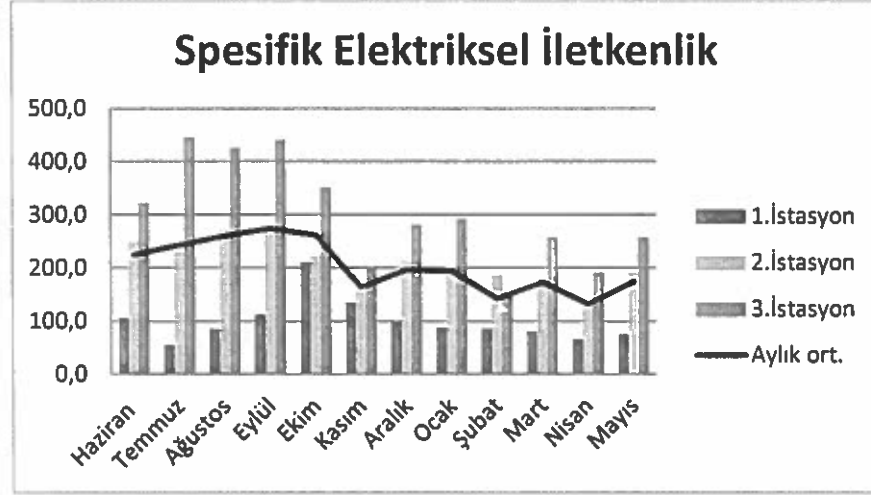


Şekil 4.6 İstasyonlara göre iletkenlik değeri değerleri ve aylık değişimi

4.7. Spesifik Elektriksel İletkenlik

Akçaova Deresi spesifik elektriksel iletkenlik ölçümleri elektriksel iletkenlikle aynı doğrultuda ölçülmüş olup I. istasyonda $167,9 \mu\text{S cm}^{-1}$, II. istasyonda $209,1 \mu\text{S cm}^{-1}$, III. istasyonda ise $301,2 \mu\text{S cm}^{-1}$ ortalama değerleri ölçülmüştür. En yüksek değer $882,0 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile Kasım ayı I. istasyonda ölçülürken, en düşük değer ise $54,3 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile yine I. istasyonun Temmuz ayında ölçülmüştür. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir

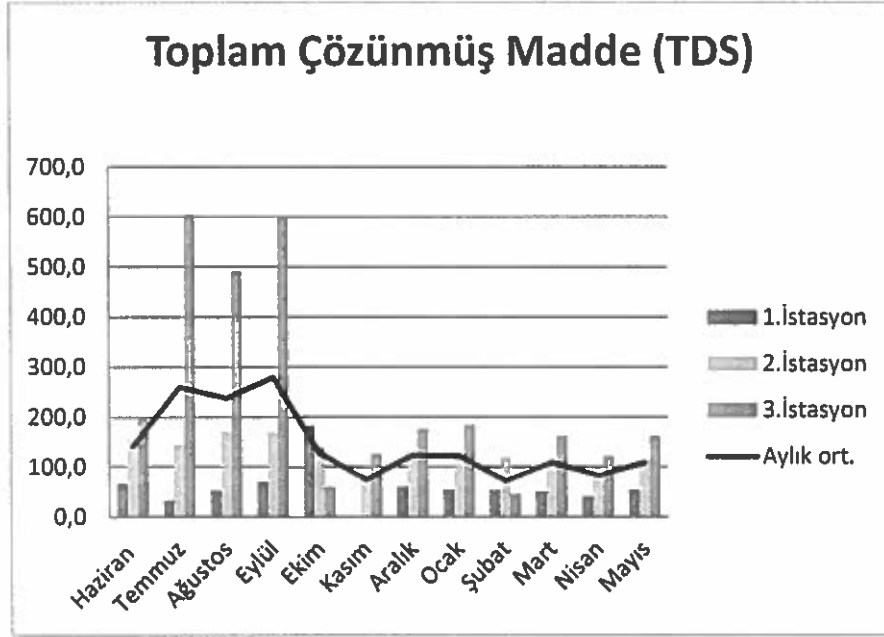
farklılık tespit edilememiştir.($p>0,05$). Yıl boyu tespit edilen spesifik iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 İstasyonlara göre spesifik iletkenlik değerleri ve aylık değişimi

4.8. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Toplam çözünmüş madde ölçümü analizlerimizde ortalama değerler olarak I. istasyon 59 mg L^{-1} , II. istasyon 130 mg L^{-1} , III. İstasyon ise 244 mg L^{-1} ölçülmüştür. Bu değerlere etki eden en yüksek ve en düşük ölçüm değerleri Temmuz ayında I. istasyonda $33,4 \text{ mg L}^{-1}$ ve aynı aya ait III. İstasyonda $260,5 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçümü yapılmıştır. Tüm bu TDS ölçümlerinden $145,1 \text{ mg L}^{-1}$ genel bir ortalama değer hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir.($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen TDS değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.8’de gösterilmiştir.

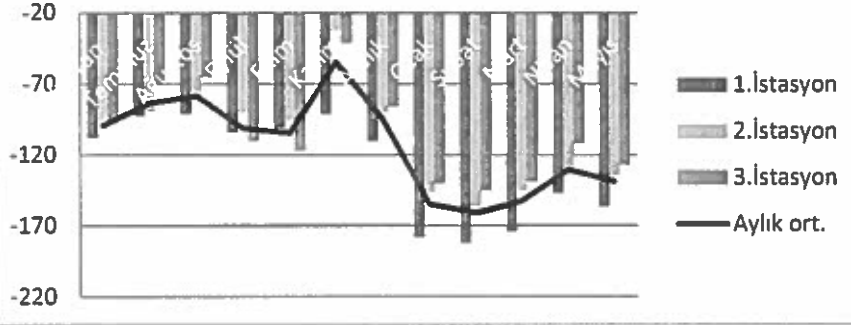


Şekil 4.8 İstasyonlara göre TDS değerleri ve aylık değişim

4.9. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

Akçaova Deresi ORP ölçümlerimiz I. istasyonda -127mV, II. istasyonda -107mV, III. İstasyonda -103mV ortalamasında çıkmıştır. En yüksek değer Kasım ayının II. istasyonunda -32mV ölçülürken, en düşük değer -182mV ile Şubat ayı I. istasyonda ölçülmüştür. Tüm bu ölçümler sonucunda da genel ortalama -113 mV olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0.05$). Yıl boyu tespit edilen ORP değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.9'de gösterilmiştir.

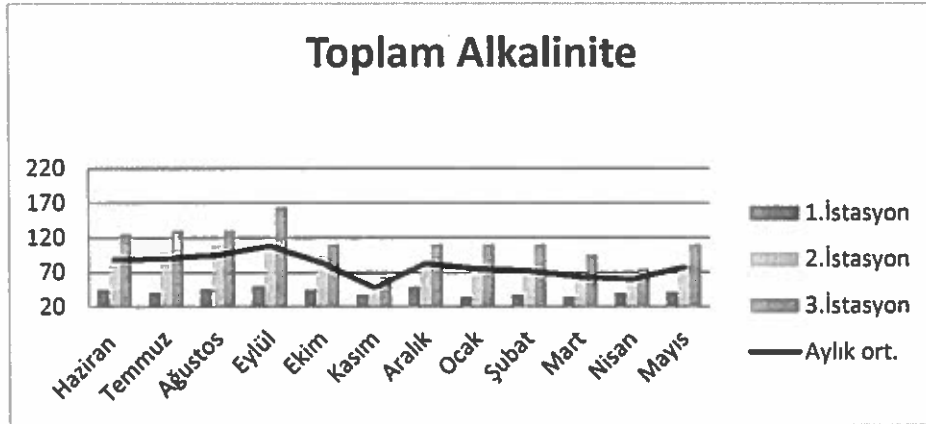
Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)



Şekil 4.9 İstasyonlara göre ortalama ORP değerleri ve aylık değişimi

4.10. Toplam Alkalinite

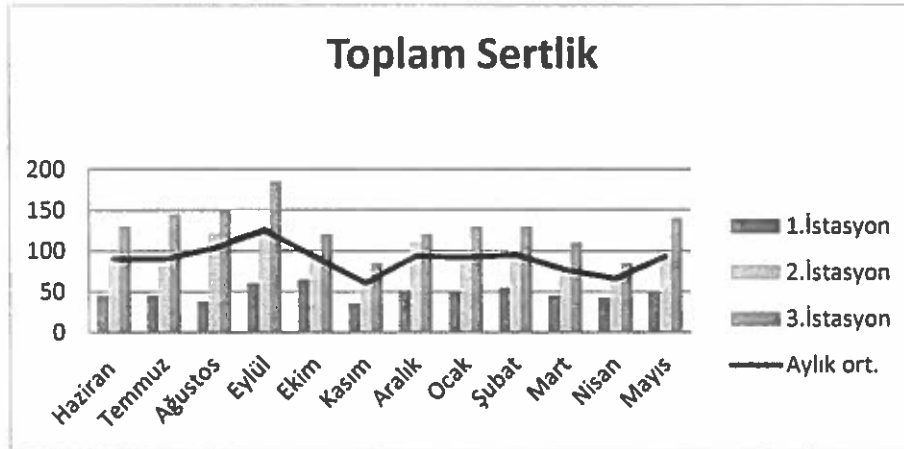
Akçaova Deremizin yıllık alkalinite ortalaması $78,72 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ hesaplanmıştır. En düşük ortalama I. istasyonun Ocak ve Mart aylarında $35 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ ölçülürken, en yüksek değer III. istasyonun Eylül ayında $165 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ ölçülmüştür. İstasyon ortalamalarına baktığımızda ise I. istasyon $41,83 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, II. istasyon $83,08 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, III. istasyon ise $111,25 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen toplam alkalinite değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.10'de gösterilmiştir.



Şekil 4.10 İstasyonlara göre toplam alkalinite değerleri ve aylık değişimi

4.11. Toplam Sertlik

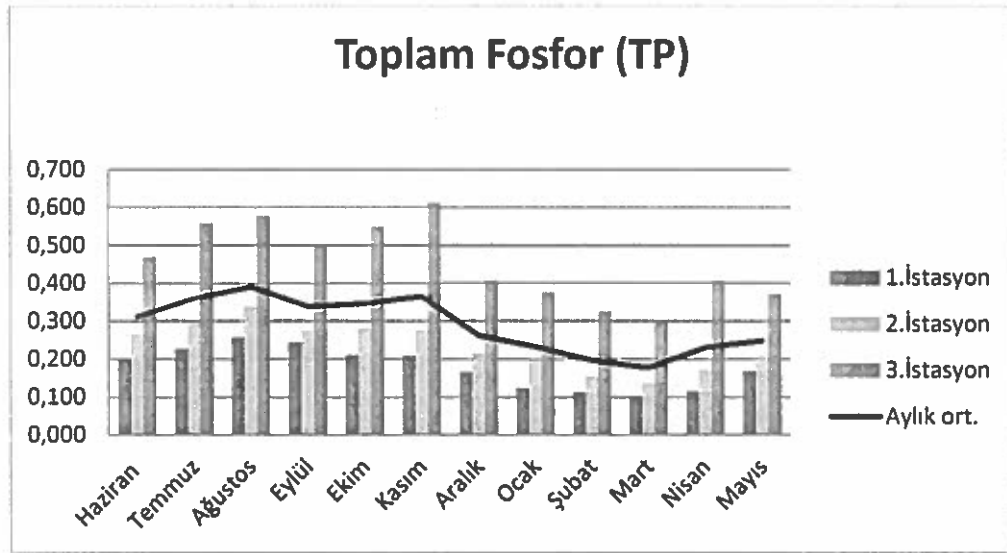
Yıllık ölçümlerimizin sonucu alkalinite ve sertlik ölçümlerinin paralel seyrettiğini göstermiştir. I. istasyon $48,50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, II. istasyon $93,25 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, III. İstasyon ise $127,50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ ortalama değerlere sahip istasyonlarımız olurken genel ortalama $89,75 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ şeklinde hesaplanmıştır. En yüksek değerimiz Eylül ayı III. istasyonumuzda $185 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ olurken en düşük değerimiz I. istasyonun kasım ayında $36 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen toplam sertlik değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 İstasyonlara göre toplam sertlik değerleri ve aylık değişimi

4.12. Toplam Fosfor (TP)

Akçaova Deresi çalışmalarımızda toplam fosfor ortalamamız $0,29 \text{ mg L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bu ortalamaya I. istasyon $0,18 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyon $0,23 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyon ise $0,45 \text{ mg L}^{-1}$ ortalama değerleriyle katılmıştır. En yüksek değer $0,61 \text{ mg L}^{-1}$ ile Kasım ayı III. istasyona ait olurken en düşük ortalama $0,09 \text{ mg L}^{-1}$ ile Mart ayı I. istasyonda kayda girmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen toplam fosfor değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.12'de gösterilmiştir

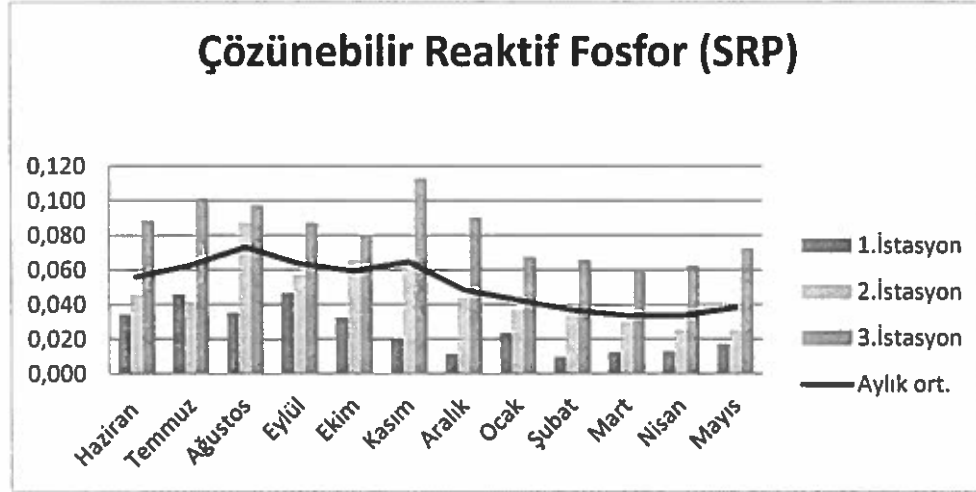


Şekil 4.12 İstasyonlara göre toplam fosfor değerleri ve aylık değişimi

4.13. Çözünabilir Reaktif Fosfor (SRP)

Akçaova Deresinde yaptığımız ölçümler neticesinde en düşük değer $0,010 \text{ mg L}^{-1}$ ile Şubat ayı I. istasyonda çıkarken, en yüksek değer ise III. istasyonun kasım ayında $0,113 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. I. istasyon ortalaması $0,030 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyon ortalaması $0,050 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyon ortalaması ise $0,080 \text{ mg L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Tüm istasyon ve ayların genel ortalaması ise $0,050 \text{ mg L}^{-1}$ değerine

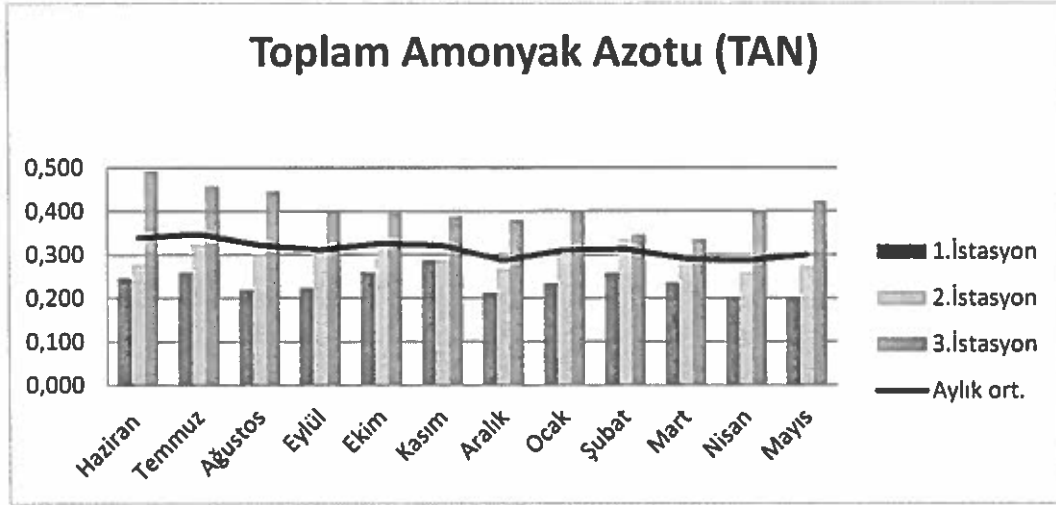
sahiptir. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p<0,05$). Yıl boyu tespit edilen SRP değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13 İstasyonlar bazında SRP değerleri ve aylık değişimi

4.14. Toplam Amonyak Azotu (TAN)

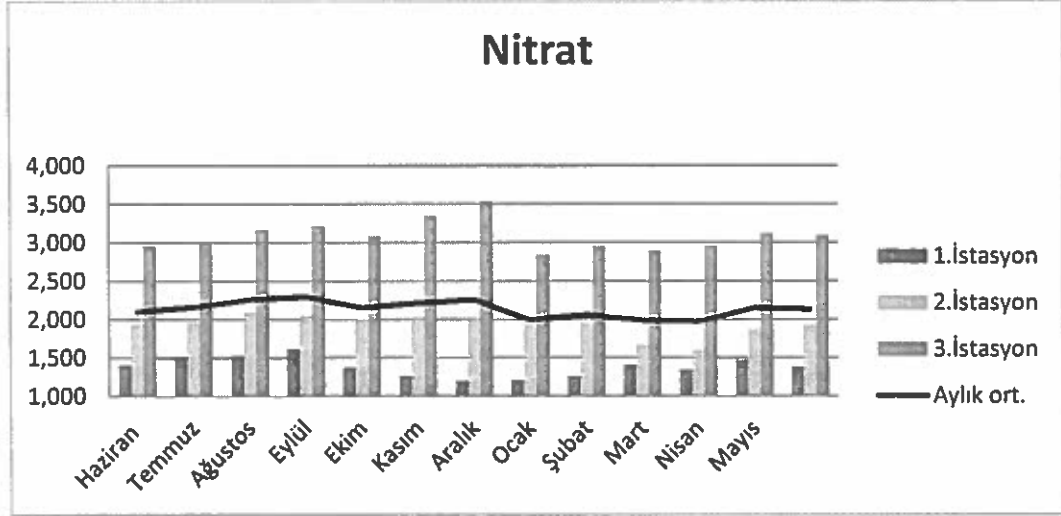
Akçaova Deresi TAN ölçümlerimizde en yüksek değeri Haziran ayı III. istasyonda $0,49 \text{ mg L}^{-1}$, en düşük değeri ise $0,20 \text{ mg L}^{-1}$ olarak I. istasyonun nisan ve mayıs ayında kaydettik. I. istasyon genel ortalamamız $0,24 \text{ mg L}^{-1}$ olurken, II. istasyon genel ortalamamız $0,30 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyon genel ortalamamız ise $0,41 \text{ mg L}^{-1}$ şeklinde hesaplanmıştır. Tüm istasyonlar ve aylar bazında genel ortalama ise $0,31 \text{ mg L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p<0,05$). Yıl boyu tespit edilen TAN değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.14’de gösterilmiştir



Şekil 4.14 İstasyonlar bazında TAN değerleri ve aylık değişim

4.15. Nitrat

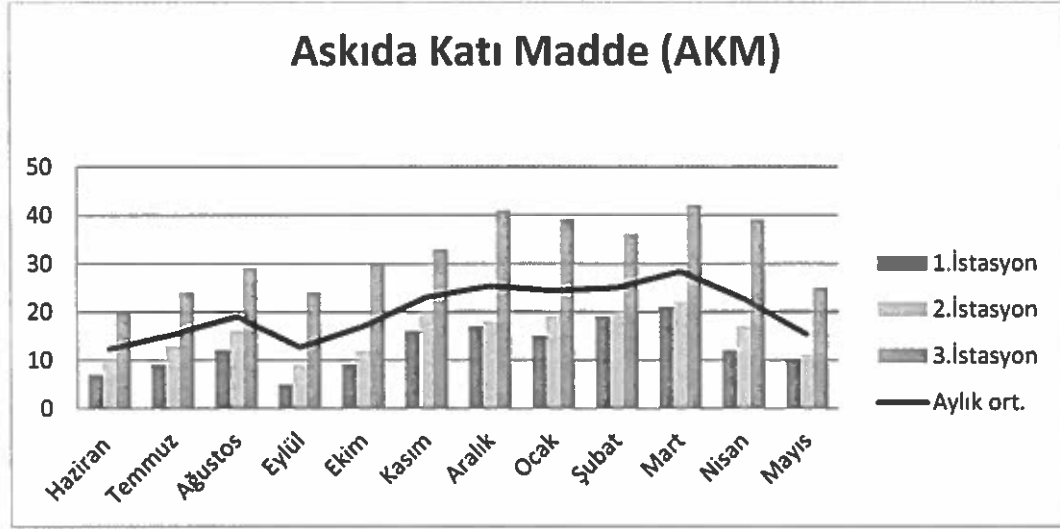
Akçaova deresi nitrat ölçümlerimizde I. istasyon $1,38 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyon $1,93 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyon ise $3,09 \text{ mg L}^{-1}$ ortalama değerlerde çıkmıştır. Genel ortalama değeri $2,13 \text{ mg L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek ve en düşük değer Aralık ayında I. istasyonda $1,20 \text{ mg L}^{-1}$ ve III. istasyonda $3,54 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen nitrat değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.15'de gösterilmiştir



Şekil 4.15 İstasyonlar bazında nitrat değerleri ve aylık değişimi

4.16. Askıda Katı Madde (AKM)

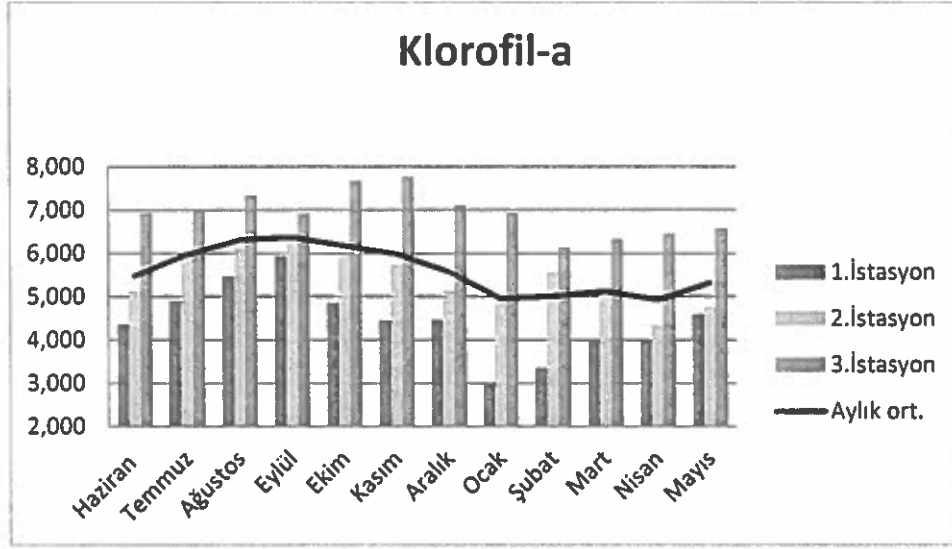
Akçaova Deresi AKM ölçümlerimizde tüm istasyonlar ve aylar bazında $20,03 \text{ mg L}^{-1}$ ortalama değere sahip çıkmıştır. Bu ortalamaya etki eden en yüksek değer Mart ayı III. istasyon 42 mg L^{-1} ile olurken, en düşük değer ise 5 mg L^{-1} ile Eylül ayı I. istasyon olmuştur. İstasyonlarımızdaki ortalamalar ise I. istasyon $12,66 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyon $15,58 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyon ise $31,83 \text{ mg L}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi(ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen AKM değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.16'de gösterilmiştir



Şekil 4.16 İstasyonlar bazında AKM değerleri ve aylık değişimi

4.17. Klorofil-a

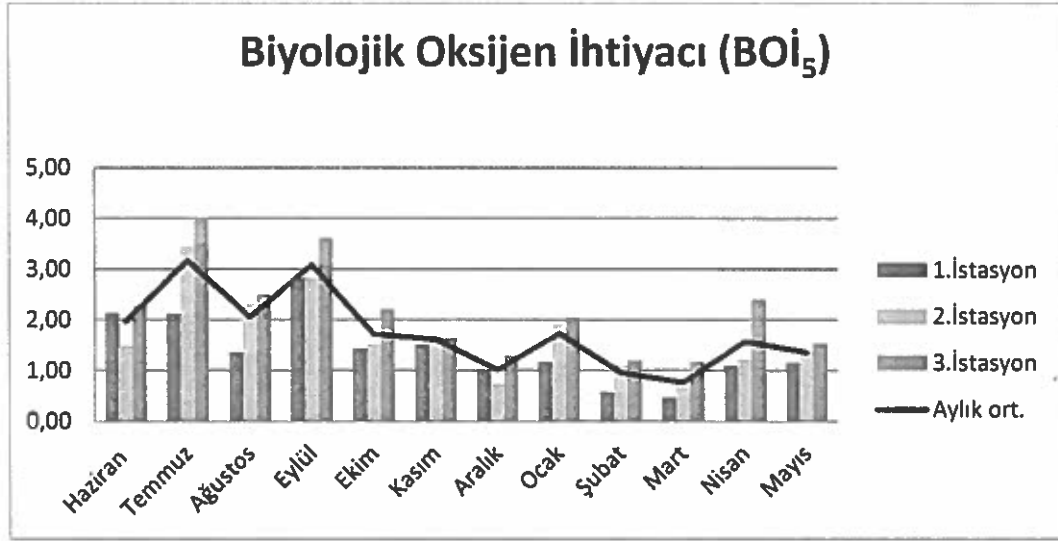
Akçaova Deresi klorofil-a ortalama değerleri I. istasyon $4,44 \mu\text{g L}^{-1}$, II. istasyon $5,42 \mu\text{g L}^{-1}$ ve III. istasyon $6,93 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer Kasım ayı III. istasyonda $7,76 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak ölçülürken en düşük değer Ocak ayı I. istasyonda $2,96 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Yıllık genel ortalama ise $5,60 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen klorofil-a değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.17'de gösterilmiştir



Şekil 4.17 İstasyonlar bazında Klorofil-a değerleri ve aylık değişimi

4.18. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Akçaova Deresi Biyolojik Oksijen İhtiyacı ölçümlerinde en üst değer Temmuz ayı III. istasyonda $3,97 \text{ mg L}^{-1}$, en alt değer ise Mart ayı I. istasyonda $0,46 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. I. istasyon ortalaması $1,40 \text{ mg L}^{-1}$ olurken II, istasyon $1,69 \text{ mg L}^{-1}$ ve III. istasyon $2,15 \text{ mg L}^{-1}$ şeklinde ölçülmüştür. İstasyonlarımızın genel ortalaması ise $1,89 \text{ mg L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testleri ve Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilen istatistik hesaplamalarında ölçüm yapılan istasyonlarımız arasında anlamlı seviyede bir farklılık tespit edilmiştir. ($p < 0,05$). Yıl boyu tespit edilen Biyolojik Oksijen İhtiyacı değerlerinin istasyonlara göre aylık dağılımı şekil 4.18'de gösterilmiştir.

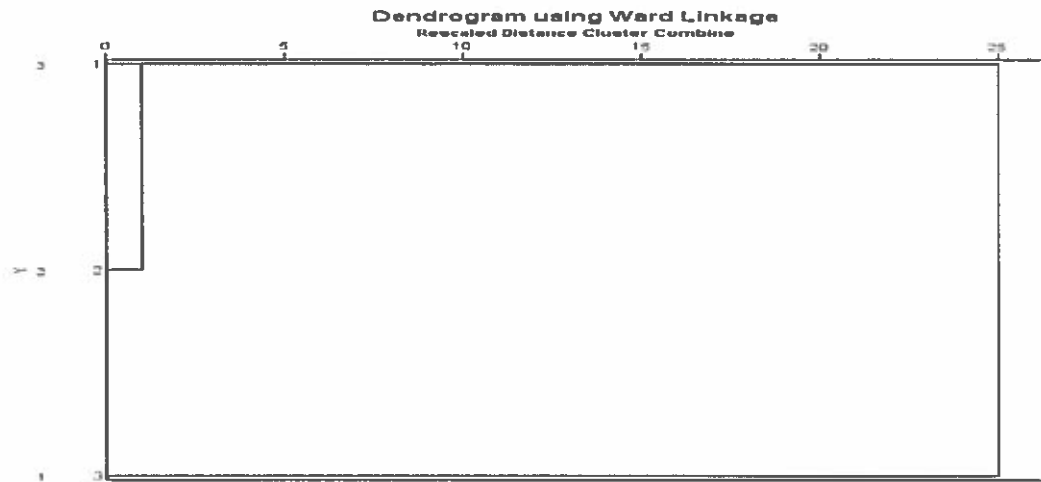


Şekil 4.18 İstasyonlar bazında BOI₅ değerleri ve aylık değişimi

4.19. İstatistiksel Analizler

4.19.1 Kümeleme analizi

Bu analiz metodu oluşan grupları, olguları ve değişkenleri farklılık, benzerlik ve aralarındaki ilişkiye göre verileri kümeleyerek analiz kolaylığı sağlayan bir tekniktir.



Şekil 4.19 Kümeleme Diyagramı

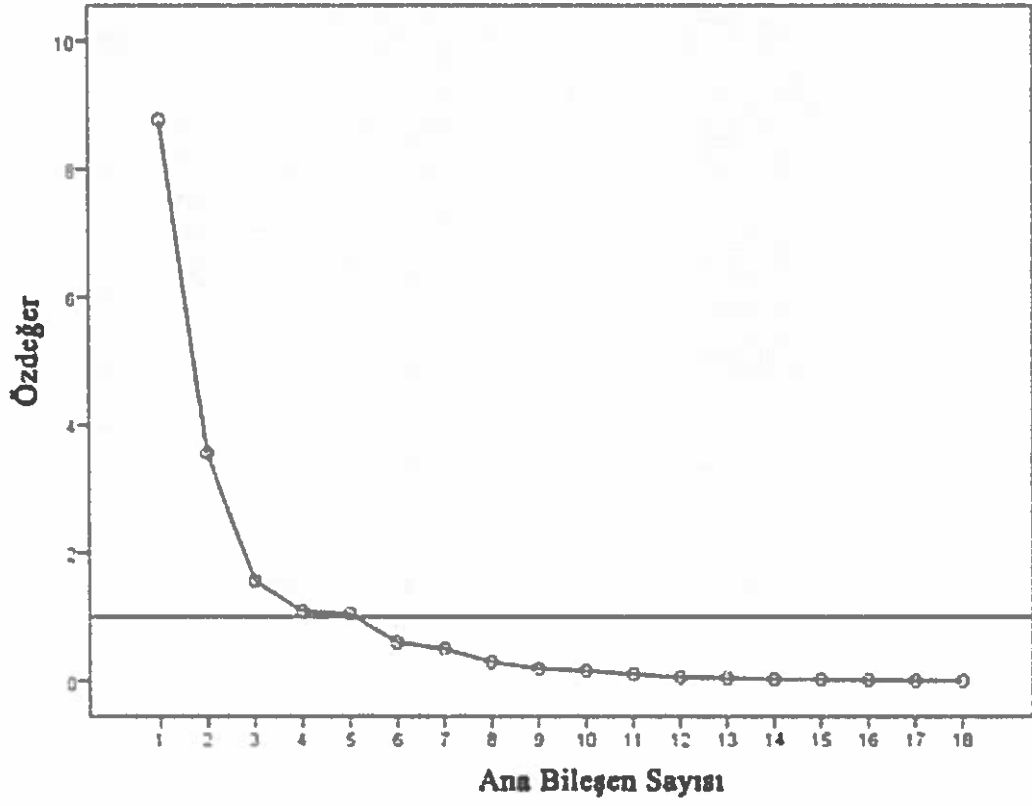
Bu analiz metodu grafikte görüldüğü üzere I. ve II. istasyonları belli oranda birbirine benzer gösterirken III. istasyonu ise farklı bir küme olarak diğer iki istasyondan daha farklı olduğunu nitelemektedir (Şekil 4.19).

4.19.2. Faktör Analizi

Bu kullandığımız analiz metodu ise farklı değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkilere dayanarak daha anlamlı ve anlaşılması kolay bir şekilde daha yeni değişkenler bulunmasına olanak tanır. Bu ilişkiyi sergilerken değişkenleri kendi aralarında farklı gruplara ayırarak değişken parametrelerin farklı grupları arasındaki korelasyonu en üst seviyede, yeni oluşan gruplar arasındaki ilişkiyi de en alt seviyede tutarak faktör adı verilen değişkenler oluşturur [65].

KMO testinde 0,5' in altı kabul edilmezken, 0,5-0,7 arası yeterli ve 0,7 üzeri iyi düzey olarak kabul edilir. Yine Barlett testi için p(sig.) değeri 0,05' in altında kaldığında verilerin anlamlı olduğu ve normal dağılımdan geldiği söylenir[65]. Akçaova Deresi ölçümlerimiz için KMO değeri 0,73 ile iyi düzey, $p < 0,05$ olması sebebiyle de yüksek korelasyon içermekte ve normal dağılım göstermektedir.

Analiz verilerimizin testlerde uygulanışı sonucunda 1' den büyük 5 faktör oluşmuştur. Bu 5 faktör şekil 4.20 ve tablo 4.2 de gösterilmiştir.



Şekil 4.20 Çizgi Eğim Grafiği

Çizgi eğim grafiğinde dikey ekseninde 1' den büyük olan 5 faktör görülmektedir. Tablo 4.2 ise bu belirlenen beş faktörün her birinde gruplanan parametreler altalta verilmiştir..

Tablo 4.2 Faktör Analiz Tablosu

	FAKTÖR				
	1	2	3	4	5
Nitrat	0,933				
TH	0,916				
TA	0,893				
TAN	0,86				
Klorofil	0,851				
TP	0,833				
SRP	0,821				
TDS	0,708				
AKM	0,647				
Tuzluluk	0,485				
ÇO		0,95			
Sıcaklık		0,892			
BOİ		0,798			
SEİ			0,948		
Eİ			0,908		
ORP				0,695	
pH				-0,679	
OD					0,959

Toplam varyanslarda faktörlerin bulunma yüzde oranları ise tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3 Faktör Analizi Varyans Tablosu

Bileşen			Yüklerin	Açıklanabilir	Kareler	Döndürülmüş	Kareli	Yükler
	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %
1	48,69	48,69	8,764	48,69	48,69	6,852	38,066	38,066
2	19,764	68,454	3,557	19,764	68,454	3,632	20,18	58,246
3	8,689	77,143	1,564	8,689	77,143	2,513	13,963	72,21
4	6,026	83,169	1,085	6,026	83,169	1,799	9,992	82,202
5	5,823	88,992	1,048	5,823	88,992	1,222	6,79	88,992

4.19.3. Korelasyon Analizi

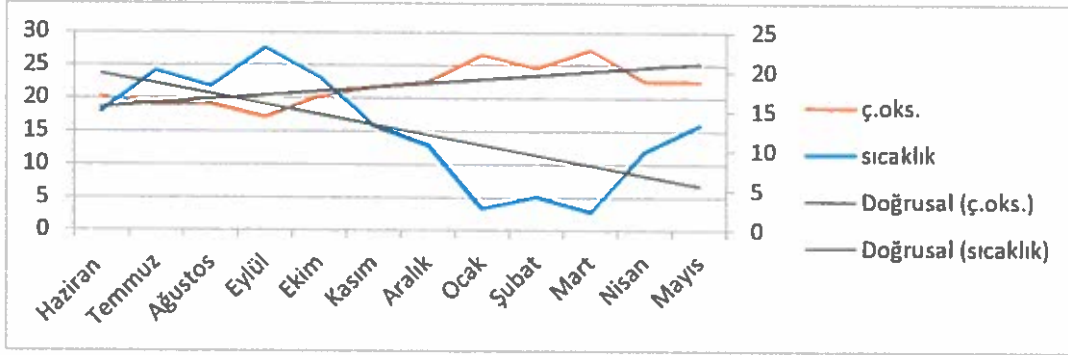
Tablo 4-4 Korelasyon Matrisi

n=18	Sıcaklık	pH	ÇO	BOİ	OD	Eİ	SEİ	TDS	ORP	Salinity	TA	AKM	TH	TP	SRP	TAN	Nitrat	Klorofil	
Sıcaklık	1																		
pH	-0,716**	1																	
ÇO	-0,935**	0,655**	1																
BOİ	-0,606**	0,442**	0,751**	1															
OD	0,265	-0,095	0,007	0,169	1														
Eİ	0,471**	-0,486**	-0,376*	-0,132	0,188	1													
SEİ	0,296	-0,392*	-0,205	-0,016	0,147	0,978**	1												
TDS	0,426**	-0,356*	-0,338*	-0,02	0,051	0,525**	0,436**	1											
ORP	0,692**	-0,994**	-0,636**	-0,437**	0,074	0,447**	0,356*	0,337*	1										
Salinity	0,276	-0,42	-0,131	0,022	0,248	0,511**	0,518**	0,37*	0,427**	1									
TA	0,368*	-0,309	-0,292	0,043	0,081	0,501**	0,446**	0,736**	0,276	0,599**	1								
AKM	-0,372*	-0,013	0,399*	0,365*	-0,095	0,128	0,224	0,244	-0,005	0,299	0,441**	1							
TH	0,265	-0,24	-0,179	0,1	0,099	0,454**	0,413*	0,742**	0,209	0,604**	0,965**	0,505**	1						
TP	0,486**	-0,623**	-0,416*	-0,128	0,112	0,524**	0,457**	0,636**	0,592**	0,496**	0,729**	0,545**	0,708**	1					
SRP	0,433**	-0,541**	-0,379*	-0,09	0,053	0,362*	0,292	0,572**	0,523**	0,414*	0,673**	0,459**	0,68**	0,869**	1				
TAN	0,217	-0,356*	-0,098	0,223	0,21	0,527**	0,514**	0,63**	0,328	0,594**	0,794**	0,643**	0,807**	0,846**	0,718**	1			
Nitrat	0,183	-0,372*	-0,097	0,105	0,1	0,361*	0,35*	0,563**	0,347*	0,562**	0,8**	0,777**	0,824**	0,882**	0,823**	0,889**	1		
Klorofil	0,438**	-0,586**	-0,34	-0,048	0,098	0,436**	0,391*	0,534**	0,563**	0,615**	0,762**	0,576**	0,751**	0,912**	0,847**	0,825**	0,9**	1	

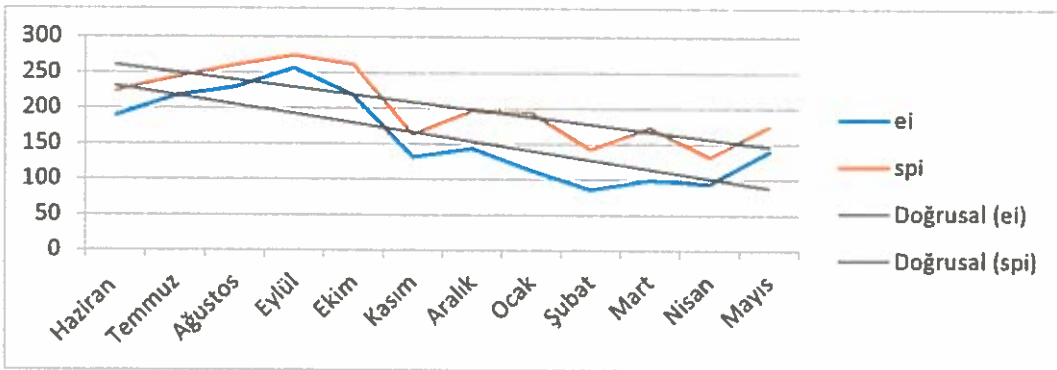
(*)Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı (**)Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Korelasyon, iki farklı değişken arasındaki bağlantıyı kurmak için kullanılan bir ölçüttür. (-1) ile (+1) arasında değer alır. Değerin sıfır olması iki değişken arasında bir ilişki olmadığını gösterirken, (+1)' e yaklaşma iki veri arasında doğru orantı olduğunu, (-1)' e yaklaşma ise iki veri arasında ters orantı olduğunu gösterir. Sıfırdan sağa ve sola yani (+1) ve (-1) tarafına doğru yönelim arttıkça iki veri arasındaki ilişki düzeyinde arttığı anlaşılır [65].

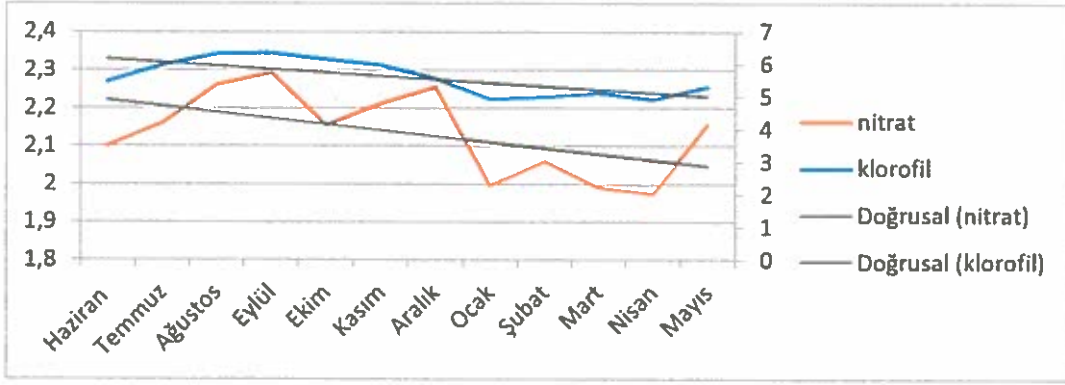
Korelasyon matrisi incelendiğinde mutlak değeri 0,9 ve 1 arasında yüksek düzeyde ilişkili görünen veriler göze çarpmaktadır. Sıcaklık ile çözülmüş oksijen negatif yönde (şekil 4.21), elektriksel iletkenlik ile spesifik iletkenlik pozitif yönde (şekil 4.22), pH ile ORP negatif yönde (şekil 4.24), sertlik ve alkalinite pozitif yönde (4.25), klorofil ise hem nitrat (şekil 4.23) hem de toplam fosfor (şekil 4.26) ile pozitif yönde çok yüksek düzeyde ilişki göstermişlerdir.



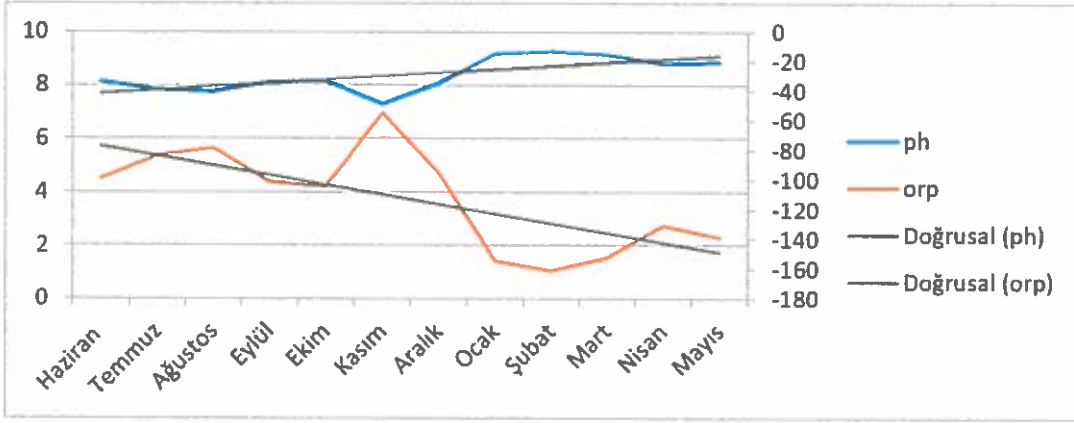
Şekil 4.21 Çözülmüş Oksijen-Sıcaklık Korelasyon Grafiği



Şekil 4.22 Elektriksel İletkenlik ve Spesifik İletkenlik Korelasyon Grafiği



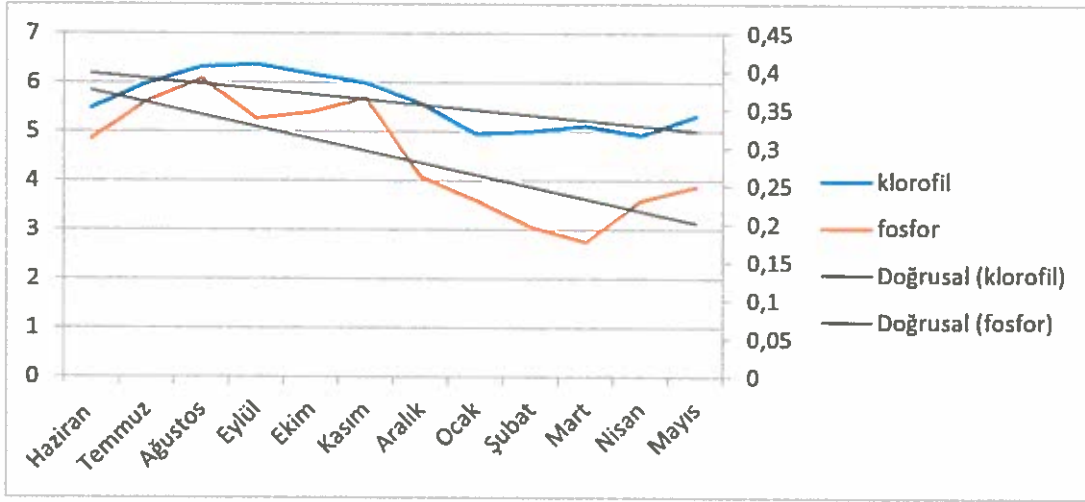
Şkil 4.23 Toplam Fosfor ve Klorofil-a Korelasyon Grafiği



Şkil 4.24 ORP ve pH Korelasyon Grafiği



Şkil 4.25 Toplam Sertlik ve Toplam Alkalinite Korelasyon Grafiği



Şkil 4.26 Toplam Fosfor ve Klorofil-a Korelasyon Grafiği

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yer küremizin büyük bölümünü sular teşkil etmektedir. Canlılığın da büyük bölümü sularda yaşamakta ve en fazla biyolojik çeşitlilik sularda görülmektedir. Dolayısıyla su sistemlerinde meydana gelen az bir değişiklik dahi canlı yaşamında farklılığa sebep olmaktadır ki şu ana kadar olan farklılıkların çoğu sistemi kötü etkilemiş ve canlı yaşamına olumsuz etki etmiştir [71,72]. Bu sebeble günümüzde sucul yaşamın ve su sistemlerinin sürekli takibini yapmak ve değişikliklere en kısa zamanda müdahale edebilmek için sürekli gözlem altında tutulması elzemdir. Biz de bu sebeple Ordu Akçaova Deresi'nde bu değişikliklere sebep olabilecek parametreleri bir yıl boyunca gözlem altında tutarak üzerimize düşen görevi yapmaya, ölçtüğümüz parametrelerin çevre ve iklimden kaynaklı etkilerini ve birbiriyle ilişkilerini tespit etmeye çalıştık.

Akçaova Deresi'nin yılboyu ölçülen sıcaklık ortalaması 12,83°C olarak bulunmuştur. Su Kirliliği Kontrol yönetmeliğine göre I. Sınıf su seviyesindedir. Yaz aylarında sıcaklık değerlerinin güneş enerjisine bağlı olarak daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca yaz aylarında su akış hızındaki düşüş ve su seviyesindeki azalışla birlikte su yatağındaki kayaların ortaya çıkması ve güneş ışığına doğrudan maruz kalması dolayısıyla bu durumun su sıcaklığını artırdığını söyleyebiliriz. Sıcaklık değişiminde termal bir kirlenme durumu görülmemiş ancak mevsimsel değişimler sıcaklığa direkt etki etmiştir. Yapılan araştırmalar su sıcaklığı değişiminin iklim, rakım, su debisi, suyun bulunduğu bölgenin bitki örtüsü ve atmosferde meydana gelen değişikliklerden meydana geldiğini göstermektedir [32]. I. istasyondan başlayıp deniz seviyesine yakın olan istasyonlarımıza kadar geldiğimizde su sıcaklığının arttığını görmekteyiz. Zaten alt istasyonlara doğru indiğimizde su miktarı kollarla beslenerek artsada su yatağı genişliği bu artışa oranla daha fazla artış göstermekte, akıntı hızı düşmekte ve su yüzeyi artmaktadır. Bu da güneş ışınlarına daha fazla maruziyet ve dolayısıyla sıcaklık artışına sebep olabilmektedir [73]. Su sıcaklığı sudaki tüm canlılığı ve canlılık için gerekli oluşumları etkileyen önemli faktörlerdendir [74]. Ustaoglu Pazarsuyu Deresinde gerçekleştirdiği benzer bir çalışmada 10,93 °C [75], Tepe ve arkadaşları Melet Irmağı ortalama sıcaklık seviyesini 12,3°C [76] olarak bulmuşlardır. Özoktay 2015 Ordu

Akçaova Deresi çalışmasında sıcaklığı 19 °C [77],Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi su sıcaklığını 12°C, olarak bulmuşlardır [78].

Akçaova Deresi çözünmüş oksijen ortalaması 10,99 mg L⁻¹ seviyesinde bulunmuştur. Bu miktar su kalitesi açısından uygun bir değerdir ve akarsuyumuzu Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğine göre I. sınıf seviyesine dahil etmektedir. Çözünmüş oksijen seviyesi su kirliliği ile ilgili önemli değişkenler sınıfındadır [35]. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklık ve tuzlulukla doğrudan ilişkili bir değişken olup zaten grafikler incelendiğinde sıcaklığın arttığı mevsimlerde düşüş, kış aylarına doğru ise yükseliş göstermektedir [71]. Balıkların yaşamı için de 4,5 mg L⁻¹ değerlerinin altı çok uygun görülmeyen bu parametre için akarsuyumuz yeterli konsantrasyonu göstermektedir. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 10,30 mg L⁻¹ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında 11,4 mg L⁻¹ [76], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında 9,89 mg L⁻¹ [77], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 10,57 mg L⁻¹ [78] değerlerini bulmuşlardır. Yapılan diğer bu çalışmalara göre çalışma yaptığımız akarsuyumuzun çözünmüş oksijen derişiminin daha yüksek olduğunu görmekteyiz. Bunun sebebinin akarsuyun kaynağından çıkışı itibariyle alt istasyonlara kadar uzun bir yol boyunca çağlayarak gelmesi ve böylece konsantrasyonu arttırması olarak yorumlanabilir.

Akçaova Deresi yüzde doyunluk değeri ortalaması %104,7 olarak ölçülmüş olup istasyonlar arasında anlamlı bir farklılık tespiti yapılamamıştır. Mevsimlik olarak kayda değer bir fark oluşmamıştır. Bu değerler göz önüne alındığında yüzde oksijen doyunluğu olarak I. kaliteli su sınıfındadır.

Akçaova Deresi pH seviyesi bakımından I. kalite su sınıfındadır. Bu deredeki su genellikle alkali özellik göstermektedir. Ortalama pH seviyesi 8.38 olarak ölçülmüştür. Deniz seviyesine yaklaştıkça bu seviyenin düştüğü görülmektedir. Ancak yine de istasyon bazında ortalamalar pH=8' in altına düşmemektedir. Grafikler ve bulgular incelendiğinde su miktarının arttığı kış ve ilkbahar mevsimlerinde pH miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 7.98 [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası

çalışmasında 7,96 [76], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında 7,20 [77], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 8,80 [78] değerlerini bulmuşlardır. Bu araştırma sonucu akarsuyumuzun pH değeri için alkali özellik gösteriyor diyebiliriz. Ancak pH seviyesinin önemli bir parametre olduğu gözönünde tutularak özellikle III. istasyonda görülen su kalite sınıfını düşürecek pH seviyesinin gözlem altında tutulması gerekmektedir.

Akçaova Deresi tuzluluk miktarında göze çarpan anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Su miktarının arttığı mevsimlerde tuzluluk oranı bir miktar düşmekte ancak ciddi bir farklılık oluşturmaktadır. Akçaova Deresi tuzluluk oranı ortalaması 0,08 ppt olarak hesaplanmıştır.

Akçaova Deresi, iletkenlik ve spesifik iletkenlik değerleri paralellik göstermektedir. Spesifik iletkenlik seviyesi, +25°C'deki 1 cm³ suyun iletkenlik miktarını gösteren bir değişkendir. İletkenlik, belli bir seviyeye kadar iyon derişimi ile doğru orantılıdır. Spesifik elektriksel iletkenlik seviyesi sulama ve içme suları kategorisinde referans olarak kullanılmaktadır [22]. Tıpkı tuzluluk değerleri gibi sıcaklığın arttığı, su seviyesinin düştüğü yaz aylarında bu değerlerde de artış görülmektedir. İletkenlik yıllık ortalaması 177.8 µS cm⁻¹, spesifik iletkenlik yıllık ortalaması ise 226 µS cm⁻¹ olarak ölçülmüştür. Akçaova Deresi iletkenlik ve spesifik iletkenlik bakımından I. sınıf su seviyesindedir. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 65 µS cm⁻¹ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında 216 µS cm⁻¹ [76], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında 245 µS cm⁻¹ [77], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 180 µS cm⁻¹ [78] değerlerini bulmuşlardır.

Akçaova Deresi'nde çalışma süresince ortalama alkalinite değeri 78,7 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür. Alkalinite sularda asit tamponlama etkisinin bir ölçüsüdür. Doğal sularda zayıf asitlerin tuzlarından ileri gelir. Bikarbonat ve karbonatları nötralize eden H⁺ iyon miktarıdır [71]. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 30 mg L⁻¹ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında 79 mg L⁻¹ [76], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 90 mg L⁻¹ [78] değerlerini bulmuşlardır. Akçaova Deresinde alkalinite değerlerinin III. istasyona inildikçe

arttığını grafiklerde çok belirgin bir şekilde görmekteyiz. Alkaliniteye sebebiyet veren maddelerin artışı akarsuyun başladığı yerden denize ulaşıncaya kadar farklı kollardan gelen maddelerle, bunun yanında kayaçların suyun aşındırması yüzünden çözünmesiyle olması mümkündür. Ayrıca akarsuya yakın kurulan beton santrallerinde (şekil 5.1) de katkı maddesi olarak alkaliniteyi etkileyecek maddeler kullanılmaktadır. Bir de alkalinite parametresi hava sıcaklığının yükselmesiyle akarsu havzasında yüzey genişliğinin artması sonucu buharlaşma hızının arttırmasıyla bu parametreye sebep olan maddelerin alt istasyonlarda derişimini arttırmasında mümkündür.



Şekil 5.1 Akçaova Deresi Üzerindeki Beton Santrali

Sular da gözlemlenen önemli değişkenlerden biri de sertliktir. Sularda sertliğin esas belirleyicisi suda bulunan kalsiyum ile magnezyumun konsantrasyonları toplamıdır. Litre başına düşen CaCO_3 miktarı olarak hesaplanır[71]. Akçaova Deremizin yıllık ortalama sertlik seviyesi $89,7 \text{ mg L}^{-1}$ seviyelerindedir. Orta sertlik derecesinde bu akarsuyumuzun bu değer artışı yine III. istasyona doğru indikçe ortalamanın yükselmesine sebep olmaktadır ki mevsimsel farklılıkların bu parametre üzerindeki etkisini de göstermektedir. Sertlik değerleri benzer maddelerin derişimi sebebiyle alkaliniteyle benzerlik göstermiş ve oluşturulan grafiklerde birbirine yakın seyretmiştir. Ayrıca tarım alanları verimlilik çalışmaları kapsamında bir çok

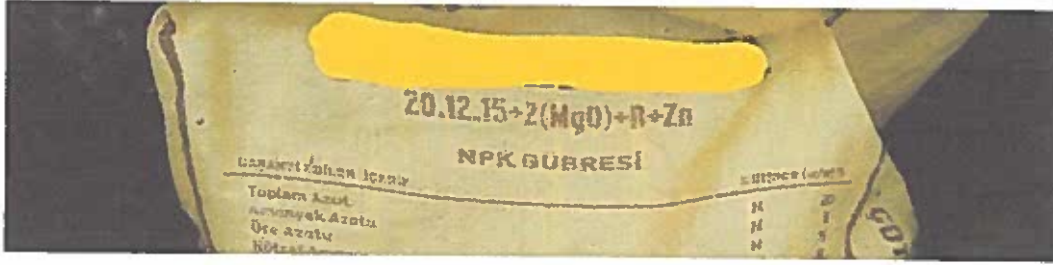
kimyasal gibi kalsiyumunda topraktan süzülerek akarsuya ulaşıp verileri değiştirmesi mümkündür (şekil 5.2). Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 40 mg L^{-1} [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında 97 mg L^{-1} [76], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında 93 mg L^{-1} [77], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 104 mg L^{-1} [78] değerlerini bulmuşlardır.



Şekil 5.2 Tarımda kullanılan suni gübre

Akçaova Deresi toplam amonyak azotu (TAN) ölçümlerinde yıllık ortalama verisi $0,31 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuştur. III. istasyonun TAN değerinin bu ortalamayı yükselttiği görülmektedir. Bu yüzden farklı istasyonlar arasında anlamlı bir farklılık kendini göstermiştir ($p < 0,05$). Bu seviye akarsuyun Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre II. Seviye su sınıfında yer almasına sebep olmuştur. Kimyasal ve fiziksel yollarla oluşan amonyağın sağlığa etkisi yoktur ancak, mikroorganizma faaliyetleri sonucu oluşan organik madde kaynaklı olma ihtimali sebebiyle tehlikelidir [72]. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında $0,31 \text{ mg L}^{-1}$ [75], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında $0,30 \text{ mg L}^{-1}$ [77], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında $0,29 \text{ mg L}^{-1}$ [78], değerlerini bulmuşlardır.

TAN değerleri grafiği incelendiğinde özellikle ilkbahar ve yaz mevsiminde azot miktarındaki artış göze çarpmaktadır. Bunun sebeblerinden biri su akışının azalması sebebiyle azot konsantrasyonunun dūřmesi olabilir ancak akarsuyu besleyen tüm kollar ve havzalar büyük çoğunlukla fındık bahçelerinden oluşmaktadır. Fındık reticisi verimi arttırmak için yoğun azot içeren gübreleri tarım alanlarına dağıtmaktadır. Genel itibariyle dönüm başı 25 kg verilen bu gübre 98 km² akarsu havzasında kabaca hesaplandığında yaklaşık 450 tonluk bir miktarın havzaya bırakıldığı hesaplanmaktadır. Yağış, rüzgar, erozyon, heyelan v.b. bir çok olayda bu maddelerin akarsuya taşınımını kolaylaştırmaktadır (şekil 5.2 ve 5.3).



şekil 5.3 Tarımda kullanılan yapay gübre

Akçaova Deresi nitrat ölçümleri ortalaması 2,13 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu ortalama değerde en büyük paya III. istasyon sahiptir. Su miktarının azalışıyla birlikte yani yaz aylarına yaklaşırken seviye artmaktadır. Azotlu organik bileşiklerin son yükseltgenme ürünü olan nitrat suya topraktanda geçmiş olabilir. Ancak amonyak nitrit kaynaklı ise tedbir almak gerekmektedir. Ayrıca Amonyak bazı bakterileri tetikleyerek suya kötü koku vermektedir [71, 72]. Zaten akarsuyun özellikle III. istasyonunda çoğu kez bu koku hissedilmektedir. Yapılan benzer çalışmalarda zoktay Akçaova 2015 çalışmasında 1,4 mg L⁻¹ [77], şantaflıoğlu Ordu alışlar Deresi çalışmasında 2,01 mg L⁻¹ [78], değerlerini bulmuşlardır..

Akçaova Deresi toplam fosfor seviyesi yıllık ortalama 0,29 mg L⁻¹ bulunmuştur. Bu ortalamada III. istasyon büyük bir orana sahipken, yaz aylarında da artış gözlemlenmiştir. Su rezervlerinin verimliliğinde ayırıcı bir ölçütü olan fosfor sudaki canlılığın sürekliliği ve faaliyetleri için çok gereklidir. Kilit bir yaşamsal ürün olan fosfor, kirlenmemiş doğal sulardaki oranı azdır. Su kaynaklarının plankton gibi sucul

canlılar açısından verimliliğini sağlar [46]. ATP, DNA, RNA ve hücre membranlarındaki fosfolipidlerin önemli bir bileşeni olması sebebiyle önemlidir. Doğal kaynağı kayalar olmasına rağmen hayvan artıkları gübrelerle suya daha çok karıştığı tespit edilmiştir [71]. Bunun yanında fazla miktarı, kirliliğinde bir belirteci olan fosfor akarsularda değerleri farklılık göstermektedir. Akçaova Deresi, toplam fosfor seviyesi açısından az kirlenmiş su sınıfındadır. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında $0,11 \text{ mg L}^{-1}$ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında $0,4 \text{ mg L}^{-1}$ [76], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında $0,39 \text{ mg L}^{-1}$ [78], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında $0,17 \text{ mg L}^{-1}$ [78], değerlerini bulmuşlardır.

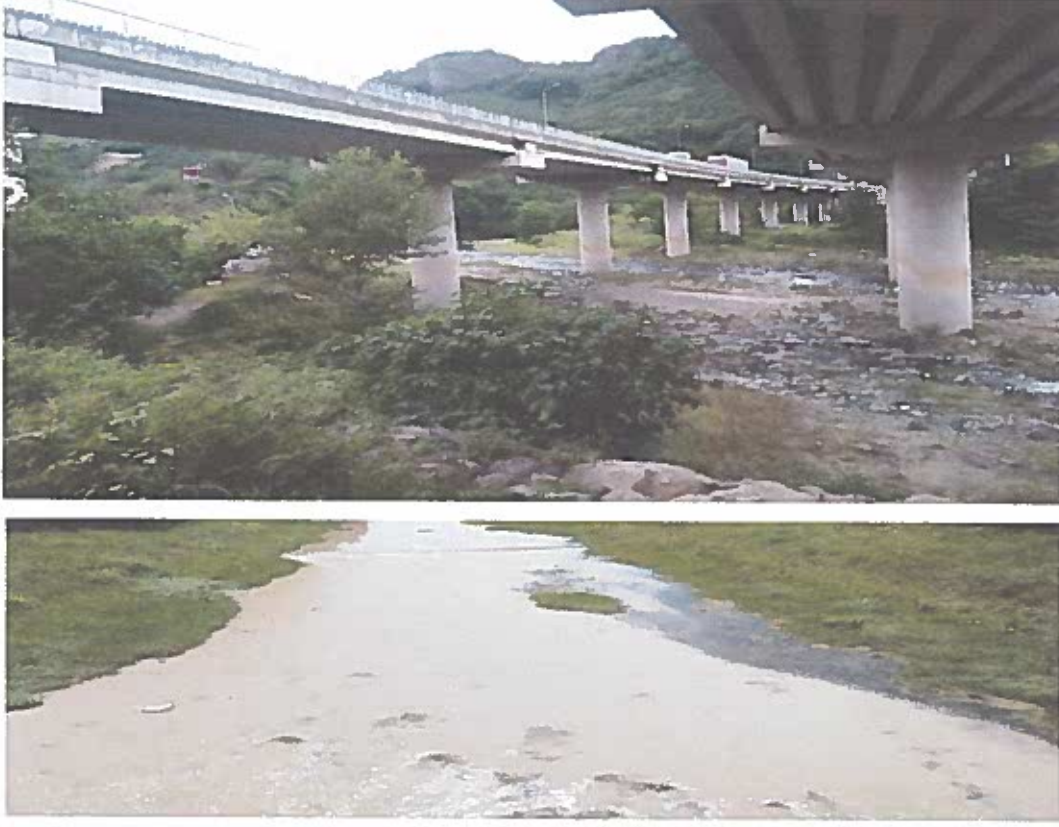
Toplam fosfor miktarına katkıda bulunan SRP yani çözülebilir reaktif fosfor, inorganik fosfor yapısıdır. Yani bu fosfor biyolojik yönden kullanılabilir fosfor miktarını ifade eder. Su da yaşamını sürdüren canlılar tarafından kullanıldığından seviyesi düşük çıkmaktadır. Akçaova Deresi için çözülebilir reaktif fosfor (SRP) miktarı ortalama $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ dir. Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ [76] bulmuşlardır. Toplam fosfor miktarı gibi SRP miktarıda diğer çalışmalara oranla bir miktar fazlalık göze çarpmaktadır.

Yüzey sularındaki önemli parametrelerden olan TDS yani toplam çözünmüş madde miktarı suya karışan her türlü maddeden etkilenmektedir. Bu konsantrasyonun belirlenmesinde en önemli etkenlerden biri yağışlardır. Bunun yanında tarımsal birtakım faaliyetler ve insan etkisinde TDS değerini şekillendirir. Akarsuyumuzun TDS değeri ortalama $145,1 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuş ve istasyonlar deniz seviyesine doğru indikçe seviye katlanarak artmıştır. Denize yakın istasyonlara doğru inildikçe akarsuya bağlanan kolların artışı ve akarsu havzasında bulunan evlerin, tarım ve hayvancılık faaliyeti sonucunda oluşan atık sularının da herhangi bir artımının olmaması sebebiyle akarsuyun TDS miktarını arttırdığını söyleyebiliriz. Bir çok derişim oranında olduğu gibi bu parametrenin konsantrasyonunda yazları hava sıcaklığı sebebiyle artan buharlaşma TDS yoğunluğunun artmasına sebebiyet vermiştir. Yapılan farklı çalışmalarda, Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 54

mg L⁻¹ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında 161 mg L⁻¹ [76], Özoktay Akçaova 2015 çalışmasında 114 mg L⁻¹ [77], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 168 mg L⁻¹ [78], değerlerini bulmuşlardır.. Farklı çalışmalarda oluşan farklı ortalamalara binaen Akçaova Deresinde de istasyonlarımız arasında belirgin bir fark göze çarpmaktadır.

Akarsuyumuzun diğer bir parametresi olan AKM (Askıda Katı Madde) değerleri yıllık ortalama 20,03 mg L⁻¹ değerindedir. AKM miktarı su içinde dibe çökmeden kalabilen hatta sedimentte bulunup suya karışarak askıda kalabilen madde miktarının bir ölçüsüdür(>0,45 mikron) [79]. AKM miktarı kirlilik düzeyi belirlenmesinde kullanılırken bunun yanında sucul yaşayan pek çok canlı için besin kaynağı rolüde üstlenir. Bu yüzden canlıların yaşamsal faaliyetleri için önemlidir[80]. Yapılan çalışmalara baktığımızda Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında 31 mg L⁻¹ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında 49 mg L⁻¹ [76] , Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında 17 mg L⁻¹ [78], değerlerini bulmuşlardır. AKM değerlerinin en düşük olduğu istasyon I. istasyon olurken diğer bir çok parametreye zıt yönde kışın seviye artışı görülmektedir. Bunun sebebi kışın artan su miktarı ve akış hızı ile birlikte çözündürme hızının artması ve su seviyesi artışıyla akarsu kenarlarında oluşan birikintilerin suya karışması olabilir. Bunun yanında AKM değerlerimiz başka bir çok faktörden etkilenebilir. Akarsuyun II. ve III. istasyonu arasında derenin hemen kenarında bir beton santrali yer almaktadır. Yapılan araştırmalar beton santrallerinin en çok sularda AKM seviyesini arttırdığı yönündedir[81]. Bu santrallerde yapılan birçok faaliyet su yardımıyla yapıldığı için bu artık sularda akarsuya verilmektedir. Bu deşarj edilen sularda ciddi miktarda AKM taşıyan sular olması sebebiyle bazı santrallerde dinlendirme işlemleriyle bunun önüne geçilmeye çalışılsa da sürekli aktif çalışan santrallerde bu işlemler için gerekli bekleme yapılamadan sular atık su kanallarıyla akarsulara deşarj edilmektedir. Akçaova Deresi uzunluğu ve havzası itibariyle çok büyük bir akarsu olmamasına karşın AKM değerlerinin beton santralinden sonraki artışının ikiye katlanması santral kaynaklı olabilir. Sularda ki AKM artışı bulanıklığa sebep olduğu için balıkların yaşamını da doğrudan etkilemektedir (şekil 5.1). Ayrıca Akçaova Deresi üzerinden viyadüklerle karayolu ulaşımı yapıldığını belirtmiştik. Bu yol çalışmasının yapıldığı

2000-2005 yılları arasında dere üzerine yüzden fazla viyadük ayağı dikilmiş ve bu işlemler süresince dere hep bulanık akmıştır (şekil 5.4). Bu çalışmalar yüzünden deredeki balık popülasyonu iyice azalmış ve daha yeni yeni kendini toparlamaktadır.



Şekil 5.4 Akarsu Üzerindeki Viyadük Ayakları ve yapım aşamasındaki fiziksel kirlilik

Akarsuyumuzun diğer bir parametresi olan klorofil-a miktarı yıllık ortalaması $5,60 \mu\text{g L}^{-1}$ seviyelerinde çıkmış olup en üst istasyondan en alt istasyona indikçe artış göstermiştir. Ayrıca yazın sıcaklığın etkisi ve su seviyesinin azalmasıyla miktarı normal seviyelerde artış göstermiştir. Normal şartlarda belli yoğunluklara ulaşan maddelerin (fosfor, nitrat v.b.) klorofil-a miktarını arttırdığı bilinse de [72], mevsimsel sıcaklık farkları ve iklimde bu oluşuma direkt katkı sağlamaktadır. Ölçümlerin yapıldığı zaman dilimi içerisinde kış ayının az yağışlı oluşu sebebiyle yaz aylarında farklılığını belli eden klorofil-a miktarının çokta fazla farklı değerlerde çıkmadığı görülmektedir. Aslında özellikle alg oluşumunda etkili olan amonyak, nitrat, fosfor gibi maddeler akarsuda belli miktar bulunmasına rağmen klorofil-a

yoğunluğunun yaz aylarında belirgin bir fark oluşturmaması canlılığı etkileyecek farklı maddelerin akarsuya karışmış olabileceği ihtimalini ortaya çıkarmaktadır.

Aynı azot içeren gübreler gibi zararlı otlarla mücadele kapsamında tarım alanlarına zehir saçılmaktadır. İçerdikleri bir çok farklı kimyasal toksik maddeler akarsu havzasına verilmekte ve tabiki akarsuyun bu zehirlerden etkilenmemesi mümkün olmamaktadır.



Şekil 5.5 Tarımda Kullanılan Peptisitler

Akçaova Deresi'nin Biyolojik Oksijen İhtiyacı yıllık ortalama $1,89 \text{ mg L}^{-1}$ düzeyinde ölçülmüş olup, I, II ve III. istasyon sırasıyla $1,72 \text{ mg L}^{-1}$, $1,86 \text{ mg L}^{-1}$, $2,09 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Sularda organik kirliliğin bir ölçüsü kabul edilen BOI_5 için bu değerler I. kaliteli su sınıfı aralığındadır. Yapılan diğer çalışmaları incelediğimizde Ustaoglu Pazarsuyu Deresi çalışmasında $1,24 \text{ mg L}^{-1}$ [75], Tepe ve arkadaşları aşağı Melet Havzası çalışmasında $2,3 \text{ mg L}^{-1}$ [76], Şantaflıoğlu Ordu Çalışlar Deresi Çalışmasında $1,99 \text{ mg L}^{-1}$ [78] değerlerini bulmuşlardır. Akçaova Deresi diğer çalışmalara göre BOI_5 ölçümleri daha alt düzeyde seyretmektedir. Biyolojik Oksijen İhtiyacı mikroorganizmalar tarafından kullanılan ve 5 gün zarfındaki organik maddelerin inorganik maddelere oksitlenmesi olarak değerlendirildiği için [71], akarsuyun barındırdığı mikroorganizma miktarı hakkında da bilgi verir. Çalışmamızda suyun azaldığı mevsimlerde ve özellikle III. istasyona

doğru bu değerin artması oluşan mikroorganizma sayısının arttığını ve özellikle yazın III. istasyonda oluşan kokunun bu sebeble olduğunu söyleyebiliriz.

Akçaova Deresinde llen diğer bir parametre olan ORP (Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli) -112,9 mV ölçülmüştür. Bu parametre de bize reaksiyona girme potansiyeline sahip maddeler hakkında bilgi veren bir değişken olmakla birlikte pozitif ya da negatif yöndeki bir artış farklı bir çok maddenin etkisiyle olabilmektedir [71]. I. istasyonda negatifliğin fazla olması ve denize doğru inildikçe bu değerde azalma görülmesi çözünmüş oksijen kaynaklı olabilir. Çünkü znmş oksijen miktarı III. istasyona doğru düşmekte farklı maddelerle reaksiyona girerek hem pH seviyesini düşürmekte hemde ORP' nin negatif değerini azaltmaktadır. İstasyon bazında baktığımızda yine III. istasyona doğru gidildikçe bu potansiyelin arttığı ve akarsuyun farklı kirlenmelere maruz kaldığını görmekteyiz. Mevsimsel olarak değerlendirdiğimizde ise kiş aylarında su seviyesinin artışı sebebiyle yine negatif yönde bir artış göze çarpmaktadır.

Özetle Akçaova Deresi, I. ve II. istasyon değerleri açısından değerlendirildiğinde kaynağına yakınlık ve bu istasyonları besleyen havzaların orman yoğunluğu ve dolayısıyla zirai ilaçlamalara ve evsel atıklara çok fazla maruz kalmaması sebebiyle çok fazla fark göstermemiştir. Ancak II. istasyondan III. istasyona doğru gidildikçe artan köy yoğunluğu, bir takım farklı tarım ve sanayi kuruluşları ve aynı zamanda derenin üzerinden viyadüklerle geçen karayolunun etkilerini sergilemektedir. Çünkü III. istasyonumuzda fiziksel ve kimyasal kirlilik hem ölçümlerle hem de görüntü olarak kendini göstermektedir. Özellikle karayolunda seyreden araçların çevreye attığı çöpler akarsu çevresinde ve denize döküldüğü kısımlarda birikmeler yaparak kirliliğe sebep olmuştur. Ayrıca bu bölgede yoğunlaşan köylerde evsel atıklar herhengi bir arıtıma tabi tutulmadan direkt olarak akarsuyun kollarıyla ya da direkt akarsuya verilmektedir. Yine aynı bölgede bulunan birçok mandıra, tavuk iftliği, beton santralide kirlilik üzerinde etkisini göstermiştir. III. istasyona yakın bölgede atık su arıtma tesisi bulunmaktadır ancak bu tesis sadece denize yakın kesimdeki şehirleşmiş bölgenin atık suyunun arıtımında kullanılmaktadır. Daha st bölgelerde oldukça sık bulunan tüm köylerin atık suları direkt akarsuya deşarj olmaktadır.

Akarsu havzasına dahil olan irili ufaklı birçok mandıranda herhangi bir arıtımı olmayıp bu tesislerde atık sularını akarsuya vermektedir. Yine beton santrali özellikle AKM değerlerini artırıyor gibi görülmekte günümüzde betonların akışkanlığını arttırmak, dökümünü kolaylaştırmak ve kalitesini arttırmak için eski yöntemler yerine artık kimyasal katkıları kullanılmaktadır. Kalsiyum, sodyum, amonyum, asit fonksiyonu olan maddeler, boraks, alkali bazlar, alkali tuzlar ve daha birçok madde beton yapımında kullanılmakta ve artık olan betonlar yıkama ve süpürme yöntemleriyle tesisten uzaklaştırılmaktadır [73]. Genelde bu uzaklaştırmalarda su ile yapıldığı için yine akarsuya karışıp suyun kimyasını değiştirmekte ve tüm canlı yapıyı etkilemektedir. Yapımı uzun yıllar süren Ordu-Fatsa karayolunun yarısı Akçaova Deresi üzerinden ondan fazla viyadükle sağlanmaktadır. Bu viyadüklerin ayakları dere yatağında yapılmış ve bu yapımların çalışmaları süresince akarsu neredeyse hergün bulanık akmıştır. Bu da canlı çeşitliliğini azaltmıştır. Akarsu üzerinde yapılan sürekli çalışmalar doğallığı bozmuştur. 5 yıla yakın süren karayolu çalışmaları 2006 itibarıyla bitmiş akarsu tekrar kendini yenilemeye başlamış ancak akarsu havzasında bulunan köylerin ulaşım kolaylığı artması sebebiyle bu seferde kontrolsüz bir nüfus artışı ve bazı sanayi kuruluşları boy göstermiş Akçaova Deresi yine fiziksel ve kimyasal tehdit altına girmiştir. Bunlara ek olarak akarsuyumuz fındık tarımının yapıldığı bir bölgede bulunmaktadır. İlkbaharla birlikte fındık tarımında zirai mücadele sebebiyle peptisitler yoğun bir şekilde kullanılmakta, bunun yanında fındıkta verimliliği arttırmak amaçlı yoğun miktarda amonyum fosfat, fosfor ve azot içeren gübreler tüm tarım alanlarına dağıtılmaktadır. Genellikle baharda yapılan bu çalışmalar Akçaova Deresi'nde bu gübre ve peptisitlerin ihtiva ettiği maddelerin artışıyla paralellik göstermektedir. Akarsuyun havzasında eğiminin fazlalığı göz önünde bulundurulduğunda tarımda kullanılan bu kimyasalların akarsuya taşınıp kirlilik oluşturması yüksek bir ihtimaldir.

Sonuç olarak, Akçaova Deresi I. ve II. İstasyon seviyelerinde doğallığını korumaya gayret etsede III. istasyon verileri kirliliğin önlem alınmadığı takdirde üst seviyelere çıkarak canlı yaşamı için tehdit oluşturacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Her zaman olduğu gibi insanların bilinçlendirilmesi ilk iş olmalıdır. Akarsuyun üzerinden geçen karayolu üzerinde seyahat eden araçlardan atılan çöplerin önüne geçilmelidir.

Tarımda kullanılan kimyasallarla ilgili gerekli çalışma yapılmalıdır. Zirai kimyasalların kullanımı ya kısıtlanmalı ya da yerine başka alternatifler sunulmalıdır. En çok kirlenmeye sebep olan evlerden gelen atık sular doğrudan akarsuya verilmemeli alt yapı çalışmalarıyla arıtma tesislerince kontrolden geçirilmelidir. Ayrıca akarsu etrafında bulunan sanayi kuruluşlarının denetimi sürekli yapılmalı kontrol altında tutularak insanların inisiyatifine bırakılmamalıdır. Akçaova Deresi yakınında oturan bizlere eskileri anlatan büyüklerimiz gibi bu dereye yaşamış birçok balık türünü görmek, temizliğini, duruluğunu ve doğallığını yaşamak bizimde en büyük temennimiz ve hakkımızdır.

KAYNAKLAR

- [1] Cirik, S ve Cirik, Ş. 2012. Limnoloji. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- [2] Şen, Z. 2002. Su Bilimi Temel Konuları. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [3] Anonim, 2014. T.C Kalkınma Bakanlığı Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- [4] Yalçın, H. ve Gürü, M. 2010. Su Teknolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara.
- [5] Göksu, M.Z. L. 2015. Su Kirliliği. Akademisyen Kitabevi, Ankara.
- [6] Egemen, Ö. 2011. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- [7] Akbal, F. 2015. Su Kaynakları. In: İçme Suyu Kalitesi problemleri ve Çözümleri (Işık, M., Çeviri Ed.), ss. 77-114. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara.
- [8] Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S.. 2008. Sular Bilgisi. Nobel Yayın Dağıtım A.Ş. Ankara
- [9] Hoşgören, M.Y. 2004. Hidrografi'nin Ana Çizgileri I. Çantay Kitabevi. İstanbul.
- [10] Berkün, M. 2005. Su Kaynakları Mühendisliği. Birsen Yayınevi. İstanbul.
- [11] Egemen, Ö. 2000. Çevre ve Su Kirliliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- [12] <http://www.mevzuat.gov.tr> (09.05.2018)
- [13] Anonim, 2003. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı, Ankara.
- [14] Anonim, 2011. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Türkiye Çevre Durum Raporu. Yayın No:11, Altan Matbaacılık, Ankara.
- [15] Akın, M. ve Akın, G. 2007. Suyun Önemi. Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi. 47(2), 105-118.
- [16] Anonim, 2014. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023)
- [17] Anonim 2013. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Ormancılık ve Şurası 21-23 Mart 2013 Havza Yönetimi ve Su Bilgi Sistemi Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

- [18] Anonim, 2013. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre Ve Temiz Üretim Enstitüsü, Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Doğu Karadeniz Havzası Proje Nihai Raporu, ss. 853, Gebze/ Kocaeli.
- [19] 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.
- [20] Barlas, M. ve Kiris, E. 2004. Akçay (Muğla-Denizli)'in Fiziko-kimyasal ve Bentik Makro İvertebrata Yönünden İncelenmesi, Muğla Üniversitesi Yayınları: 49.
- [21] EPA, 2001. Parameters Of Water Quality Interpretation and Standards Published by the Environmental Protection Agency, Ireland.
- [22] Chin, D.A 2006. Water-Quality Engineering in Natural Systems Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada.
- [23] D. Chapman, D and Kimstach, V. 1996. Selection of water quality variables.In: Water Quality Assessments: A guide to use Biota, Sediments and Water Environmental Monitoring (Chapman, D.V., Ed.), pp.74-133, Second Edition. UNESCO, WHO, and UNEP. E & FN Spon, London UK.
- [24] SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmi Gazete Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı:25687
- [25] Toröz, İ. 2013. Çevre Kimyasında Temel Kavramlar. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- [26] Ji, Z. G. 2008. Hydrodynamics and water quality: modeling rivers, lakes, and estuaries. John Wiley & Sons, Canada,
- [27] Chapman, D. 1996. Water Quality Assessments. A guide to use biota, sediments and water in environmental monitoring, Second Edition. University Press, Cambridge, London.
- [28] http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf (15.04.2018)
- [29] Boyd, C.E. 2000. Water Quality An Introduction. Kluwer Academic Publishers, USA.
- [30] Samsunlu, A. 2013. Çevre Mühendisliği Kimyası. Birsen Yayınevi, İstanbul.

- [31] DeZuane, J.1997. Handbook of drinking water quality. John Wiley & Sons. New York. USA
- [32] C.E. Boyd, C.S. Tucker. 2014. Handbook for Aquaculture Water Quality, Craftmaster Printers, Auburn, Alabama.
- [33] Boyd, C.E. ve Tucker, C.S. 1992. Water Quality And Pond Soil Analyses For Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
- [34] James K. Edzwald. 2011. Water Quality and Treatment: A Handbook on Drinking Water, Sixth Edition, American Water Works Association, American Society of Civil Engineers, McGraw-Hill.
- [35] Kenneth M. Vigil, P.E. 2003. Clean Water An Introduction to Water Quality and Water Pollution Control. Oregon State University Press, 101 Waldo Hall.
- [36] Vergili, İ.2013.Sülfat. In: Çevre Mühendisliği ve Bilimi için Kimya (Toröz. İ., Ed.),pp. 670-676. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- [37] McGraw-Hill, 2011. Water quality & treatment: a handbook on drinking water. New York. USA.
- [38] J. Bartram. R. Balance. 1996. Water Quality Monitoring – A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programs UNEP/WHO
- [39] <http://water.epa.gov/type/rsll/monitoring/vms58.cfm> (08.03.2018)
- [40] Obasohan, E. E., D. E. Agbonlahor, and E. E. Obano. 2010. "Water pollution: A review of microbial quality and health concerns of water, sediment and fish in the aquatic ecosystem." African Journal of Biotechnology.
- [41] Bao, L. J., Maruya, K. A., Snyder, S. A., & Zeng, E. Y. 2012. China's water pollution by persistent organic pollutants. Environmental Pollution, 163, 100-108.
- [42] Bartram, J. 2009. Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organization. Geneva, Switzerland
- [43] Garcia, B. C. B., Dimasupil, M. A. Z., Vital. P. G., Widmer, K. W., & Rivera, W. L. 2015. Fecal contamination in irrigation water and microbial quality of vegetable

- primary production in urban farms of Metro Manila, Philippines. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 50(10), 734-743.
- [44] Kostyla, C., Bain, R., Cronk, R., & Bartram, J. 2015. Seasonal variation of fecal contamination in drinking water sources in developing countries: A systematic review. *Science of The Total Environment*, 514, 333-343.
- [45] Jalliffier-Verne, I., Heniche, M., Madoux-Humery, A. S., Galarneau, M., Servais, P., Prévost, M., & Dorner, S. 2016. Cumulative effects of fecal contamination from combined sewer overflows: Management for source water protection. *Journal of Environmental Management*, 174, 62-70.
- [46] Jung, A. V., Le Cann, P., Roig, B., Thomas, O., Baurès, E., & Thomas, M. F. 2014. Microbial contamination detection in water resources: Interest of current optical methods, trends and needs in the context of climate change. *International journal of environmental research and public health*. 11(4), 4292-4310.
- [47] Bradl, H.B. 2004. Sources and Origins of Heavy Metals. In: *Heavy Metals in the Environment* (Bradl, H.B; Ed.), pp. 14-283. Elsevier Academic Press. New York, USA.
- [48] Gündüz, T.2008. Çevre Kimyası. Gazi Kitabevi, Ankara.
- [49] USEPA, 2001. Methods for Collection Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual: EPA 823-B-01-002; US. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.
- [50] Merdun, H. 2008. Toprak Kirliliği ve Kontrolü. In: *Çevre Kirliliği ve Kontrolü* (Çınar, Ö., Ed.), ss.86-112. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [51] Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., & Timur, S. 2004. Metallerin çevresel etkileri-I. *Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.
- [52] Kabadayı, F. 2010. Samsun Şehir Tozlarında Ağır Metal ve Türlerinin Tayini. Ondokuz Mayıs üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, pp.126, Samsun.
- [53] Tok, H.H. 1997. Çevre Kirliliği, Anadolu Matbaa Ambalaj Sanayi. Ticaret. Limited. Şirketi. İstanbul.
- [54] Kurt, U. 2013. İz (Eser) Kirleticiler. In: *Çevre Mühendisliği ve Bilimi İçin Kimya* (Toröz, İ., Ed.), ss.709-728. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

- [55] Akbal, F. 2015. Metaller.In:İçme Suyu Kalitesi problemleri veÇözümleri (Işık, M., Çeviri Ed.),ss. 191-202, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- [56] Naja, G. M. and Volesky, B. 2009. Toxicity and sources of Pb, Cd, Hg, Cr, As, and Radionuclides in the Environment. In: Heavy metals in the environment (Wang, L. K., Chen, J. P., Hung, Y. T. and Shammas N. K. Eds.), pp. 13–61. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [57] Dutta, N.N., Brothakur, S., Baruah, R., 1998. A novel process for recovery of phenol from alkaline wastewater: laboratory study and predesign cost estimate. *Water Environmental Research* 70, 4-9.
- [58] Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö., & Minareci, E. 2009. Detergent and phosphate pollution in Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology*,8(15), 3568.
- [59] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/10/20091010-6.htm> (09.05.2018)
- [60] Egemen, Ö. 1999. Çevre ve Su Kirliliği (Ders Kitabı), E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi., Bornova-İzmir, 42:75-77. 86).
- [61] Epa Method 3051. 1998. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils.
- [62] Tempo, 2007. Instructions for Tempo EC (E. coli) Ref 80 004, Tempo TC (Total Coliforms) Ref 80 006, TEMPO CC (Coliform count) Ref 80 044, bioMe´rieux, France.
- [63] Karagöz, Y. 2015. SPSS 22 Uygulamalı Biyoistatistik, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- [64] Can, A.2016. SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi, Pegem Akademi, Ankara.
- [65] Büyüköztürk, Ş. 2010. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Pegem Akademi, Ankara.
- [66] Kalaycı, Ş. 2016. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. Asil Yayın, Ankara.
- [67] EC (European Communities), 2006. EC of the European Parliament and of the council of 6 September 2006 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. Directive 2006/44.

- [68] SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmi Gazete Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı:25687.
- [69] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> (09.05.2018)
- [70] TS 266, 2005. Sular-İnsani tüketim amaçlı sular. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 13.060.20.
- [71] <http://www.kimyaevi.org>. Erişim tarihi 20.05.2018
- [72] <http://www.bilim.org/bilim/bivoloj>. Erişim tarihi 21.05.2018
- [73] www.thbb.org Erişim tarihi 23.05.2018
- [75] Ustaoglu, F.. & Tepe, Y. (2018). Determination of the Sediment Quality of Pazarsuyu Stream (Giresun, Turkey) by Multivariate Statistical Methods. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(3), 304-312.
- [76] Ustaoglu, F., Tepe, Y., Aydın, H., & Akbaş, A. (2017). Investigation of Water Quality and Pollution Level of Lower Melet River. Ordu, Turkey. Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 32(1), 69-79.
- [77] Özoktay, S.. & Özoktay, S. (2015). Melet Irmağı, Turnasuyu Deresi ve Akçaova Deresi (Ordu)'Nin Aşağı Havzalarında Epifitik Alg Florası ve Su Kalitesinin İncelenmesi (Master's thesis. Sezen ÖZOKTAY).
- [78] Şantaflıoğlu, Ü. & Tepe, A., 2018: Determination of water quality and pollution level of Çalışlar Stream, (Fatsa, Ordu). – 1st International Technological Sciences And Design Symposium. June 27-29, 2018. Giresun, Turkey.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ordu'da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Ordu' da tamamladı. 2002 yılında Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretmenliği Eğitimine başladı ve 2006'da yükseköğrenimini tamamladı. Şırnak ve Giresun illerinde görev yaptı. Şu an kendi memleketi olan Ordu'da öğretmenlik görevini sürdürmekte ve Giresun Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı bünyesinde yüksek lisansını yapmaktadır..