



ZEYNEP HASANÇAVUŞOĞLU

SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

SARIKUM GÖLÜ'NDE ÖTROFİKASYONA NEDEN OLAN

KİRLETİCİLER ve KAYNAKLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C.

SİNOP ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SARIKUM GÖLÜ'NDE ÖTROFİKASYONA NEDEN OLAN

KİRLETİCİLER ve KAYNAKLARI

ZEYNEP HASANÇAVUŞOĞLU

SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Ayşe GÜNDOĞDU

SİNOP – 2018

TEZ KABUL

Zeynep HASANÇAVUŞOĞLU tarafından hazırlanan “**Sarıkum Gölü’nde Ötrofikasyona Neden Olan Kirleticiler ve Kaynakları**” başlıklı bu çalışma, **20.07.2018** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Ayşe GÜNDOĞDU
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza



Üye

Dr. Öğr. Üyesi. Serap SAMSUN
Ordu Üniversitesi / Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi

İmza



Üye

Dr. Öğr. Üyesi. Ünal ÖZ
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

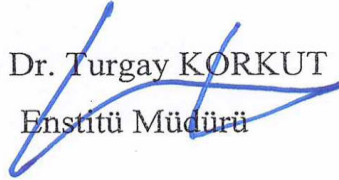
İmza



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

25 / 7 / 2018

Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü



SARIKUM GÖLÜ'NDE ÖTROFİKASYONA NEDEN OLAN KİRLETİCİLER ve KAYNAKLARI

ÖZET

Karadeniz ' in sayılı “Uluslararası Sulak Alan” kriterlerine sahip olan Sarıkum Göl’ü 1987 yılında “Tabiatı Koruma Alanı ” kabul edilirken gölün çevresi 1991 yılında “Doğal Sit Alanı ” olarak ilan edilmiştir. Sarıkum Gölü, çevresindeki yerleşim yerlerinden gelen evsel atıklara ve tarımsal alanlarda kullanılan kimyasal maddelere maruz kalmaktadır. Gölün deniz bağlantılı kanalı ve göle kaynak oluşturan dereler göl için tehlike arz etmektedir. Göl bu kaynaklardan gelen besin maddeleri sebebiyle kirlenmekte ve en önemlisi su kalitesi problemi olan ötrofikasyon ile karşı karşıya kalmaktadır.

Sarıkum Gölü’nde ötrofikasyona neden olan kirleticiler ve kaynaklarının kirlilik düzeyini ve gölü ne şekilde etkilediğini tespit etmek amacıyla çalışma alanı olarak seçilmiştir. Kasım 2016- Temmuz 2017 tarihleri arasında 7 farklı istasyondan alınmış olan su örneklerinin analizleri yapılmış ve mevsimsel olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla yüzeyden alınan su örneklerinde ölçülen bazı fiziko-kimyasal parametrelerin yıllık ortalama değerleri; pH 8.23, sıcaklık 15.41°C, tuzluluk 3.46 Psu, çözülmüş oksijen 3.7 mg/L, oksidasyon redüksiyon potansiyeli 94.23 mV, toplam çözülmüş madde 1747.8 mg/L, iletkenlik 6553.41 µS/cm, amonyum azotu 0.045 mg/L, fosfat fosforu 0.224 mg/L, silisyum 1.918 mg/L, nitrit azotu 0.077 mg/L, nitrat azotu 1.130 mg/L, klorofil-*a* 4.513 µg/L, toplam askıda katı madde 0.029 mg/L, anyonik deterjan 0.0449 mg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Kalite Kriterleri Yönetmeliği” ne göre en yüksek pH, amonyum nitrojen, nitrit nitrojen, klorofil-*a* ve anyonik deterjan miktarları ile 5. ve 7. istasyonlar olduğu belirlenmiştir. Bu durum Sarıkum Gölü’nü temsil eden bu iki istasyonun gölün kirlilik düzeyinin ötrofikasyondan hiperötrofikasyona doğru ilerlediğini göstermiştir.

Çalışma sonucunda Sarıkum Gölünde belirlenen istasyonların tarımsal ve çevresel kaynaklı kirleticilere maruz kaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ötrofikasyon, fiziko-kimyasal, Sarıkum Gölü, Sinop, Karadeniz Bölgesi.

POLLUTANTS AND RESOURCES CAUSING EUTROPHICATION IN SARIKUM LAKE

ABSTRACT

Sarikum Lake, which has the criteria of "International Wetland Area" of the Black Sea, was accepted as a "Nature Protection Area" in 1987, and the area around the Lake was declared as a Natural Site in 1991. Sarikum Lake is exposed to domestic wastes from settlements around it and chemical substances used in agricultural areas. The lake's sea connection and the creeks that are the water source of the lake are dangerous for the lake. The lake is polluted due to nutrients from these sources, and the most importantly is faced with eutrophication of water quality problems.

The study was planned to determine the pollution level of pollutants and their sources causing eutrophication in Sarikum Lake, and how it affects the lake. Water samples taken from 7 different stations between November 2016 and July 2017 were analyzed and evaluated seasonally. For this purpose, annual mean values of some physico-chemical parameters measured in water samples taken from the surface were determined. These are pH 8.23, temperature 15.41°C, salinity 3.46 Psu, dissolved oxygen 3.7 mg/L, oxidation reduction potential 94.23 mV, total dissolved matter 1747.8 mg/L, conductivity 6553.41 µS/cm, ammonium nitrogen 0.045 mg/L, phosphate phosphorus 0.224 mg/L, silicon 1.918 mg/L, nitrite nitrogen 0.077 mg/L, nitrate nitrogen 1,130 mg/L, chlorophyll-a 4,513 µg/L, total suspended solids 0.029 mg/L detergent 0.0449 mg/L, respectively. It was determined that the obtained data were the 5th and 7th stations with the highest amounts of pH, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, chlorophyll-a and anionic detergent quantities according to the "Water Pollution Control Regulation and the Quality Criteria Regulations". This shows that these two stations representing the Sarikum Lake have improved from eutrophication to hypereutrophication.

As a result of the study, it has been detected that the stations in Sarikum Lake are exposed to agricultural and environmental pollutants.

Key words: Eutrophication, physico-chemical, Sarikum Lake, Sinop, Black Sea region

TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşe GÜNDOĞDU hocama, çalışmalarım sırasında desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi. Şennan YÜCEL hocama, fikir ve deneyimleriyle bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıları bulunan Sayın Dr. Öğr. Üyesi. Yakup ERDEM hocama, her zaman yanımda olan değerli aile büyüğüm Süleyman BOZDOĞAN'a, varlıklarıyla büyük şeref duyduğum aileme ve eşim Mehmet Ali HASANÇAVUŞOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.Araştırma Bölgesinin Genel Özellikleri	3
2.2.Göller.....	4
2.2.1.Göllerin Sınıflandırılması.....	4
2.2.2. Göllerde Termal Tabakalaşma	5
2.3. Göllerin Kirlenmesi; Ötrofikasyon.....	6
2.3.1. Sarıkum Gölü’nde Kirlilik Etkenleri.....	7
2.3.2. Sarıkum Gölü Kirletici Kaynakları	8
2.3.2.1.Noktasal Kaynak	9
2.3.2.1.1.Evsel Kirlilik Kaynakları	9
2.3.2.1.2. Endüstriyel Kirlilik Kaynakları.....	9
2.3.2.2.Noktasal Olmayan (Yayıllı) Kaynak.....	10
2.3.2.2.1.Tarımsal Kirlilik Kaynakları	10
2.3.3. Ötrofikasyonu Etkileyen Faktörler.....	11
2.3.3.1. Fiziksel Faktörler.....	11
2.3.3.1.1.Işık.....	11
2.3.3.1.2.Sıcaklık.....	12
2.3.3.1.3.Turbidite (Bulanıklık)	12

2.3.3.2. Kimyasal Faktörler	14
2.3.3.2.1. Çözünmüş Oksijen	14
2.3.3.2.2. Azot ve Azot Bileşikleri	15
2.3.3.2.3 Silisyum.....	17
2.3.4. Sınırlayıcı Kavramı ve N/P Oranı	18
2.3.4.1. N/P Oranı.....	19
2.3.5. Ötrofikasyonun Ekolojik Açıdan Olumsuz Etkileri	19
2.3.6. Ötrofikasyona Karşı Alınması Gereken Önlemler	20
2.3.6.1. Korumaya Yönelik Olan Önlemler	20
2.3.6.2. İyileştirmeye Yönelik Olan Önlemler	22
2.3.7. Sarıkum Gölünde Ötrofikasyon Kontrol Yöntemleri.....	24
2.3.8. Ulusal ve Uluslararası Mevzuat	25
2.3.8.1. Uluslararası Mevzuat.....	25
2.3.8.1.1. Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi	26
2.3.8.1.2. Nitrat Direktifi.....	26
2.3.8.1.2.1. Su Çerçeve Direktifi'nde Hassas Alan Kavramı	27
2.3.8.1.2.2. Ötrofikasyona Dayalı Su Kütleleri Sınıflandırması	28
2.3.8.1.2.3. Ötrofikasyon Kapsamında SÇD Ekolojik Durum Kavramı	29
2.3.8.1.2.4. SÇD'de Ötrofikasyona Dayalı İzleme.....	32
2.3.8.1.2.5. Diğer Direktiflerde Ötrofikasyon ve Hassas Alan	33
2.3.8.2. Ulusal Mevzuat	33
2.3.8.2.1 Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (23Temmuz 2016 tarih ve 29779 sayılı RG).....	33
2.3.8.2.2. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (8 Ocak 2006 tarih ve 26047 sayılı RG).....	34
2.3.8.2.3. Kentsel Atıksuların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği (27 Haziran 2009 tarih ve 27271 sayılı RG).....	34
2.3.8.2.4. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (22 Mayıs 2015 tarih ve 29363 sayılı RG)	35

2.3.8.2.5. Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (17 Ekim 2012 tarih ve 28444 Sayılı RG).....	36
2.3.8.2.6. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (10 Ağustos 2016 tarih 29797 sayılı RG)	37
2.3.8.2.7. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (11 Şubat 2014 tarih ve 28910 sayılı RG)	39
2.3.8.2.8. Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliğ (26 Şubat 2014 tarih ve 28925 sayılı RG)	40
2.3.8.2.9. Hassas Su Kütelleri İle Bu Kütelleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik (23 Aralık 2016 tarihli 29927 sayılı R.G)	41
2.4 Literatür Özeti	42
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	48
3.1. Çalışma Bölgesi ve İstasyonların Belirlenmesi.....	48
3.2. İstasyonların Tanıtımı	50
3.2.1. İstasyon 1 (Sarıkum Kanal).....	50
3.2.2.İstasyon 2 (Sarıkum Sazlık)	50
3.2.3. İstasyon 3 (Sarıkum Köy İçi)	51
3.2.4. İstasyon 4 (Sarıkum Mera)	51
3.2.5. İstasyon 5 (Sarıkum Göl Kıyısı).....	52
3.2.6. İstasyon 6 (Sarıkum Gümüşsuyu Longoz İçi).....	52
3.2.7. İstasyon 7 (Sarıkum Göl Ortası).....	53
3.3. Kullanılan Cihazlar	53
3.4. Numune Alma İşlemi	54
3.5. Numunelere Yapılan Analizler.....	54
3.5.1. İstasyonda Yapılan Anlık Ölçümler	54
3.5.2. Kimyasal ve Fiziksel Analizler	54
3.5.3. Spektrofotometrik Analizler.....	55
3.5.3.1. Nitrit Tayini.....	55
3.5.3.2. Nitrat Tayini	55

3.5.3.3. Silisyum Tayini	56
3.5.3.4. Fosfat Tayini	56
3.5.3.5. Amonyum Tayini	56
3.5.3.6. Klorofil-a Tayini	56
3.5.3.7. Anyonik Deterjan Tayini.....	57
3.5.4. Gravimetrik Analiz.....	58
3.5.4.1.Toplam Askıda Katı Madde- Organik Madde Tayini	58
4. BULGULAR	60
4.1. pH.....	61
4.2. Sıcaklık.....	62
4.3. Tuzluluk	63
4.4. Doymuş Oksijen.....	64
4.5. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)Değeri.....	65
4.6. Toplam Çözülmüş Madde	66
4.7. İletkenlik.....	67
4.8. Amonyum Azotu	68
4.9. Fosfat.....	69
4.10. Silisyum.....	70
4.11. Nitrit Azotu	71
4.12. Nitrat Azotu.....	72
4.13. Klorofil-a.....	73
4.14. Toplam Askıda Katı Madde	74
4.15. Anyonik Deterjan	75
5. TARTIŞMA	76
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	88
7.KAYNAKLAR	91
8.ÖZGEÇMİŞ	98

SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

ml	Mililitre	ppm	Milyonda Bir
%	Yüzde	mg/L	Miligram /Litre
‰	Binde	N	Azot
µg	Mikrogram	N/P	Azot /Fosfor Oranı
cm	Santimetre	H	Hidrojen
gr	Gram	P	Fosfat
ha	Hektar	C	Karbon
km	Kilometre	NO₃⁻	Nitrat
m	Metre	°C	Celsius
mm	Milimetre	HCl	Hidrojen Klorür
mV	Milivolt	µS/ cm	Mikrosiemens/Santimetre
psu	Practical Salinity Unit	ppt	Gram Çözünen /Kg veya Litre Çözelti
NH₃	Amonyak	NH₄⁺-N	Amonyum Azotu
nm	Nanometre	Si	Silisyum
NO₂⁻	Nitrit	µg/L	Mikro Gram /Litre
NO₂⁻-N	Nitrit-Azotu	SO₄⁻²	Sülfat
NO₃⁻-N	Nitrat-Azotu	PO₄⁻³-P	Fosfat-Fosforu
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu Negatif Logaritması	µg/l	Mikrogram /Litre

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AKM	Askıda Katı Madde
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ç.O	Çözünmüş Oksijen
DYKİS	Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliğ
EC	Elektriksel İletkenlik
EEC	Avrupa Ekonomik Topluluğu
EPA	Amerikan Çevre kuruluğu
KAAY	Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği
KASAD	Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ND	Nitrat Direktifi
NHB	Nitrata Hasas Bölgeler
OECD	Avrupa Ekonomik ve Kalkınma İş Birliği Örgütü
ORP	Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli
RAMSAR	Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi
RG	Resmi Gazete
RQ	Risk Kesiri
SÇD	Su Çerçeve Direktifi

SD	Seki Derinliği
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
TDS	Toplam Çözünmüş Madde
TSI	Trofik Durum İndeksi
WL	Su Derinliği



ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

		Sayfa No
Şekil 2.3.1.	Göl Ekolojisinin Şematik Gösterimi	8
Şekil 2.3.2.2.1	Atıksuyun Fiziksel, Kimyasal Kaynakları	10
Şekil 2.3.6.1	Korumaya Yönelik Önlemler	21
Şekil 2.3.8.1.2.3	Sucul Ekosistemde Ötrofikasyon Etkilerinin SÇD Durum Sınıfları ile İlişkisi	30
Şekil 2.3.8.1.2.3.1.	Nütrient Zenginleşmesinin Taksonomik Kompozisyona Etkisi	31
Şekil 2.3.8.1.2.3.2.	Ekolojik Kalite Unsurları	31
Şekil 3.1.1.	Sarıkum Gölü'nde Su Örneklerinin Alındığı İstasyonlar	48
Şekil 3.2.1.	Sarıkum Kanalının Kapalı ve Açık Görüntüleri (İstasyon 1)	50
Şekil 3.2.2.	Sarıkum Sazlık Görüntüleri (İstasyon 2)	50
Şekil 3.2.3.	Sarıkum Köy İçi Görüntüleri (İstasyon 3)	51
Şekil 3.2.4.	Sarıkum Mera Görüntüleri (İstasyon 4)	51
Şekil 3.2.5.	Sarıkum Göl Kıyısı Görüntüleri (İstasyon 5)	52
Şekil 3.2.6.	Sarıkum Gümüşsuyu Longoz İçi Görüntüleri (İstasyon 6)	52
Şekil 3.2.7.	Sarıkum Göl Ortası Görüntüleri (İstasyon 7)	53
Şekil 3.5.3.6.	Klorofil- <i>a</i> Tayininde Kullanılan Santrifuj Cihazı	57
Şekil 3.5.3.7.	Anyonik Deterjan Miktarının Belirlenmesinde Örneklerin Hazırlanışı	58

Şekil 3.5.3.7.1.	Spektrofotometre (Rayleigh – VIS 723) Cihazı	58
Şekil 3.5.4.1.	Organik Madde Tayini İçin Etüve ve Süzme İşlemine Ait Görüntü	59
Şekil 4.1.1.	İstasyonlardaki pH Değerlerinin Mevsimsel Değişimleri	61
Şekil 4.2.1.	İstasyonlardaki Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) Değerlerinin Mevsimsel Değişimleri	62
Şekil 4.3.1.	İstasyonlardaki Tuzluluk (psu) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	63
Şekil 4.4.1.	İstasyonlardaki Çözünmüş Oksijen (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	64
Şekil 4.5.1.	İstasyonlardaki ORP (mV) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	65
Şekil 4.6.1.	İstasyonlardaki Toplam Çözünmüş Madde (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	66
Şekil 4.7.1.	İstasyonlardaki İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	67
Şekil 4.8.1.	İstasyonlardaki Amonyum Azotu (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	68
Şekil 4.9.1.	İstasyonlardaki Fosfat (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	69
Şekil 4.10.1.	İstasyonlardaki Silisyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	70
Şekil 4.11.1.	İstasyonlardaki Nitrit $\text{NO}_2\text{--N}$ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	71
Şekil 4.12.1.	İstasyonlardaki Nitrat $\text{NO}_3\text{--N}$ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	72

Şekil 4.13.1.	İstasyonlardaki Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	73
Şekil 4.14.1.	İstasyonlardaki Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	74
Şekil 4.15.1.	İstasyonlardaki Anyonik deterjan (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri	75



ÇİZELGELER

	Sayfa No
Çizelge 2.3.4.	Sınırlayıcı Besi Maddesi Oranları 18
Çizelge 2.3.8.1.1.	Kentsel Atıksu Arıtım Tesislerinden İleri Arıtıma İlişkin Deşarj Limitleri 26
Çizelge 2.3.8.1.2.1.	Ötrofikasyonla İlgili Direktifler ve Gereklilikleri 28
Çizelge 2.3.8.1.2.4	Fizikokimyasal Kalite Unsurları 32
Çizelge 2.3.8.2.6.1	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri 38
Çizelge 2.3.8.2.6.2.	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri 39
Çizelge 2.3.8.2.6.3.	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri 39
Çizelge 3.1.1.	Çalışmaya Ait İstasyonlar ve Koordinatları 49
Çizelge 3.3.	Analizlerde Kullanılan Cihazlar 53
Çizelge 4.1.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel pH, Ortalama, Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları 61
Çizelge 4.2.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Sıcaklık, Ortalama, Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları 62
Çizelge 4.3.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Tuzluluk (psu), Ortalama - Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları 63
Çizelge 4.4.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Çözünmüş Oksijen (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları 64
Çizelge 4.5.1	Sarıkum Gölünün Mevsimsel ORP (mV), Ortalama - Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları 65
Çizelge 4.6.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Toplam Çözünmüş Madde (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları 66

Çizelge 4.7.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	67
Çizelge 4.8.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Amonyum $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	68
Çizelge 4.9.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Fosfat $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	69
Çizelge 4.10.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Silisyum (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	70
Çizelge 4.11.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel $\text{NO}_2^-\text{-N}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	71
Çizelge 4.12.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	72
Çizelge 4.13.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	73
Çizelge 4.14.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	74
Çizelge 4.15.1.	Sarıkum Gölünün Mevsimsel Anyonik Deterjan (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları	75
Çizelge 6.1.	Anonim, (2008) ve Anonim, (2016a)'ne göre Sarıkum Gölü Sonuçları	89

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde doğal kaynakların başında gelen denizler, göller, akarsular, göletler ve barajlar gibi sulak alanlar çok önemli ekosistemleri barındırırlar. Sulak alanlar karbondioksit ve su döngüsündeki önemi nedeniyle içinde yaşayan su ürünleri ve çevresindeki bazı canlı gruplarının tüm yaşamını etkileyen önemli alanlardandır. Sucul ekosistemin güçlü savunma mekanizmaları olmasına rağmen yapısı gereği kırılgandır (Findlay ve Sinsabaugh, 2003). Teknolojinin gelişmesi endüstriyel, tarımsal, evsel faaliyetlerin baskısı ve nüfus artışının meydana getirdiği düzensiz kentleşme kirlilik oluşturmakta ve önemli ekosistemlere zarar vermektedir. Bu kirletici faktörlerden en çok etkilenen ekosistemler arasında göller gelmektedir. Göller, durgun su grubuna aittir ve durgun suların kendini yenilemeleri akarsulara ve deniz ortamlarına göre daha zor olmaktadır (Yıldız, 2000). Göl ekosistemini tehdit eden kirletici unsurların başında ötrofikasyon gelmektedir. Ötrofikasyon, yüzeysel suların, kayaların aşınması, bitki polenleri gibi nedenlerle oluşan ve insan aktiviteleri sonucunda, tarımsal, evsel kanalizasyon atık suları ve endüstriyel atık sularının göl ortamına ulaşması sonucunda su ortamında besin artarak aşırı miktarda organik maddelerin üreme çoğalma sürecidir (Egemen, 2011). Ötrofikasyon; sucul sisteme deterjanlar, gübreler veya kanalizasyon yoluyla özellikle fosfat gibi yapay veya doğal besleyici elementlerin eklenmesine ekosistemin tepkisidir (Findlay ve Sinsabaugh, 2003). Sucul ortama bırakılan atık sularda bulunan kimyasal maddeler ve organik bileşikler bırakıldıkları su ortamında çözünmüş halde olan oksijen miktarını azaltarak sudaki oksijenin tükenmesine aynı zamanda sucul hayvanların ölümüne sebep olmaktadır (Yılmaz, 2005).

Araştırma alanımız olan Sarıkum Gölü, çevresinde barındırdığı çeşitli hayvan ve bitki türleri ve farklı canlıların aynı ortamda yaşamasına olanak sağlaması, farklı kuş grupları için hem beslenme hem konaklama imkan sağlamasından dolayı “Uluslararası Sulak Alan” kriterlerine sahip olan sulak alan ekosistemidir. Bu sulak alan küçük derelerle beslenen ve su seviyesi yükseldiğinde küçük bir kanalla denize boşalan hafif tuzlu (% 3-4) sığ bir göl olan Sarıkum Gölü ‘ne sahiptir. Sarıkum Gölü ve çevresi; deniz, kıyı, kumul, göl ve ormanın birbirine yakın mesafeler içinde bir arada bulunmasından dolayı 1987 yılında Orman Bakanlığı tarafından “Tabiatı Koruma Alanı” olarak ilân edilmiştir. Günümüzde sulak alanların ekolojik açıdan önemi ve sağlıklı bir hayat için gerekliliğinin anlaşılması üzerine, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de, bu konuda yapılan araştırma ve yayınların sayısı hızla artmaya başlamıştır (Yılmaz, 2005). Su kaynaklarının korunmasında yapılan çalışmaların daha geniş alanlara yayılması ve artırılması gerektiği ve bu konuyla ilgili olarak çalışmaların

artırılması önemini ortaya koymaktadır. Çeşitli faktörlerin etkisi altında olan göllerde meydana gelen kirliliğin derecesini ve ötrofikasyonu belirleyen, su kaynağına uygun olan parametrelerin seçimi oldukça önemlidir. Sarıkum Gölü korunan bir alan olmasına rağmen canlı kompozisyonu bakımından çok fazla inceleme yapılmamıştır. Sarıkum Gölü çevresinde yapılan önemli araştırmalardan birisi; gölde bulunan yüksek su bitkileri, sucul ekosistem ve gölde bulunan planktonik organizmaların tespit edildiği (Öztürk, 1994) çalışmadır. Bununla birlikte diğer bir araştırma, göl çevresinde sürekli olarak bulunan ve göl ekosisteminin oluşmasında büyük önem taşıyan göçmen kuşların tespit edildiği çalışmadır (Ertan ve ark., 1989). Byfield (1994) Sarıkum kumullarındaki florayı araştırmış, Ozaner (1998) ise bölgenin kumul alanları ve jeomorfolojisi hakkında çalışmalar yapmıştır. Sarıkum Gölü ve çevre su birikintilerinde bulunan makrobentik fauna üzerine araştırma Akbulut (1996) tarafından yapılmıştır.

Türkiye'deki mevcut sulak alanlardan biri olan Sarıkum Gölündeki su kirliliği ve ötrofikasyon ile ilgili olarak günümüze kadar yapılmış ayrıntılı bir çalışma yoktur. Sarıkum Gölü ve çevresindeki yerleşim yerlerinin atık sularının derelere ve oradan da göle bağlandığı bilinmektedir. Sarıkum Gölü Sulak Alanı ve çevresindeki derelerden, göle besiy taşıyan kaynakların daha önce araştırılmadığı, göle nasıl bir etkisi olduğu bilinmediğinden bu derelerin su kalitesi, kirlilik durumu, göle ne ölçüde kirlilik taşıdığı araştırma konusunu oluşturmaktadır. Tez konusu bu önemli alanda yapılacak kapsamlı çalışma olduğundan alanında bir ilk olma özelliğine sahiptir. Bu çalışmada 2016-2017 yılları arasında Sarıkum Gölünde belirlenen istasyonlardan ve gölü besleyen derelerden alınan su numunelerinde fiziksel ve kimyasal parametre değerlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Arazi ve laboratuvar ortamında yapılan analizlerde; pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, iletkenlik, tuzluluk, nitrit, nitrat, amonyum, silisyum, fosfat, klorofil-a, askıda katı madde, organik madde ve evsel atıklardan gelen anyonik deterjan miktarları saptanmıştır. Sarıkum Gölünün su kalitesinin belirlenmesi için analizlerin mevsimsel olarak yapılması ve değerlendirme yöntemleri kullanılarak parametrelerin birbirleriyle ilişkilerinin ve kirlilik durumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Mevzuatta yer alan değerlerle elde edilen veriler karşılaştırılarak göl suyunun kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Araştırma Bölgesinin Genel Özellikleri

Sarıkum Gölü Orta Karadeniz Bölgesinde Sinop Yarımadası'nın batı sahilinde (42° 00' 00" – 42° 02' 42" K ve 34° 54' 46" - 34° 58' 22" D) bulunmaktadır. Sinop-Ayancık karayolunun 21 km batısında, deniz seviyesindeki bir vadinin içinde yer almaktadır. Kumul, göl ve orman alanlarından oluşan 102 hektar alanı ile göl yüzeyi, 82 hektar alanı bataklık olmak üzere yaklaşık 184 hektarlık alana sahip kompleks bir ekosistemdir (Yılmaz, 2005).

Sarıkum Gölü, eskiden var olan bir koyun kıyı kordonunun kapanması sonucu oluşmuş, lagün gölüdür. Sarıkum Gölü'nün ötrofik bir göl özelliği gösterdiği bilinmektedir. Göle Keçi Deresi ve Sarıkum Deresi ile birkaç dere ile bağlantı sağlanmaktadır. Doğal açıdan en önemli özelliği kaynak suları ve derelerle beslenmesi, su seviyesi yükseldiğinde fazla sularını küçük bir kanal yoluyla kuzeyindeki Karadeniz'e boşaltmasıdır. Gölün sonunda deniz ile bağlantı sağlayan bu kanal gölün hafif tuzlu sığ bir göl olmasında etkilidir, ayrıca denizden ve gölden gelen kumlarla ara ara kapanmaktadır. Gölün ortalama derinliğinin 100-160 cm olduğu ve göl tabanının kalınlığının 25-30 cm arasında mil ile kaplı olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1989; Yılmaz, 2005).

Göl kanal yoluyla denize bağlandığından dolayı hem tatlı su hem de tuzlu su balıklarını ve canlılarını barındırmaktadır. Sahanın alanı 785 ha olup, bu alanın büyük bir kısmı su yüzeylerinden oluşmaktadır. Kumul topografyası, henüz bozulmamış doğal kıyıları, su basar dişbudak ormanı, zengin bitki örtüsü, çok sayıda kuş ve balık türleri ile önemli bir ekosisteme sahiptir. Göl içinde barındırdığı hayvan ve bitki türleri, farklı canlılara yaşama ortamı sağlaması ve göç yolları üzerinde bulunması, kalabalık kuş gruplarına beslenme ve konaklama imkânı sağlaması gibi özellikleri ile "Uluslararası Sulak Alan" kriterlerine sahip bir sulak alan ekosistemidir. Gölde pek çok göçmen kuş türü barınmakla birlikte, ilkbaharda güneyden kuzeye göçen kuşların son mola noktası, kışın ise kuzeyden güneye göçen kuşlar için ilk mola noktası olması nedeni ile göl ve çevresindeki 785 hektar arazi, 1987'de "Tabiatı Koruma Alanı" olarak ilan edilmiştir. Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı olarak Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi" (RAMSAR Sözleşmesi) uyarınca koruma altına alınmıştır (ÇŞİM, 2012).

2.2. Göller

Göller, hem karalar üzerinde bulunan tatlı veya tuzlu su kütleleri olarak hemde kapalı havzaları dolduran büyük durgun su kütlesi olarak da tanımlayabiliriz. Göller, yer yüzeyindeki tüm tatlı su kaynaklarının % 87'sini oluştururken, ana kara üzerindeki kapladığı alan ise % 2'dir. Göller yeraltı ve yerüstü suları ile beslenmekte ve acı, tatlı, tuzlu ve sodalı gibi çeşitli özelliklerde olabilmektedirler. Bunun nedeni; gölü besleyen kaynaklar, gölün bulunduğu arazinin yapısı, göl büyüklüğü, göl derinliği, göl ayağı ve iklim koşulları gibi etkenlerdir (Berkün ve ark., 2008; Er, 2016).

2.2.1. Göllerin Sınıflandırılması

“Trophy” kelimesi bir göle organik maddelerin gelmesini ve buna bağlı olarak değişen ekolojik durumu açıklar. Limnoloji ilminde, göller biyolojik üretkenliklerine göre sınıflara ayrılmışlardır (Çıplakoğlu, 2006).

Bu yüzden 5 tip göl ayrımı yapılmıştır.

- a) Oligotrofik (az besinli)
- b) Mezotrofik (normal, orta besinli)
- c) Ötrofik (iyi besinli)
- d) Distrofik (kötü besinli)
- e) Miksotrofik (dystrofik fakat üretici)

a) Oligotrofik Göller: Jeolojik olarak genç olan göllerdir. Genellikle derindirler. Suları temiz ve üretimleri de az miktardadır. Çözünmüş besin maddesi konsantrasyonu düşüktür. Fitoplanktonun üretimi düşük olup $7-75 \text{ gr C/m}^2$ -yıl ve günlük üretimi büyüme mevsiminde $0.03-0.1 \text{ gr C/m}^2$ - gün'dür. Türlerin çeşitliliği çok değişik ve fazladır. Su mavi renktedir ve ışık geçirgenliği fazladır. Alg patlaması yüzeyde görülmez, verimlilik düşüktür. C (Karbon), P (Fosfor) ve N (Azot) bakımından fakirdirler. Elektrolitler az olup, askıda veya göl tabanındaki organik maddeler azdır. Hipolimnion tabakası oldukça geniş ve soğuktur. Oksijen bütün mevsimlerde ve derinliklerde çok miktarda bulunur. Hipolimnion tabakasında ise oksijen tüketim hızı azdır (Özecik, 2006).

b) Mezotrofik (Normal, orta besinli): Oligotrofik ve Ötrofik göl tipi arasındaki gölleri oluştururlar. Bu tip göllerde su bitkileri yavaş yavaş görünmeye başlar. Suyun rengi yeşilimsi olur ve bu alanlarda orta derecede balık üretimi olur (Özecik, 2006).

c) Ötrofik (İyi besinli): Bu tip göller genellikle sığdırlar. Bitki temel besin maddeleri ve organik madde bakımından zengindirler. Çözünmüş besin maddesi konsantrasyonu yüksektir (Özcek, 2006).

d) Distrofik (kötü besinli): Bu şekil göller genellikle yumuşak zeminli yağışlı yerlerde ve eskimiş dağlarda görülür. Su rengi kahverengidir. Üretim ve tüketim dengeli değildir. Fosfor, azot ve organik maddeler bakımından zengin olmalarına rağmen humik maddelerin fazlalığı dolayısıyla birçok organizmaların büyümeleri sınırlıdır. Alg patlamaları çok sık görülmez. Derin sularda oksijen bulunmayabilir. Bu tip göller genellikle sığlaşır ve sonunda bataklığa dönüşür, daha sonra bitki ve orman örtüsü ile kaplanır (Özcek, 2006).

e) Miksotrofik (dystrofik fakat üretici): Bazı göller humik maddeler bakımından zengindirler, fakat buna rağmen üreticidirler. Bu tip göllere miksotrofik göller denir. Besin maddeleri ve askıda organik maddeler bakımından çok zengin göllerdir (Özcek, 2006). Ilıman zonda yer alan ve derinliği genel olarak 15 m den daha fazla olan göller iki ana tabakaya ayrılır. Güneşli havalarda suyun üst tabakası sıcak ve ışık nüfuzu nedeni ile aydınlıktır. Alt tabaka daha soğuk ve karanlıktır. Bu iki tabaka farklı yoğunlukları ile birbirinden ayrılır. Bu tabakalar arasında sınırlı bir kaynaşma söz konusudur. Üst tabakaya 'Epilimnion', ara tabakaya 'Termoklin', alt tabakaya ise, 'Hipolimnion' adı verilir (Özcek, 2006).

2.2.2. Göllerde Termal Tabakalaşma

Bazı göllerde mevsimsel sıcaklık değişimlerine bağlı olarak tabakalaşma meydana gelir.

İlkbahar Sirkülasyonu veya Karışımı: Kış mevsiminin sonunda bir gölün yüzeyindeki buzlar çözülürken buz tabakasının altındaki su sıcaklığı 1°C ile 2°C arasında değişir. Dibe doğru inildikçe su sıcaklığı +4°C' ye ulaşır. Çünkü +4°C' de suyun yoğunluğu maksimumdur. İlkbaharda hava sıcaklığının artması ile yüzey suyunun sıcaklığı yükselir, +4°C' ye ulaştığında ise yüzey suyu ağırlaşarak aşağıya doğru batmaya başlar. Altındaki biraz daha soğuk (2°C - 3°C) ve hafif olan su yüzeye çıkar. Bu karışımın gerçekleşmesine ilkbahar rüzgarları da yardımcı olmaktadır. Böylece tüm göl suyu sıcaklığı yüzeyden dibe kadar aynı sıcaklığa ulaşınca kadar devam eder ve bu olaya ilkbahar karışımı denir (Tanyolaç, 2000).

İlkbaharda hava sıcaklığının artması ile yüzey suyunun sıcaklığı yükselir. $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye, yani maksimum yoğunluktaki sıcaklığa, ulaşan yüzey suyu ağırlaşarak biraz daha soğuk ve hafif su üzerinden aşağıya doğru batmaya başlar. Ağırlaşan yüzey suyunun aşağı batmasıyla alttaki biraz daha soğuk ve hafif su ($+2^{\circ}\text{C}$, 3°C) yüzeye çıkar. Bu su tabakası da bir süre sonra ısınarak tekrar $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşır ve aşağıya batarken biraz daha alttaki soğuk su yüzeye çıkar. Böylece tüm göl sıcaklığı yüzeyden dibe kadar aynı sıcaklığa ulaşınca kadar devam eden bu olaya ilkbahar sirkülasyonu adı verilir (Tanyolaç, 2000).

Yaz Stagnasyonu veya Durgunluğu: Yaz aylarında güneş ışınlarının dik gelmeye başlamasıyla artan hava sıcaklığı nedeniyle gölün yüzey suları daha çabuk ısınır. Bir süre sonra 20°C ' ye ulaşan yüzey suyunun yoğunluğu azaldığı için hafifler, batmaz ve altındaki su ile karışamaz. Bu nedenle yüzey suyu ile alttaki su arasındaki sıcaklık farkı 15°C ' den fazla olabilir. Bu durumda yüzey suyu sadece rüzgarla sirkülasyon yapar. Böylece göllerde kısa bir süre sonra termal tabakalaşma meydana gelir ve üç farklı tabaka görülür. Bunlar sıcak sulardan oluşan epilimniyon denilen üst tabaka, ılıman sulardan oluşan metalimniyon veya termoklin denilen orta tabaka ve soğuk sulardan oluşan hipolimniyon denilen alt tabakadır. Bu tabakalaşmanın sebebi su sıcaklığının azalmasıyla su yoğunluğunun artmasıdır. Yazın göllerde bu tabakalaşma meydana geldikten sonra göl yaz boyunca durgunluk periyoduna girer (Tanyolaç, 2000; Özakkoyunlu, 2007).

Sonbahar Sirkülasyonu veya Karışımı: Yaz sonunda hava sıcaklığının azalmasıyla yüzey sularının sıcaklığı azalır, dip suyu ile yüzey suyu arasındaki sıcaklık farkı azalır. Rüzgarın etki etmesiyle de yüzey ve dip suları karışarak sıcaklık ve kimyasal bakımdan homojen sular meydana gelir. Bu olaya sonbahar karışımı denir (Cirik ve Cirik, 1991).

Kış Stagnasyonu veya Durgunluğu: Kış başında hava sıcaklığı azalırken yüzey suları soğuyarak $+4^{\circ}\text{C}$ ' ye ulaşır ve yoğunluğu arttığı için dibe doğru çöker. Bu şekilde gölün suyu tamamının sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$ ' ye ulaştıktan sonra yüzey kısmının daha da soğumasıyla su sıcaklığı 0°C ' ye düşerek buz tabakası oluşumu görülür. Sulardaki bu hareketsizliğe kış durgunluğu denir (Tanyolaç, 2000; Özakkoyunlu, 2007).

2.3. Göllerin Kirlenmesi; Ötrofikasyon

Ötrofikasyon "Suların besleyici elementlerce zenginleşmeleri sonucu artan alg ve makrofit üremesi, balık avlama alanlarının, su kalitesinin nitelikçe bozulmasına kadar varan bir dizi semptomatik değişim ve su kullanımı ile uyum olmayan diğer başka etkilerinin ortaya çıkması" olarak tanımlanmaktadır (Egemen, 2011).

Ötrofikasyon, dışsal besin (nütrient) girdileri yoluyla tüm dünya üzerindeki tatlı ve kıyusal suların problemidir. Su yüzeyinde ötrofikasyon, son 30-40 yıldır yaygın bir çevre problemi olmuştur. Evsel, endüstriyel atıklar yoluyla ve yoğun gübre kullanılan tarım arazilerinden süzülen sularla taşınan aşırı besin tuzları (inorganik azot ve fosfor bileşikleri), dünya genelinde nehirlerde, göllerde ve kıyı sularında “ötrofikasyon” diye adlandırılan su kalitesi bozulmasına neden olmaktadır (Beklioglu, 2000).

Ötrofikasyonun nedenleri ve etkileri oldukça komplekstir. Farklı sucul sistemlerde ötrofikasyonun nedenleri az da olsa farklılık gösterir. Herhangi bir sucul sistemin davranışları hem mevsimsel hem de yıllık olarak gerçekleşen değişimlerdir. Bu değişimler alıcı su ortamında ve havzasında insan faaliyetlerinin etkilerinin değerlendirilmesini güçleştirir. İklimin kurak geçmesi yağışın az olması, sıcaklığın artması ile aşırı buharlaşma, göl suyunun bir kanalla sulamada kullanılması ve dipten boşalarak su kaybetmesi gibi etmenler ötrofikasyonu hızlandırmaktadır (Tanyolaç, 1993; OECD, 1982).

Günümüzde çevre kirliliği problemlerinin artması ve her geçen gün su kaynaklarımızın kirliliğin tehdidi altında olması, bu kaynakların korunmasına yönelik bilimsel çalışmaların ve yeni teknolojilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle göllerde besi maddesi azot ve fosfor artışına bağlı olarak göl suyunun kalitesinin bozulmasına neden olan ötrofikasyon olayı, ciddi anlamda su kaynakları için tehdit kaynağıdır. Ötrofikasyon öncelikle doğal göller, rezervuarlar, küçük nehirler ve körfezler gibi su sirkülasyonunun çok az olduğu su kütlelerinde meydana gelir (Er, 2016).

Sulak alanların kirlenmesi doğanın dengesinin bozulmasına ve canlı yaşamı olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. İnsanlar tarafından atık maddelerin sucul ortama direkt veya dolaylı yollarla verilmesi sulak alanların kirliliğine yol açmaktadır. Bu durum su kalitesinin bozulmasına dolayısıyla canlı yaşamına, doğal kaynaklara zarar veren etkilerle sonuçlanmaktadır (ÇŞİM, 2017) .

2.3.1. Sarıkum Gölü’nde Kirlilik Etkenleri

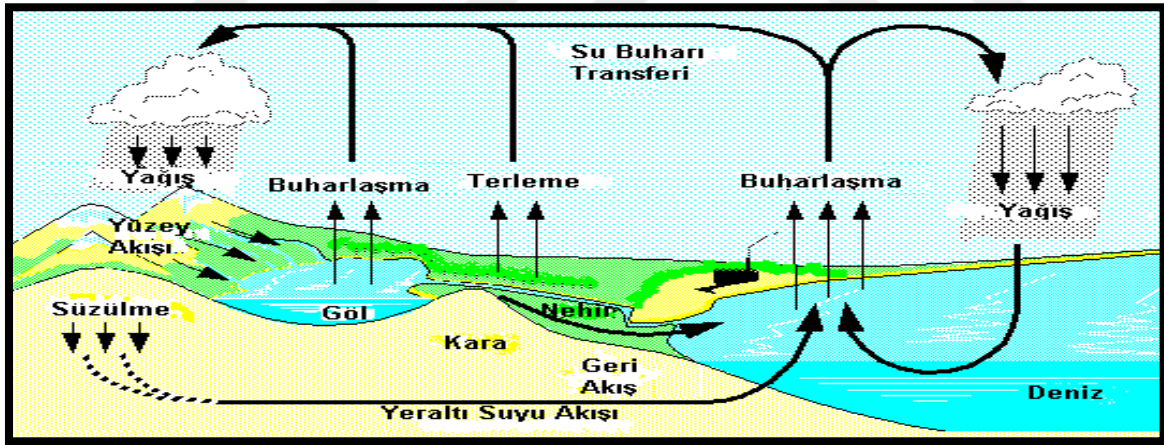
Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, su kaynaklarının kentsel, endüstriyel atıklar için bir araç olarak görülmesi, ekosistem açısından tehlikeli sonuçlar ortaya çıkarması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de üzerinde durulması gereken bir durumdur (Toroğlu, 2006). Sarıkum Gölü, başta kuşlar olmak üzere doğal hayat için çok önemli bir bölge olmasına rağmen deniz bağlantı kanalından ve göle akan küçük derelerden taşınan kirleticilerin tehdidi altındadır. Göl ve rezervuarlarındaki suların kirlenmesi, zaman içerisinde meydana gelen

fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların sonucuna göre değişmektedir. Göl ve çevresindeki dere ve deniz bağlantılı olan yerlerde kirlilik kaynağı oluşturabilecek başlıca etkenler;

1. Bir nehir veya derelerin vasıtasıyla kirlilik yaratacak maddelerin göle taşınması (tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıklar),
2. Atık suların göle deşarj edilmesi (gıda sanayi ürünleri olan balık unu-balık yağı fabrikalarının, tavuk yetiştirme tesislerinin, kıyılarındaki yerleşim yerlerinin evsel atık suları),
3. Yağmur suları tarafından kirliliğe neden olacak maddelerin çevreden getirilmesi,
4. Gölün içerisinde biriken maddelerin, kimyasal olaylarla değişime uğraması ve çeşitli maddelerin üretilmesi olarak sıralanabilir.

Göl içerisinde bulunduğu gibi ayrıca doğal ve suni bir şekilde göle giren organik maddeler; güneş ışığı, rüzgar, sıcaklık ve buharlaşma gibi çevresel etmenlerin etkisi altında kalırken oksidasyon, redüksiyon, kimyasal çökeltme ve ayrışma gibi olaylara da maruz kalırlar (Özakkoyunlu, 2007).

Kirleticiler de ki gibi su ortamına giriş şekilleri kaynakları, fiziksel-kimyasal maddelerine göre sınıflara ayrılmaktadırlar (Şekil 2.3.1.)



Şekil 2.3.1. Göl Ekolojisinin Şematik Gösterimi (Özakkoyunlu, 2007).

2.3.2. Sarıkum Gölü Kirletici Kaynakları

Su ortamlarında kirliliğe sebep olan kaynaklar noktasal kaynaklar ve noktasal olmayan kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılır. Noktasal kaynaklar; evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, katı atık depolama bölgelerinden ve hayvan çiftliklerinden gelen sızıntı ve drenajlar, madenlerden, petrol alanlarından ve kanalizasyonsuz endüstri alanlarından gelen yüzey akışları, yağmur suyu toplama sisteminden gelen akıntılardan oluşur (Başer, 2006).

Noktasal olmayan kaynaklar; tarım alanlarından gelen yüzey akıntıları, otlaklardan, havıyancılık alanlarından gelen yüzey akıntısı, başarısız septik sistemlerden gelen yüzey akıntıları ve yeraltı sızıntıları, terk edilmiş madenlerden gelen yüzey akıntıları, atmosferik boşalımlardır (Başer, 2006).

2.3.2.1. Noktasal Kaynak

Organizmaların bünyelerini yenilemek ve metabolizma faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan ve kimyasal maddelere “besi maddesi” denir. Alıcı ortama tek bir yerden deşarj edilen (Belediye ve sanayi deşarjları) kirleticilerdir. Noktasal kaynaklara örnek olarak; besi maddesi miktarının doğrudan ölçülebildiği, kontrol edilebilen kanalizasyon çıkışı ve endüstrinin atık suyunun bir noktadan nehre verilmesidir. Bunlar; azot, fosfor, karbon, hidrojen, oksijen, kükürt, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve eser elementlerdir (Özecik, 2006).

2.3.2.1.1. Evsel Kirlilik Kaynakları

Sarıkum gölü çevresinde arıtma tesisi bulunmamaktadır. Bu nedenle yerleşim yerlerinden gelen evsel atıksular herhangi bir arıtma işlemi yapılmadan direkt olarak alıcı ortamlara derelere göllere veya denize deşarj edilmektedir. Kirlenmeye neden olan bu etkenler sucul ortamda var olan dengenin bozulmasına ve değışmesine neden olmaktadır. Ortama bırakılan evsel atık sularda bulunan çok fazla miktardaki bakteriler, sucul ortamda koşulların kötüleşmesi nedeniyle hızlı bir şekilde yok olmaktadır. Besin üretiminin ve su ürünleri değıerlendirme maddelerinin azalması, besin maddelerinin başka canlılar tarafından tüketilmesi, sıcaklık ve pH değıişimleri gibi etkiler mikroorganizmaların yok olmasını etkileyen önemli unsurlardır (ÇŞİM, 2017).

2.3.2.1.2. Endüstriyel Kirlilik Kaynakları

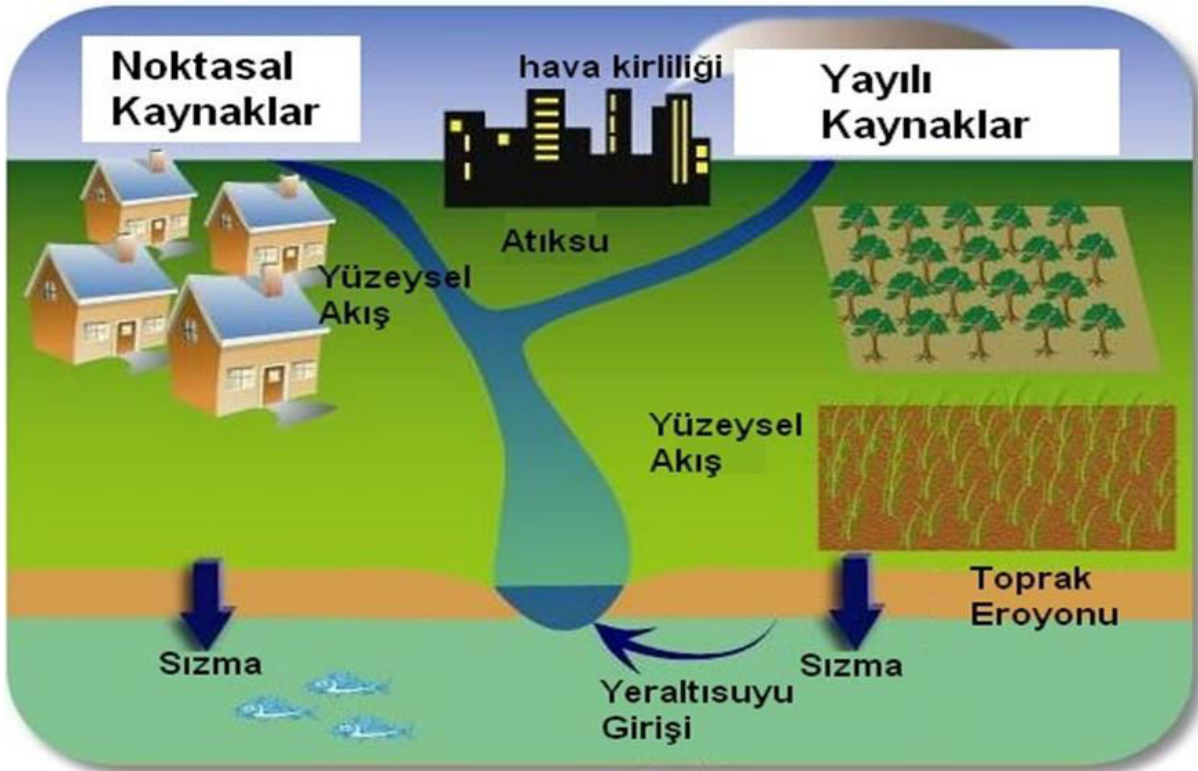
Sarıkum Gölü ve civarında çok yoğun bir endüstri faaliyeti bulunmamaktadır. Bölgede Balıkçılık, Balık ve Kemik Unu Üretim tesisleri, Tekstil Konfeksiyon Sanayi ve Nebati Ürünler, İplik ve Ambalaj gibi sanayi tesisleri bulunmaktadır. Gıda sanayi içinde yer alan su ürünleri işleme tesislerinin kış aylarında faaliyetlerinin yoğunlaşması ve üretimleri esnasında oluşan özellikle organik madde içerikli atıkların alıcı ortama direkt olarak verilmesi sonucunda su kirliliğine neden olmaktadır (ÇŞİM, 2017).

2.3.2.2. Noktasal Olmayan (Yayılı) Kaynak

Ortama yayılı olarak giren etki eden kirleticidir. Besi maddesi miktarının doğrudan ölçülemediği, kontrol edilmesi zor olan tarım alanı, yüzey suları gibi kaynaklardır. Bunlar: yağış suları, yıkama suları gibi yüzeysel akışı ile beraber taşınanlar; tarım arazilerinden ve orman alanlarından gelenler, atmosferden su ve toprağa taşınan kirleticiler, yerleşim alanlarından gelen kontrolsüz yağış suları, katı atık depo ve dökme sahalarından, maden sahalarından ve foseptiklerden yeraltı sularına karışan sızıntı suları, kirlenmiş nehir ve derelerin doğal ortama yayılımı olarak tanımlanır (Özecik, 2006).

2.3.2.2.1. Tarımsal Kirlilik Kaynakları

Sarıkum Gölü ve civarında yoğun olarak yapılan tarım faaliyeti bulunmamaktadır. Kirletici kaynakları ise daha çok suni gübre atıkları, zirai mücadele ilaçları ve hayvancılık faaliyetleridir. Kullanılan gübre cinsine, zirai mücadele ilaçlarına bağlı olarak tarım alanlarından kaynaklanan atıksuların kirletici özellikleri Şekil.2.3.2.2.1 de ki gibi değişmektedir. Atıksu ve bunlarla kirlenen yüzeysel suların derecelerinin tam olarak saptanabilmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizler yapılır (ÇŞİM, 2017).



Şekil 2.3.2.2.1. Atıksuyun Fiziksel, Kimyasal Kaynakları (Büyükgüngör, 2003)

2.3.3. Ötrofikasyonu Etkileyen Faktörler

Son yıllarda göl, durgun su, nehirve körfezlerde atık sularla, erozyonla, tarımsal topraklardan drenajla ve yağmur sularıyla gelen azot, fosfat gibi besleyeci elementlerin maksimum düzeye ulaşması sonucu aşırı alg çoğalmasını takiben ötrofikasyon sorunu ortaya çıkmaktadır. Su ortamlarının azot ve fosfor konsantrasyonu bakımından zenginleşmesi beraberinde pH, sıcaklık, ışık şiddeti, tuzluluk, alkalinite gibi faktörlerinde ötrofikasyonun gerçekleşmesini sağlayacak uygun şartlarda olması gerekir (Egemen, 2011).

2.3.3.1. Fiziksel Faktörler

2.3.3.1.1. Işık

Işık bir enerji çeşidi olup, değişik reaksiyonlar sonucu farklı enerji çeşitlerine dönüşebilir (Tanyolaç, 2000). Göllere güneşten gelen ışık enerjisi biyokimyasal reaksiyonlarla belli oranlarda kimyasal ve ısı enerjisine dönüşerek ekosistemin varlığını sürdürmesinde önemli rol oynar. Göllerde ışığın şiddeti ve dalga boyu fotosentez yapan organizmaların yayılışını sınırlarken, ışık süresi ise canlı yaşamındaki biyoritmlerde önemli rol oynar (Özakkoyunlu, 2007).

Bir su ortamının ışık geçirgenliği (light transparency) ışığın hangi derinliğe kadar nüfuz edebildiğini ifade eden bir kavramdır. Su en büyük ışık geçirgenliğine saf halde iken ulaşmaktadır. Saf sudan oluşan bir ortamda su yüzeyine gelen ışığın %50'si 17,75 metre derinliğe kadar ulaşmaktadır. Yine saf sudan oluşan bir ortamda 118 metre derinliğe ışığın ancak %1'i ulaşmaktadır. %1 ışık seviyesinde fotosentez hızı solunum hızına eşittir. Bu seviyeye ışık dengeleme seviyesi (light compensation level) adı verilmektedir. Bu seviyenin üstünde fotosentez hızı solunum hızından yüksek, altında ise düşüktür (Kahraman, 2003; Yetgin, 2009).

Ekosistemdeki üretim ve solunum arasındaki biyolojik denge, oksijen temini ve oksijen tüketimi arasındaki dengeye bağlıdır. Tabakalaşmış göllerin derin kısımlarında, yüzücü su bitkileri veya yoğun bir alg tabakası ile su yüzeyinin kaplandığı su yataklarında, gece saatlerinde veya yüzeyi buzla kaplı göllerde olduğu gibi ışığın olmadığı durumlarda sadece solunum söz konusudur. Bu durumda sadece oksijen tüketimi olacağından biyolojik denge bozulmaktadır (Yetgin, 2009).

2.3.3.1.2. Sıcaklık

Yeryüzünde hemen hemen bütün canlıların çeşitli aktiviteleri için gerekli olan enerji, fotosentez yoluyla direk veya indirek olarak güneş ışığından sağlanır. Sıcaklık tüm biyolojik faaliyetleri etkileyen bir parametredir. Suyun ısınma kaynaklarını genellikle güneş ışınları, atmosfer sıcaklığı, moleküler sürtünmeden kaynaklanan kinetik enerji ve herhangi bir su kitlesine katılan diğer su kaynakları oluşturur (Tanyolaç, 2000; Dişli, 2002). Su kütlelerinin ısınması üst tabakada tutulan uzun dalga boylu ışınların absorpsiyonu ile gerçekleşmektedir. Alt tabakaların ısınması ise karışımla (konveksiyonla) gerçekleşmektedir. Fotosentezin gerçekleşmesi için mutlak surette enerjiye ihtiyaç bulunmaktadır, bu enerji ise güneş ışığından sağlanmaktadır.

Göl sularının sıcaklığı genel olarak bazı etkilere göre değişmektedir bu etkiler; mevsimler, gölün coğrafik konumu, yüzey alanı, derinliği, içinde erimiş halde bulunan madensel tuzlar ve absorbe edilen güneş ışınlarıdır. Genel olarak suya giren ışık enerjisinin % 53' ü ilk metrelerde ısıya dönüşür. Uzun dalga boyundaki görünür bölge ışınları (kırmızı, turuncu) ilk metrelerde soğurulduğundan bu bölgedeki suyun ısınmasını da sağlar. Derinlere inen kısa dalga boylu ultraviyole ışınları böyle bir özelliğe sahip olmadığından derin suların ısınmasında bir etkileri yoktur (Tanyolaç, 2000).

Su ortamının tabanında bulunan organik maddelerin ayrışma hızı da sıcaklığa bağlı olup sıcaklıkla artmaktadır. Ayrışma sonucu ortaya çıkan gazlar sıcaklık arttıkça daha yüksek oranda yukarıya doğru yükselmektedir. Derin su yataklarında (özellikle göllerde) sıcaklık tabakalaşması (stratification) meydana gelmektedir. Çünkü derin kısımlarda su sıcaklığı daha düşük olup yoğunluklar daha fazladır. Üst kısımlarda ise sıcaklık arttığından yoğunluk azalmakta, bu da üst ve alt tabakalardaki suyun karışmasını önlemektedir. Ancak ilk ve sonbahar aylarında yüzeydeki su sıcaklığı 4°C civarına gelince tabana doğru hareket ederek karışımı sağlayabilmektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak bahar karışımlar esnasında besi maddeleri de gölün her tarafına yayılmakta ve özellikle ilkbahar aylarında alg patlamaları görülmektedir (Özakkoyunlu, 2007).

2.3.3.1.3. Turbidite (Bulanıklık)

Bulanıklık seston denilen suyun içindeki yüzen veya asılı duran toz, kil, silt, balçık gibi inorganik partiküller, çürümekte olan organik maddeler ve planktonik organizmalardan oluşmaktadır. Doğadaki sular hiçbir zaman tamamıyla saf olmayıp, içinde bulunan süspansiyon halindeki maddeler oranında berraklığını kaybederek bulanır. Bulanıklığa neden

olan maddeler ya abiyotik ya da biyotik maddeler olup göle dışarıdan gelir veya gölde oluşur. (Cirik ve Cirik, 1991;Tanyolaç, 2000).

Göllerin bulanıklığı genel olarak ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde artış gösterir. Bunun nedeni ilkbaharda suların ısınmasıyla plankton sayısının artması, yağmur ve kar sularının getirdiği materyallerin göllerde birikmesi, sonbaharda ise yine yağmur sularının ve rüzgarın etkisinin artmasıdır (Cirik ve Cirik, 1991).

Bulanıklık, ışık şiddetini ve ışığın su içindeki yayılışını azaltarak bitkilerin fotosentez olayını kısıtlar ve ortamın verimini düşürür. Ayrıca bulanıklığa sebep olan maddelerden bir kısmının dibe çökmesiyle beslenme ve üreme alanları örtülen organizmalar yaşamlarını devam ettiremezler (Kocataş, 1999). Diğer fiziksel özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

pH değerleri: Su ortamının jeolojik ve hidrolojik yapısındaki değişiklikler, asidik özelliğe sahip maddelerin girişi ve birincil üretimin yoğunluğuna bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Sucul canlılar için oldukça önemli olan kabondioksit atmosferde çok düşük yoğunlukta bulunduğu halde suda yüksek çözünürlüğü nedeniyle oldukça fazladır. Atmosferden difüzyonla geçmesinin yanında sedimentte bulunan organik maddelerin bakterilerce ayrıştırılması ile bitki ve hayvanların solunumu sonucu yan ürün olarak ya da göl veya nehre giren yer altı suları su ortamlarına kabondioksit kazandırır (Tanyolaç, 2000).

Rüzgâr: Su ortamının karışımını, dolayısıyla besin maddeleri ve oksijenin her tarafa yayılımını sağlamaktadır. Ayrıca atmosferle su yatağı arasındaki gaz transferine de yardım etmektedir.

Su yatağının geometrisi (şekli): Girinti çıkıntı arttıkça sahil uzamakta, bu da su yatağında daha fazla bentik bitki üremesine yol açmaktadır.

Coğrafi konum: Fotosentez için radyasyon alma ve sıcaklık açısından önemlidir.

Sızma: Besin maddelerinin su ortamından sızarak uzaklaşması bakımından önemlidir.

Buharlaşma: Buharlaşmanın fazla olması su yatağından su kaybını arttırmakta, bu da daha hızlı bataklık haline gelmesine yol açmaktadır.

Epilimnion/Hipolimnion Oranı: Bu oran derinlik veya hacim bazında belirlenebilir. Oran büyüdükçe su yatağının daha hızlı ötrofik hale gelme ihtimali artmaktadır.

Dipteki Sedimentin Fiziksel Özellikleri: Besin maddelerini veya çökelen diğer kirleticileri tutabilme özellikleri açısından önemlidir.

Kıyıların Şekli ve Morfolojik Yapısı: Kıyılarda girinti çıkıntının artması, sahillerdeki su derinliğinin nispeten sığ olması, kıyılarda köklü bitkilerin yetişebilmesi, kıyılardan daha fazla madde girmesi gibi etkenler, ilk üretim hızına tesir etmektedir. Eğer su yatağı dairesel şekilli ise orta kısımlara kirleticinin ulaşması daha geç olacaktır. Ayrıca su yatağı daha fazla güneşe maruz kalacaktır.

Türbülans: Türbülansı fazla olan su yataklarında besin maddeleri daha hızlı ve homojen olarak karışır. Durgun ortamlarda ise lokal alg patlamaları daha fazla görülür.

Debi: Su yatağına giren ve çıkan toplam su debisi fazlaysa ortam daha hızlı bir şekilde yenilenebilecek demektir. Debinin fazla olması suyun hidrolik bekletme süresini arttırır. Su sirkülasyonunun az olması kirleticilerin su yatağında daha uzun süre kalmasına yol açmaktadır. Kirleticinin birikmesi giren suyun kalitesine de bağlıdır.

Akıntıların Mekanik Özellikleri: Su ortamında sürüntü maddesi ile birlikte inorganik besin maddesi taşınması açısından önemlidir.

Taşma hacmi-Su yatağı hacmi oranı: Bu oran ne kadar büyükse kirleticiler su ortamında o kadar uzun süre kalacaklar demektir.

Derinlik: Tabakalaşmanın meydana gelmesi açısından önemlidir.

Tabakalaşma: Derinlik, yoğunluk ve/veya sıcaklık tabakalaşması olması halinde tabana çökelen maddeler ayrışırken oksijeni kullanarak ortamı anaerobik yapmaktadırlar.

Rakım: Düşük rakımlı bölgelerde nem fazla olduğundan suya nüfuz eden ışık miktarı azalmakta su yüzeyinde tutulan veya yansıyan ışık miktarı artmaktadır. Radyasyon miktarı da rakıma bağlıdır. Sıcaklık da rakımla ilgilidir (Kahraman, 2003).

2.3.3.2. Kimyasal Faktörler

2.3.3.2.1. Çözünmüş Oksijen

Canlılar kendileri için gerekli oksijeni çözünmüş elementel oksijenden sağlarlar. Oksijenin sudaki çözünürlüğü Henry Kanunu ile açıklanır. Bu kanuna göre oksijenin çözünürlüğü atmosferdeki oksijen gazının kısmi basıncı ile orantılıdır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklığın ve tuzluğun bir fonksiyonudur Özellikle alg faaliyetlerinin fazla olduğu sularda çözünmüş oksijen konsantrasyonu doygunluk değerinin üzerine çıkabileceği gibi alg patlamalarının hemen ardından kritik seviyelerin altına düşerek gün içerisinde oldukça fazla değişim gösterebilir. Atmosferik havalanma oksijenin atmosferden suya geçişi prosesidir ve atık asimilasyon kapasitesini kontrol eden önemli bir faktördür. Sudaki

çözünmüş oksijen konsantrasyonu doygunluk değerinin altına düşerse oksijen eksikliği atmosferik havalanma ile karşılanır (Kahraman, 2003).

Çözünmüş oksijen, çoğu aquatik organizmanın teneffüs metabolizması için gerekli bir ihtiyaçtır. Göllerdeki oksijen dağılımının dinamiği esas olarak atmosferden ve fotosentezden kazanılan oksijen ile kimyasal ve biyolojik oksidasyon proseslerinde kullanılan oksijen arasındaki denge ile sağlanır. Oksijen miktarı sadece organizmaların direk ihtiyacı olması açısından değil, birçok besin maddesinin elde edilebilirliği, çözünürlüğü ve dolayısıyla aquatik ekosistemin verimliliği açısından da önemlidir (Kahraman, 2003).

Oksijenin çözünürlülüğü, sıcaklığın ve tuz miktarının artmasıyla ve yüksek bölgelerdeki düşük atmosferik basınç nedeniyle azalmaktadır. Tabakalı göllerdeki oksijen konsantrasyonu, çözünürlük, hidrodinamik yapı, biyojenik girdiler ile kimyasal ve metabolik oksidasyon reaksiyonlarına bağlı olan kayıpların arasındaki etkileşimlerin sonucuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Üretimin olmadığı oligotrofik göllerde veya yaz aylarında katmanlaşma görülen minerallerce zengin asidik sularda, epilimnion tabakasındaki oksijen miktarı sıcaklığın artmasıyla bir azalma gösterir (Kahraman, 2003).

2.3.3.2.2. Azot ve Azot Bileşikleri

Azot canlıların en önemli bileşeni olan proteinlerin yapısına katıldığı için bütün ekosistemlerin temelidir. Doğal sularda azot; çözünmüş gaz halinde, çözünmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Bu azot şekillerinden sadece mineral halde olanlar sudaki ototrof canlılar tarafından besleyici element olarak kullanılır. Mineral azotun amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) olmak üzere üç formu bulunmaktadır (Özakkoyunlu, 2007).

Amonyum Azotu: Sudaki amonyum miktarı organik maddenin bozulması, organik gübre kullanımı, evsel ve endüstriyel kirlenme sonucunda ortaya çıkar. Deoksidasyon olayıyla nitratın nitrite, nitritin de amonyuma dönüşmesi sudaki amonyum miktarını artırıcı yönde etki yapar (Egemen ve Sunlu, 1996; Özakkoyunlu, 2007).

Amonyum bileşikleri genel olarak proteinlerin ve diğer organik maddelerin bozulmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu şekilde NH_4 formundaki azot, trofojenik bölge tarafından kolayca asimile edilebilir. Aerobik su kütlelerindeki NH_4N konsantrasyonları, ötrofik bölgede bitkiler tarafından kullanıma bağlı olarak genellikle düşüktür (Kahraman, 2003).

Nitrit Azotu: Nitrit amonyumun yükseltgenmesi ya da nitratin indirgenmesi ile oluşur. Nitrit temiz sularda ya hiç bulunmaz ya da eser miktarda bulunur. Ancak organik kirlenmenin olduğu, oksijen içeriğinin düşük olduğu yerler ile endüstriyel ve evsel atık su deşarjlarının olduğu yerlerde yüksek miktardadır. Yüksek miktarda nitrit varlığı suların kirlenmiş olduğunu gösterir (İmamoğlu, 2000).

Nitrit, nitrifikasyon ve denitrifikasyon olaylarının bir ara ürünüdür. Bu iki olayın yoğun olarak cereyan ettiği durumlarda metalimniondaki nitrit konsantrasyonu ancak litrede miligram seviyesine ulaşabilir (Kahraman, 2003).

Nitrat Azotu: Nitrat az kirlenmiş sulardaki inorganik azotun en genel bulunan formudur. Göllere yüzey akışları, yeraltı suyu ve yağışlar vasıtasıyla girmektedir. Atmosferdeki azotun kimyasal olarak endüstriyel ölçekte fikse edilmesinin mümkün olmasıyla birlikte, suni gübrelerin kullanılmaya başlanmasıyla doğal sulardaki azot miktarlarında önemli artışlar görünmeye başlanmıştır. Nitrat, yüksek çözünürlük ve düşük sorpsiyon kapasitesine sahip olduğundan dolayı, kolayca kök bölgesinin altına sızabilmekte ve bitki verimliliği açısından hiçbir etkisi kalmamaktadır. Fosforun aşırı derece sınırlı olduğu sularda, nitratin artan miktarları, algler tarafından besin kaynağı olarak sadece çok küçük miktarlarda kullanılmaktadır. Nitrat günümüzde suları kirleten birinci derecede kirlletici olmaktadır (Kahraman, 2003).

Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkiler yaparlar. Bunların başlıcaları, ötrofikasyon, gelmektedir. Azot çevriminin ana elemanları 19'uncu yüzyılın ikinci yarısında belirginliğe kavuşmuştur. Bu çevrimdeki en önemli aşamalar moleküler azotun bağlanması amonyaklaşma, nitrifikasyon ve denitrifikasyondur (Özakkoyunlu, 2007).

Amonyaklaşma Olayı: Gerek anaerobik gerekse de aerobik ortamlarda gerçekleştirilebilir. Her iki halde de büyük protein molekülleri proteolitik ekoenzimler yardımı ile önce polipeptitler ve sonra peptidazlar sayesinde aminoasitlere parçalanırlar. Bu parçalanma sırasında aminoasitler NH_2 gruplarını amonyağa veya başka bileşiklere kaybedebilirler. Anaerobik koşullarda protein moleküllerinin ancak bir kısmı amonyağa dönüşür.

Amonyaklaşma süreci içinde oluşan amonyum iyonları bir yandan bitki besin maddesi olarak tüketilirler. Öte yandan da oksijenli ve yeterli tampon kapasitesi olan ortamlarda belirli kemolitototrof organizmalar tarafından nitrit ve daha sonrada nitrata yükseltgenirler. Azot döngüsü sırasında bu nitrifikasyon reaksiyonları büyük önem taşır.

Nitrifikasyon: Hem ototrof hem de heterotrof bakteriler tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Nitrit oluşumu sırasında oksitlenen her amonyum iyonu için $2 H^+$ iyonu ortaya çıkar. Sucul sistemlerde bu, bikarbonat düzeyinin düşmesine ve dolayısıyla pH'nın azalmasına neden olur. Nitrifikasyon sadece çözünmüş oksijen varlığında gerçekleşebilmektedir.

Denitrifikasyon: Denitrifikasyon sırasında nitrat, nitrite ve daha sonra azotoksitler sayesinde moleküler azota indirgenir. Bu olaya nitrat solunumu da denmektedir. Ancak bu dönüşüm için belirli bir zaman gerekmektedir çünkü nitrat solunumunu gerçekleştirecek enzimlerin ancak oksijenin yok olması durumunda ortaya çıkması gerekmektedir. Aquatik ekosistemlerdeki azot dengesi açısından en önemli girdiler şunlardır:

- Yüzey ve yeraltı sularından gelen azot
- Serbest suda ve sedimentlerde atmosferik azotun mikrobiyal fiksasyonu
- Atmosferden yağ ve kuru bir şekilde su yüzeyine çökelen azot
- Göllerden dışarıya akış şeklindeki kayıplar
- Atmosferdeki azot gazının azalmasıyla mikrobiyolojik azot redüksiyonu
- Azot içeren partiküllerin çökmesi ve sedimentte fiksasyonu (Kahraman, 2003).

2.3.3.2.3. Silisyum

Silisyum diğer besleyici elementlerde olduğu gibi mevsimlere, derinliğe ve bölgelere bağlı değişimler gözlenir. Mevsimsel değişimler özellikle yüzey sularında dikkati çeker. Silis diğer besleyici elementler gibi canlıların esas yapısına girmez, ancak pek çok denizel formun iskeletlerini oluşturur. Karalardan drenaj yoluyla gelen silikat, hızlı biyolojik aktive ve nehirlerin taşıdığı yüksek miktartlı çözünmüş maddelerdir. Denizlere nehirlerden önemli miktarda silis taşınmaktadır Doğal sularda silis çözünmüş olarak silikat ve silisilik asit şeklinde veya süspansiyon olarak, kil mineralleri ve organik yapıya bağlı olarak bulunur. Sadece monomerik form bitkilerce alınabilir (Egemen, 2011)

2.3.3.2.4. Fosfat

Denizlerde ve akarsularda fosfat çözünmüş organik fosfat, çözünmüş fosfat ve partiküler fosfor bileşikleri halinde bulunur. Çözünmüş fosfata ortofosfat iyonları halinde rastlanır. Bütün bu fosfat çeşitleri toplam fosfat miktarını verir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Doğal sularda toplam fosfat yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmadığına ve sudaki organik

metabolizmaya bağlıdır. Ayrıca suda yaşayan canlıların ölmesi sonucu ayrıştırıcı canlılar tarafından gerçekleştirilen çürüme olaylarıyla, tarımsal arazilerde fosforlu gübre kullanılmasıyla, kanalizasyon suları ve endüstriyel atıkların sulara karışmasıyla sularda fosfor oranı giderek artar. Bu durum göllerde ve akıntının yavaş olduğu akarsularda ötrofikasyon olayına neden olur (Tanyolaç, 2000).

2.3.4. Sınırlayıcı Kavramı ve N/P Oranı

Ekolojide, ortamda yeterli miktarda bulunmadığı takdirde biyolojik gelişmeyi etkileyen ve sınırlayan maddeler sınırlayıcı element olarak nitelendirilmektedir. Ötrofikasyon sorunda sınırlayıcı elemen olarak ve fitoplankton oluşumunu sağlayan azot, fosfor, karbon ve silisyum elementlerinden herhangi biri olabilmektedir. Karbon, fitoplanktonlar için kolay elde edilebilmesi ve bol miktarlarda bulunması sebebiyle sınırlayıcı bir faktör olarak düşünülmemektedir. Silisyum elementi ise fitoplankton oluşumunda gerekli bir element olmakla birlikte diğer elementlere göre çok daha az kullanıldığından sınırlayıcı element (Çizelge 2.3.4.) olarak görülmemektedir. Bu durumda ötrofikasyon sürecini sınırlayıcı olarak azot (N) ve fosfor (P) elementleri olarak düşünülmelidir (Karpuzcu ve Koçali, 2007).

Çizelge 2.3.4. Sınırlayıcı Besi Maddesi Oranları (Muslu, 2001)

	Nütrient Kaynağı	N/P Oranı	Sınırlayıcı Nütrient
Nehirler	Noktasal Kaynakların Baskın Olması Durumu	<< 10 (fosfor giderimi yok) >> 10 (fosfor giderimi var)	Azot Fosfor
	Yayılı Kaynakların Baskın Olması Durumu	>> 10	Fosfor
	BüyükYayılı Kaynakların Baskın Olması Durumu	>> 10	Fosfor
Göller	Küçük Noktasal Kaynakların Baskın Olması Durumu	<< 10	Azot

2.3.4.1. N/P Oranı

Göller, besin maddelerinin zenginliğine göre tanımlanan N/P oranına sahiptir. N/P oranları tür bileşimini ve alg gelişimini kontrol edebildiği için önemlidir (Forsberg, 1998). Alg büyümesini sınırlayan elementin belirlenmesi sayesinde ötrofikasyon kontrolü sağlanabilir. Bu yüzden N/P oranı, ötrofikasyon çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Pek çok akuatik sistem, besi elementleri açısından sınırlıdır. Buralarda genellikle, azot ve fosfor temel sınırlayıcı faktörlerdir (Başer, 2006).

Sucul sisteme giriş yapan azot ve fosfordan hangisinin kontrol edilmesine karar verebilmek için azot ve fosforun birbirine göre miktarının, yani N/P oranının bilinmesi gerekir. Bitki biokütlesinin yüksek miktarını kontrol eden besi elementi, konsantrasyonu en küçük olan besi elementidir. Deniz suları azot kontrollüdür çünkü N/P oranı düşüktür. Nokta kaynaklardan gelen dağ akarsuları azot kontrollü olmaktadır. Noktasal olmayan besi maddesi kaynaklarından gelen nehirler ise fosfor kontrollü olmaktadır. Büyük göllere noktasal olmayan kaynaklardan giriş yapılmakta iken küçük göller ise önemli noktasal kaynaklardan kirlenirler ve azot kontrollüdürler (Muslu, 2001).

2.3.5. Ötrofikasyonun Ekolojik Açıdan Olumsuz Etkileri

- Su yataklarının ötrofik hale gelmesi ile bazı planktonik su bitkileri aşırı derecede çoğalmaktadır. Bunun sonucunda bazı türler aşırı derece artmakta, ekolojik denge bozulmakta ve besin zinciri yoluyla oluşan hayat zarar görmektedir.
- Ötrofik seviyenin artmasıyla balıkların beslendikleri organizmalar ve balık türleri azalmaktadır. Bu olumsuz etki ötrofikasyonun düşük seviyede olması durumunda görülür, ileri derece ötrofik hale gelmiş su yataklarında ise balık tür sayısı minimum seviyeye inmekte ve yaşam sona ermektedir.
- Su yataklarının tabanında taban çamurunun birikmesi sonucunda su ortamında canlılara olumsuz etki yapabilecek kirleticiler aşırı derecede çoğalmaktadır.
- Bakteri sayısı anormal derecede artmaktadır.
- Aşırı derecede çoğalan canlı organizmaların ayrışması sırasında su yataklarının alt tabakalarında aşırı oksijen tüketimi olmakta ve oksijensiz ortam oluşmaktadır.
- Özellikle sığ kesimlerde bitkiler, çamur oluşumunun hızlanması sonucu yok olmaktadır.
- Su yüzeyi canlılara zehirleyici etki yapan mavi yeşil alglerle kaplanmaktadır.
- Aşırı derecede çoğalmış alglerin dalgaları kırması sonucu su yatağının atmosferden

oksijen kazanımı azalmaktadır.

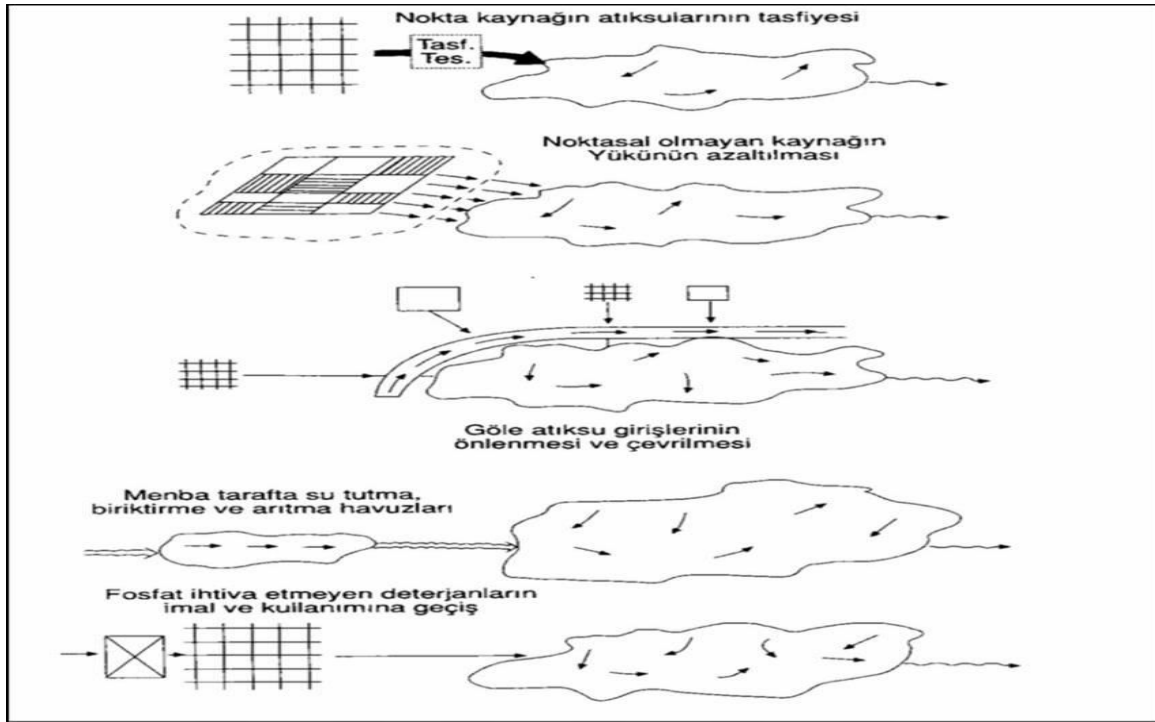
- Sivrisinek ve böcek üremesinde hızlanma meydana gelmektedir.
- Bazı türler kaybolmakta ve ekonomik değeri olmayan yeni türlerin ortaya çıkmaktadır (Hasas türlerin yok olması, daha dayanıklı ve ortamda zararlı etkiler yaratabilecek türlerin artması).
- Su yatağı dolmaya başlayarak derinliği azalmaktadır.
- Ötrofikasyonun artmaya başladığı su kaynaklarının, doğrudan kullanım imkanları azalır. Yukarıdaki kalite değişimlerine ilave olarak, tasfiye maliyetinin yüksek olması, tesislerin işleme güçlüğüünün artması, sulama tesislerinin tıkanması, balıkçılık, turistik ve dinlenme maksatları için su yatağının cazibesini kaybetmesi gibi arzu edilmeyen değişimler de sıralanabilir (Karpuzcu ve Koçali, 2007; Kurt, 2009).

2.3.6. Ötrofikasyona Karşı Alınması Gereken Önlemler

Hassas olan su kütlelerinde ötrofikasyon sürecini durdurmak veya tersine çevirmek amacıyla yapılan çeşitli metodlar bulunmaktadır. Ekolojik yönden uygun olan ve sonuç alınabilen kontrol metodları “Su kütlelerini korumaya yönelik önlemler” ve “Su kütlelerini iyileştirmeye yönelik önlemler” olmak üzere iki farklı yönden ele alınmaktadır (Adalı, 2014).

2.3.6.1. Korumaya Yönelik Olan Önlemler

- Besi maddeleri olan nutrientlerin su ortamına girişini kontrol altına almaya yönelik olan faaliyet korumaya yönelik önlemlerdir. Korumaya yönelik önlemler yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.
- Su kaynakları için gerçek ve uygun olan su kalite hedefleri belirlenmeli, istenilen hedef doğrultusunda olması gereken nutrient yükleri tespit edilmeli ve önceliklere göre hareket edilmelidir.
- Planlamada, konuya ilişkin ekonomik ve yasal yükümlülük sahiplerinin kimler olduğu saptanmalı, kararlar bu şekilde alınmalıdır.
- Havzanın gelecekteki proje nüfusu ve/veya endüstriyel gelişimi göz önüne alınmalıdır. Su kalitesi hedefi, suyun arzulanan kullanım amacı ve doğal trofik durumu göz önünde bulundurularak tespit edilmelidir.
- Alıcı ortama dış kaynaklardan gelebilecek nutrient yükü farklı yolla kontrol altına alınabilmektedir. Bunlar Şekil (2.3.6.1.) de gösterilmektedir (Karpuzcu ve Koçali, 2007; Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001; Adalı, 2014).



Şekil 2.3.6.1. Korumaya Yönelik Önlemler (Adalı, 2014)

Noktasal Kaynakların Kontrol Altına Alınması: Evsel atıksulardan veya endüstriyel atıksulardan kaynaklanan azot ve fosfor yükünün biyokimyasal yöntemlerle giderilerek alıcı ortamlara etkisinin azaltılmasına yönelik yapılan çalışmadır. Bu iki yöntem ile etkili bir şekilde yapılmaktadır ; “Kimyasal Arıtma ve Biyolojik Nütrient Giderimi (BNR)’dir. Farklı olarak membran filtrasyonu, ters osmoz gibi başka ileri arıtma teknikleri de kullanılabilir (Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001; HC, 2009; Adalı, 2014).

Yayılı kaynakların kontrol altına alınması: Tarımsal faaliyetler, yerleşim yerlerinden gelen nutrientlerin, orman alanlarından gelen nutrient yükünün, yer altı suyunun ve düzensiz katı atık depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı sularının kontrolü faaliyetleri yayılı kaynaklardan gelen nütrient yükünün kontrol edilmesi adımlarıdır. Burada ilk olarak yayılı olan kirletici kaynaklardan su ortamına ulaşan nütrient girişlerinin tespiti ve önlemlerin belirlenmesine dikkat edilmesi gerekmektedir (Adalı, 2014).

Nüfus artışı yanında besin ihtiyacını da artırmaktadır. Bu durum çiftçilerin daha fazla üretim yapmasına ve bitkilerin büyümesi için gerekli olan birçok gübre kullanmasına neden olmaktadır. Gübrede bulunan azot ve fosfor sulama yapılan tarımsal alanda su kaynaklarında kirlilik riskini arttırmaktadır. Hayvan atıklarının gerektiği gibi saklanamaması veya aşırı gübreleme de su kaynaklarında kirliliğe yol açmaktadır. Bu sebeplerle tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrol edilmesi gerekmektedir (Adalı, 2014).

Erozyon kontrolü, gübre kullanımından önce toprak testlerinin yapılması, kış gübresinin azaltılması ve tampon bölge uygulamaları gibi tedbirler de bulunmaktadır (Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001; HC, 2009 ; Adalı, 2014).

Akış yönünü değiştirme: Yayılı kaynakların kontrol altına alınamadığı durumlarda uygulanmaktadır. Bu yöntem ile nutrient girişinin, bir kollektör sisitemi kullanarak toplanması nutrient etkisinin az olacağı alıcı ortama yönlendirilmesidir. Bu şekilde nütrient yükü azaltılabilmektedir (Karpuzcu ve Koçali, 2007; Karakaya, 2002; Muslu, 2001).

Kirliliğin Kaynakta Kontrolü: Evsel atıklardan gelen deterjanlı sular, yiyecek ve içeceklerdeki katkı maddeler ve içme suyuna fosfor dozlanması, arıtma tesislerindeki fosfor yükünün başlıca sebeplerindendir. Deterjanlardaki fosfor miktarının azaltılması, fosfor içermeyen deterjanların kullanımının sağlanması gibi tedbirler alınarak fosfor yükünün kaynakta kontrolü yapılabilmektedir (Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001, Adalı, 2014).

2.3.6.2. İyileştirmeye Yönelik Olan Önlemler

Su kaynağında yapılan çalışmalar iyileştirmeye yönelik önlemlerdir. İyileştirmeye yönelik yapılan çalışmaların başarılı olabilmesi için dış kaynaklardan su ortamına gelen nutrient vb. maddelerin kontrol altına alınması gerekir. İyileştirme tekniğinin yanlış seçilmesi halinde su kaynağı daha da kötü bir hal alabilir. İyi bir sonuç elde edebilmek için seçilen tekniğin meydana getireceği problemlerin ve tekniğin uygulanmasını sınırlayıcı faktörleri iyi tanımlanması gerekmektedir, aksi takdirde harcanan çaba ve para boşa gidebilir (Karpuzcu ve Koçali, 2007, Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001, Adalı, 2014).

Hipolimnetik Havalandırma /Suyun Çekilmesi; Hipolimnion tabakasındaki besince zengin olan su kütlelerinin çekilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem ile göldeki mevcut nutrient konsantrasyonunun azaltılarak çözünmüş oksijen konsantrasyonunun yükseltilmesidir. Hipolimnion tabakasının, fosforun sedimentten su ortamına geçmesine olanak sağlayan anaerobik koşullar altında olduğu durumlarda bu bölgede yapılan çekme işlemi nutrient gideriminde oldukça iyi sonuçlar vermektedir (Adalı, 2014). Uygulama alanı daha az olan bir yöntemdir. Taşınan suların diğer alıcı ortamda su kalitesi problemi yaratacağı göz önünde bulundurulmalıdır (Karpuzcu ve Koçali, 2007).

Bir gölün hipolimnion bölgesinin havalandırılması, hipolimniondan su çekip, emilen suyu, yukarıda yeterli çözünmüş oksijeni bulunan havalı su ile karıştırarak çalışan aeratörler vasıtasıyla havalandırılmasının sağlanarak yapılan bir yöntemdir (Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001, Adalı, 2014) . Organik maddelerin ayrışmasına yardım eden bu yöntem aynı zamanda

alg yoğunluğunun azalmasını sağlamaktadır (Karpuzcu ve Koçali, 2007). Çok pahalıdır. Havzadan göle fosfor girdisi devam ettikçe işlemin sürekli yinelenmesi gerekmektedir ve uzun vadede kalıcı çözüm üretmemektedir (Beklioglu, 2000).

Kimyasal Madde İlavesi: Su ortamına ya nutrientleri çöktürmek ya da biyolojik olarak daha zor kullanılabilen formlara çevirebilmek amacıyla kimyasal maddeler (demir, kalsiyum ve alüminyum) katılmaktadır. En fazla fosforun su ortamında oluşan alüminyum tuzları ile birlikte çökmesi sebebiyle alüminyum (alüminyum sülfat, sodium alüminat) kullanılmaktadır. Ayrıca, yeterli miktarda alüminyum suya ilave edilmesi durumunda; oluşacak olan alüminyum hidroksitlerin dip çamuru üzerinde 2.5-5 cm kalınlığında bir tabaka oluşturularak sedimentte tutulmuş olan fosforun su ortamına "içsel yükleme" olarak geçişi azaltılabilmektedir.

Yüksek dozlarda alüminyum kullanılması yöntemin en önemli dezavantajlarından birisi dir. Bunun sonucunda göllerde pH düşmesi ve su ortamında çözünmüş alüminyum konsantrasyonunun artarak balıkları ve diğer canlıları zehirlemesidir (Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001, Adalı, 2014). Bu yöntemin diğer bir dezavantajı tekrarlanma gereksinimi ve çok büyük göller için ekonomik olmamasıdır (Karpuzcu ve Koçali, 2007). Kısa sürede iyileşme veren ancak uzun vadede kalıcı çözüm üretmeyen bir yöntemdir (Beklioglu, 2000).

Göl Tabanının Kaplanması ve Dip Tarama: Bu metot, sediment ve su ara yüzeyinin bir bariyerle örtülmesi sonucunda nutrient geçişlerinin engellendiği sedimentin su ortamına olan etkisinin azaltılmasını sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Bu bariyerin uygulanması için gölün kış mevsiminde donması gerekmektedir. Donan göl yüzeyine bariyer görevini görecek olan delikli plastik yerleştirilir ve buzlar eridiği zaman bu bariyer tabakası su dibine batarak gölün dibini kaplamaktadır. Kullanılan bir diğer metot ise sedimentin üzerinin nutrient açısından hiçbir değeri olmayan mineral toprakla örtülmesidir. Kil, zeolit, metal oksitler gibi maddeler kaplamada sıkça kullanılmakta ve iyi sonuçlar elde edilmektedir. Bu metodun etki süresi doğrudan göl ortamına gelen nutrient girişine bağlıdır (Karakaya ve ark., 2002; Muslu, 2001, Adalı, 2014).

Dip taramada, sedimentin üzerinde bulunan besi maddesince zengin bölge taranarak mekanik bir şekilde gölden uzaklaştırılarak yapılmaktadır. Yaygın olarak kullanılmaktadır. Pahalı bir yöntem olması ve dip balıklarına zarar verebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Beklioglu, 2000).

Biyomanipülasyon: Bir ekosistemdeki biyolojik toplulukların veya bozulan besin ağı ilişkilerinin ayarlanması işlemine Biyomanipülasyon denmektedir. Aşırı azot ve fosfor yüklemesi sonucu çoğalan otçul balıklar ekosistemde hayvansal-planktonu azaltarak, suya yeşil renk veren bitkisel-planktonun artmasına neden olmakta ve bu balıklar dip çamurundan beslendikleri için çamuru hareketlendirerek suyu bulandırmaktadır. Bu durum ışık geçirgenliğini azaltmaya neden olmaktadır ve azalan ışık geçirgenliği sonucunda sualtı bitkileri de yok olmaktadır. Biyomanipülasyon iki yolla yapılmaktadır:

Otçul Balık Çıkartılması: Burada amaç Sazan ve Kadife gibi balıkların gölden çıkartılarak biyokütlelerini azaltmak, göl içindeki ışık geçirgenliğini ve sualtı bitki yayılımını yeniden arttırmaktır. Bu balıkların biyokütellerinin %75'inin çıkarılması ve göl suyundaki fosforun 100 µg/l düzeylerine indirilmesiyle kalıcı iyileşme sağlanmaktadır.

Etçil Balık Eklenmesi: Ekosistemde azalan etçil balık (Turna, Tatlisu Levreği) stoğunun arttırılması hedeflenmekte göl, etçil balıkla stoklanmakta ve bu balıklar da otçul balıkları denetleyerek bitkisel plankton üremesi kontrol altına alınmaktadır. Böylece su ışık geçirgenliği arttırılmaktadır. Bu iki yöntem birbirlerine alternatif değil birlikte uygulanmalıdır çünkü biyomanipülasyonun başarısı su kütlelerine ulaşan azot-fosfor kontrolü ile doğrudan ilgilidir (Beklioglu, 2000).

2.3.7. Sarıkum Gölünde Ötrofikasyon Kontrol Yöntemleri

Ötrofikasyon kontrol yöntemlerinin amacı; sucul ekosistemin hedeflenen su kalitesi standardının yakalanmasını sağlamak ya da sucul ekosistemi daha önceki kararlı şartlarına döndürmektir. Sucul ekosistemler oligotrofik ve ötrofik durumlar arasında geçiş yapabilir. Ancak bu geçişler oldukça zordur ve ekosistemlerin bu düzensizliğe cevabı komplekslerdir. Sistem üzerinde yapılacak değişimler (nutrient yükünü arttırmak ya da azaltmak gibi) sistemi daha hassas bir konuma getirebilir. Yapılacak işlemlerin büyük bir titizlikle seçilmesi ve uygulanması gerekmektedir (Başer, 2006).

Sarıkum Gölü önemli bir sulak alanıdır ve tarımsal, evsel kaynaklı atıkların sebep olduğu kirlilik tehdidi altındadır. Göl çevresindeki yerleşim yerlerinden atılmadan direkt olarak atılan evsel atıklarla birlikte, tarımsal atıklar gölde aşırı beslenmeyi (ötrofikasyon) hızlandırmakta, bu durum çözünmüş oksijen miktarını azaltarak göldeki doğal yapıyı kötü yönde etkilemektedir. Sarıkum Gölü'nde su kalitesinin iyileştirilmesi için yapılması gerekenler aşağıda sıralanmaktadır.

Evsel Atıksuların Arıtılması: Göle etki eden kirlilik kaynaklarından birisi kentsel atıksu deşarjlarıdır. Göl civarında yer alan yerleşim yerlerinden göle doğrudan deşarj yapılmaktadır. Ayrıca gölü besleyen derelerin de geçtiği yerleşimlerden kirliliğe maruz kaldığı bilinmektedir. Öncelikle yerleşimler ve köylerden kaynaklanan evsel atıksuların arıtılmadan göle verilmesi gerekmektedir.

Tarımsal Kirliliğin Önlenmesi: Göl çevresinde yer alan yerleşim yerleri ile gölü besleyen derelerden ve denizden gelen kanal aracılığıyla yapılan tarımsal faaliyetler gölün su seviyesini azaltırken, kullanılan gübre ve pestisitler ile gölün sediment yükünün yanı sıra kirlilik miktarına da katkı yaparak ötrofikasyona sebep olmaktadır. Gölde oluşan bu faktörleri en aza indirmek için öncelikle göl etrafında yer alan köylerde, ardından gölü besleyen derelerin etkilendiği yerleşim yerlerinde Tarımsal Kirlilik Yönetimi çalışmaları gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

2.3.8. Ulusal ve Uluslararası Mevzuat

Su sıkıntısının yaşanması, su kirliliğinin günümüzde giderek önemli boyutlara ulaşması; ülkeleri bu konuda önlemler almaya zorlamaktadır. Bu durum bu alanda pek fazla mevzuatın oluşmasına neden olmaktadır. Bu konudaki ulusal ve uluslararası mevzuat ile ilgili bilgiler özet olarak verilmiştir.

2.3.8.1. Uluslararası Mevzuat

Nüfus yoğunlukları ve sanayileşme düzeyleri nedeniyle, su kaynaklarına yönelik çevresel tehditlerin en yoğun olduğu ülkeler Avrupa Birliği (AB) ülkeleridir. Bu nedenle AB, su kalitesinin artırılmasından, denizlerdeki kirlenmenin engellenmesine, sınır ötesi sorunlarla bölgesel ve uluslararası düzeyde mücadeleden, sulara karışan tehlikeli maddelere kadar birçok düzenleme içeren kapsamlı bir su politikasına sahiptir (TM, 2014).

Bu düzenlemeler arasında ötrofikasyon ve buna bağlı olarak hassas alanlar ile bire bir ilişki içerisinde olanlar “91/271/EEC sayılı Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerine İlişkin Direktif (KASAD)”, “91/676/EEC sayılı Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitratların Neden Olduğu Kirlenmeye Karşı Suların Korunması Hakkında Direktif (ND)” ve en önemlisi ise 23 Ekim 2000 tarihli, “2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD)” dir.

2.3.8.1.1. Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi

Bu direktif Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi (KASAD) olarak bilinen kentsel ve endüstriyel sektörlerden kaynaklanan (gıda endüstrisi) atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjını kapsamaktave olumsuz etkilerinden çevreyi korumayı amaçlamaktadır. Direktif kapsamı endüstriyel sektörler; süt ve süt ürünleri, meyve ve sebze işleme, içki ve meşrubat üretimi, maya endüstrisi, patates işleme, et ürünleri, hayvan yemi üretimi, jelatin ve tutkal üretimi ve balık işleme tesislerinden oluşmaktadır.

Direktifin en önemli yanlarından biri “hassas alan” kavramının tanımlanmış olmasıdır. Buna göre “hassas alan” ötrofik olduğu belirlenen yada gerekli önlemler alınmaz ise yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek tatlı sular, haliçler ve kıyı suları, içme suyu temini amaçlanan, 50 mg/l nitrat içeren yada içirme ihtimali bulunan yüzey suları, başka direktifler ile uyum sağlanabilmesi için daha ileri arıtma gereken alanlar olarak tanımlanmıştır. Kriterler Çizelge 2.3.8.1.1 de gösterilmektedir (E.C, 1991).

Çizelge 2.3.8.1.1. Kentsel Atıksu Arıtım Tesislerinden İleri Arıtıma İlişkin Deşarj Limitleri (Anonim, 2006)

Parametreler	Konsantrasyon	Minimum arıtma verimi(%)	Referans Ölçüm Metodu
Toplam fosfor	2 mg/l P(10000-100000 E.N.) 1 mg/l P(100 000 E.N.’den fazla)	80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre
Toplam azot I	15 mg/l N(10000-100000 E.N.) 10 mg/l N(100 000 E.N.’den fazla)2	70-80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre

*Yerel şartlara bağlı olarak parametrelerin biri veya ikisi birden uygulanabilir. Konsantrasyon değerleri veya arıtma verimleri uygulanacaktır.

2.3.8.1.2. Nitrat Direktifi

Nitrat Direktifi’nin amacı tarımsal kaynaklardan gelen nitratin neden olduğu su kirliliğinin azaltılması ve gelecekte meydana gelebilecek kirlilik artışının önlenmesidir.

AB üye ülkeleri, 50 mg/l’den fazla nitrat içeren ya da önleyici tedbirler alınmadığı takdirde nitrat konsantrasyonu artabilecek her türlü yüzey ve yeraltı suyunu kirli kabul etmek zorundadır. Üye ülkelerin kirli suyu “ ötrofik olan ya da önleyici tedbirler alınmadığı takdirde ötrofik hale gelebilen her türlü doğal tatlı su nehri, göller, geçiş suları, haliçler, kıyı suları ve deniz suları” olarak tanımlamasını istemektedir. Bu sulara direne olan ve kirliliğin oluşmasına etkisi olan alanlar da “Nitrata Hassas Bölgeler (NHB) ” olarak ifade edilmektedir.

23 Ekim 2000 tarih ve 2000/60/EC sayılı Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi (SÇD), Avrupa çapında entegre su yönetimine bir çerçeve oluşturmak amacı ile 22 Aralık 2000 tarihinde yürürlüğe girmiştir. SÇD'nin amacı; yerüstü sularının, geçiş sularının, kıyı sularının ve yer altı sularının korunması için (aşağıdaki işlevleri içeren) bir çerçeve oluşturmaktır:

- Sucul ekosistemlerin, karasal ekosistemlerin ve sucul ekosistemlere doğrudan bağımlı olan sulak alanların mevcut durumlarının daha fazla bozulmasını önleyerek korumak ve iyileştirmek,
- Mevcut tüm yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının uzun süre kullanımının sağlanması için sürdürülebilir su kullanımını teşvik etmek,
- Su kaynaklarına yapılan öncelikli maddelerin deşarjlarını, emisyonlarını ve kayıplarını aşamalı olarak azaltmayı sağlamak ve öncelikli tehlikeli maddelerin deşarjlarını, emisyonlarını ve kayıplarını durdurmak veya aşamalı olarak ortadan kaldırmak için spesifik önlemler olarak iyileştirmeyi sağlamak,
- Yeraltı sularının kirlenmesini zamanla azaltıp daha fazla kirlenmesini önlemek,
- Sellerin ve kuraklıkların olumsuz etkilerini azaltmak,
- Deniz sularının ve çevresinin korunmasını sağlayarak öncelikli tehlikeli maddelerin deşarjlarını, emisyonlarını ve kayıplarını durdurmak ya da aşamalı olarak ortadan kaldırmak (E.C, 2000).

Bu adımlarla SÇD'nde, sucul ortamların ve bunlara bağlı diğer alanların daha fazla kirlenmesinin önlenmesi ve iyileştirilmeleri; su kaynaklarının uzun vadeli korunarak sürdürülebilir kullanımlarının sağlanması hedeflenmektedir (Adalı, 2014).

2.3.8.1.2.1. Su Çerçeve Direktifi'nde Hassas Alan Kavramı

Bu direktiflerde “ötrofikasyon” terimi açık bir şekilde belirtilmektedir. Su Çerçeve Direktifi ötrofikasyonun açık ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi için bir temel sağlamakta ve daha önceki AB mevzuatının ortaya koyduğu gerekleri de tamamen dikkate alarak suya nutrient girdisinin (ötrofikasyon) yönetimi için daha tutarlı ve bütüncül bir yaklaşım ortaya koymaktadır. SÇD ayrıca yüzey suyu kütlelerinin ekolojik durumunu sınıflandırırken ötrofikasyonun değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir (E.C, 2009).

Direktife göre; nutrient zenginleşmesi nedeniyle risk altında olan su kütlelerini izlemek amacıyla, üye ülkeler nutrient zenginleşmesinin etkilerine en duyarlı biyolojik kalite unsurlarının göstergesi olan parametrelerin yanı sıra su kütlesine önemli miktarlarda deşarj

edilen nutrientleri de izlemesi gerekmektedir. İzleme, ekolojik durum sınıflandırmasında yeterli bir düzeyde güvenilirlik ve kesinliğe ulaşabilmeyi sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Hassas alan veya ötrofikasyonla ilgili direktiflerde yer alan değerlendirme ve izlemeye yönelik koşullar Çizelge 2.3.8.1.2.1. genel hatlarıyla özetlenmiştir (Adalı, 2014).

Çizelge 2.3.8.1.2.1. Ötrofikasyonla İlgili Direktifler ve Gerekliklikleri

DİREKTİF	ÖTROFİKASYON DEĞERLENDİRME GEREKLERİ	ÖTROFİKASYONLA İLGİLİ MİNİMUM İZLEME GEREKLERİ
Su Çerçeve Direktifi	-Nutrient zenginleşmesinin biyolojik ve fiziko-kimyasal kalite unsurlarını etkilediği Ekolojik Durum sınıflaması içinde yer almaktadır.	-Fitoplankton (6 ay), sucul flora (3 yıl), -Makro omurgasızlar (3 yıl), balıklar (3 yıl) -Hidromorfolojik kalite unsurları (Hidroloji sürekli - 1 ay; diğerleri 6 yıl) -Fiziko-kimyasal kalite unsurları (3 ay)
Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi	-Ötrofikasyondan etkilenmiş su kütleleri veya önlem alınmazsa yakın gelecekte ötrofikasyondan etkilenebilecek su kütleleri uyarınca hassas alanları belirlemek amacıyla yapılmaktadır.	-En az dört yılda bir mevcut hassas alanlar gözden geçirilir ve yeni alanlar tayin edilir.
Nitrat Direktifi	-“Kirlenmiş suları” belirlemek ve bu suların havzasını nitrattan zarar görebilir bölgeler olarak tayin edilir.	-Yüzey suyu ve yeraltı suyu nitrat konsantrasyonunu belirlemek için bir yıllık süre boyunca izlenmelidir. Bu izleme programı en az dört yılda bir tekrarlanmalıdır. Yüzey suları, haliçler ve kıyı sularının ötrofikasyondan etkilenme durumu dört yılda bir gözden geçirilmelidir.

2.3.8.1.2.2. Ötrofikasyona Dayalı Su Kütleleri Sınıflandırması

SÇD’de belirtilen “ötrofik” terimi doğal trofik durumun insan kaynaklı nedenlerle doğal dengenin bozulduğu durumdur. SÇD’ye göre “İnsan kaynaklı” ötrofikasyon anlayışı, SÇD’nin türe özgü referans koşulları doğrultusunda yaptığı yüzey suları ekolojik durum sınıflandırmasıyla uyumludur. SÇD’de yer alan durum sınıflarıyla uyumlu bir bağ kurabilmek

için, direktiflerde belirtilen terimler referans koşullarından farklı derecelerde ekolojik sapmanın sonuçları olarak yorumlanabilir. “Ötrofik” terimi istenmeyen etkilerin sıklıkla görüldüğü bir durumla özdeşleştirilebilir; diğer taraftan “yakın gelecekte ötrofik hale gelebilir” terimi istenmeyen etkilerin görülmesinin gerekli olmadığı, ama ekolojik değişim düzeyinin bu tür etkilerin ortaya çıkabileceğini gösterdiği bir durumdur.

Su kalitesindeki bozulma arttıkça istenmeyen etkilerin ortaya çıkması da artmakta ve orta durumdan zayıf ve kötü duruma doğru gidildiğinde koşullar “ötrofik” duruma doğru gelmektedir. Orta durum, istenmeyen etkilerin hiç görülmediği iyi durum ile bu etkilerin giderek yaygınlaştığı ve daha ciddi olarak görüldüğü zayıf ve kötü durum arasında bir geçiş sınıfıdır (Adalı, 2014).Aşağıdaki SÇD faaliyetleri de dikkate alınmalıdır:

- Ekolojik durum değerlendirmesi yakın geçmişte çok iyi durumdan iyi duruma doğru bir eğilim/gelişme olup olmadığı veya ötrofikasyonu belirleyen münferit kalite unsurları değerlerinde orta/zayıf/kötü duruma ve dolayısıyla“ötrofik” duruma bir yönelim olup olmadığının değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Gelecekteki durumu tahmin edip kötüleşmeyi önlemek için risk değerlendirmesi bir su kütlesinin yakın gelecekte ötrofik hale gelmesine sebep olabilecek baskılardaki beklenen değişimler hakkında bilginin kullanılması (tahmin analizi) gerekmektedir.

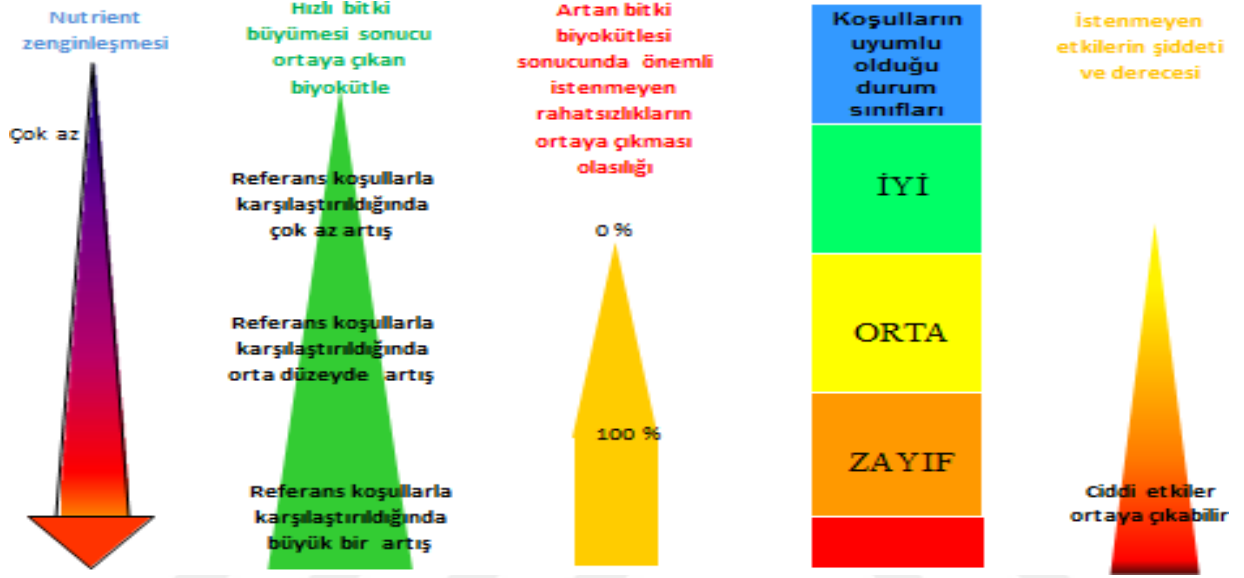
SÇD durum sınıflandırması ve çevresel hedefler açısından, “ötrofik” teriminin istenmeyen etkilerin yaygın ve ciddi olduğu durumlarda kullanıldığı ve özellikle zayıf veya kötü durum tanımlamalarıyla örtüştüğü söylenebilir. Diğer taraftan KASAD ve Nitrat Direktifinin “yakın zamanda ötrofik hale gelebilecek” tanımlarının; birbirini tamamlayan iki ifade ile açıklanmaktadır (EC, 2009).

2.3.8.1.2.3. Ötrofikasyon Kapsamında SÇD Ekolojik Durum Kavramı

Bu bölüm amacı nutrient zenginleşmesi ve ötrofikasyon kapsamında, SÇD normatif tanımları için önerilen ortak bir anlayış geliştirmektir. Bu anlayış, ötrofikasyona dayalı ekolojik durum sınıflandırmasına ve izleme programları tasarımına temel oluşturacaktır.

En Hasas Biyolojik Kalite Unsurları: Sucul flora, nutrient koşullarındaki değişiklikler karşısında, bentik omurgasızlar veya balıklara göre daha erken tepki vermektedir. Bu bir kural olarak bilinmektedir. Sucul florada farklı kalite unsurlarının (makrofitler, fitobentos veya fitoplankton) nutrient zenginleşmesi karşısındaki hassasiyeti, su kategorisi, yüzey suyu kütlesi tipi, kalitesi ve nutrient yüklerinin miktar ve taşınımının yanı sıra akış koşulları, tuzluluk veya bulanıklık gibi bir takım özel çevresel koşullara göre de farklılık

gösterebilir. Ayrıca, gerek kötüleşme gerekse iyileşme şeklinde gerçekleşen ötrofikasyon durum değişimlerine en hassas kalite unsuru veya parametresi, değişen baskı durumuyla su kütlesinin biyolojik topluluğunun denge'ye doğru gelişmesine bağlıdır. Fitoplankton biyokütlesi, makro alg miktarı, ortalama fitobentos yayılımı, ortalama makrofit miktarı veya angiospermelerin miktarı; sucul ekosistem üzerindeki istenmeyen bir etki olasılığının artık göz ardı edilemeyeceği seviyelere ulaştığında su kütlesi durumunun iyi durum koşullarıyla uyumlu olmayacağı Şekil 2.3.8.1.2.3'de görülmektedir.



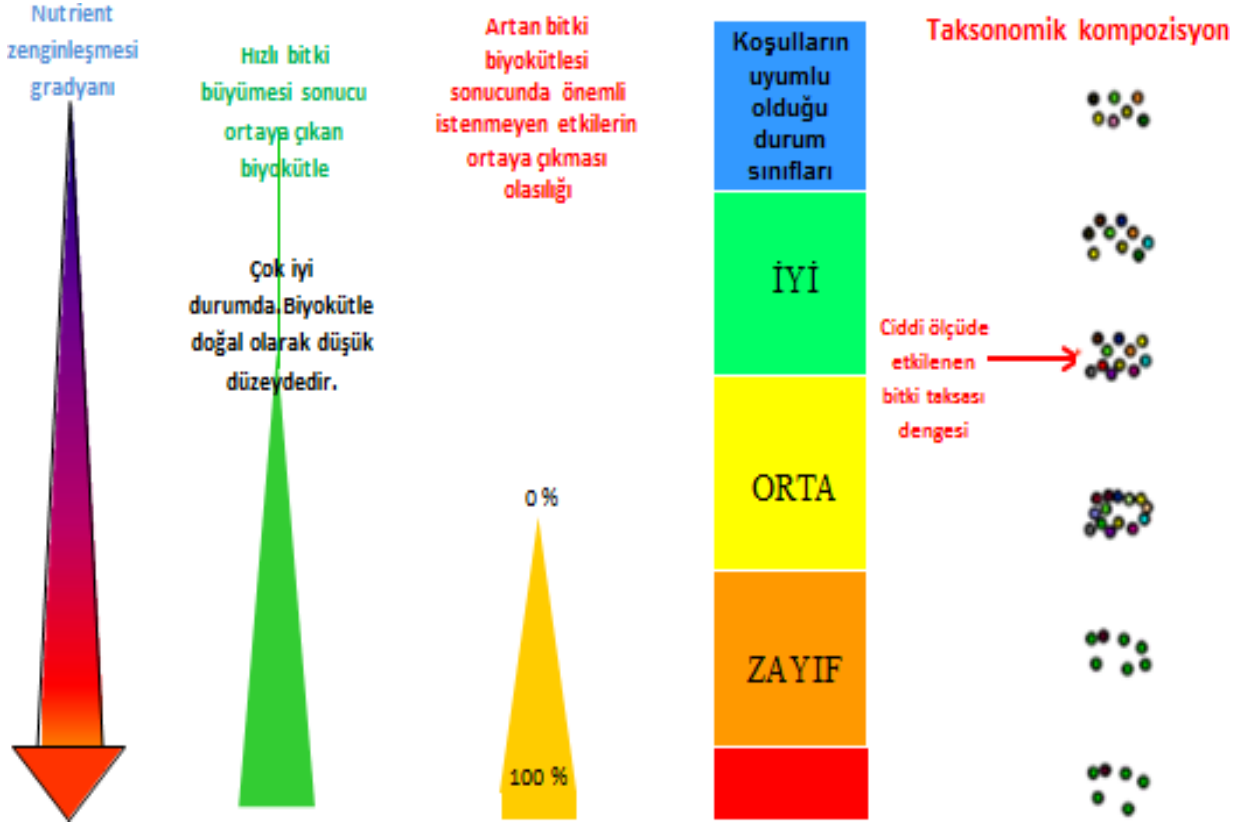
Şekil 2.3.8.1.2.3. Sucul ekosistemde ötrofikasyon etkilerinin SÇD durum sınıfları ile ilişkisi

İstenmeyen bir etki, sucul ekosistem üzerinde, ekosistem sağlığını bozan veya insanlar tarafından sürdürülebilir olarak kullanımını tehdit eden doğrudan veya dolaylı bir etkidir. Bir su kütlesinin iyi durumda olabilmesi için insan faaliyetinden kaynaklanan bu tür etkilerin ortaya çıkma olasılığının göz ardı edilebilir seviyede olması gerekmektedir.

Nutrientlerin, bazen biyokütlenin genel flora, fauna ve su kalitesi üzerinde ikincil etkiler gösterecek düzeyde artmasına yol açmaksızın, bitki veya alglerin taksonomik kompozisyonunda değişimlere neden olabileceği görülmektedir (Şekil. 2.3.8.1.2.3.1). Artan bir nutrient zenginleşmesi gradyanında sucul flora kompozisyonundaki istenmeyen değişimler, bu floranın biyokütlesindeki değişimlerden kaynaklanan ekolojik açıdan istenmeyen etkilerden daha önce gerçekleşebilmektedir. Ötrofikasyonun bu son derece önemli etkileri özellikle oligotrofik göllerde (referans koşullarda nutrient ve bitki biyokütlesi düşük olan) görülebilmektedir (Adalı, 2014).

Fiziko–Kimyasal Kalite Unsurlarının Rolü: Ötrofikasyona neden olan iki nutrientin, azot ve fosforun önemi farklı yüzey suyu kategorilerinde ve yüzey suyu tiplerinde değişiklik

göstermektedir. Her ne kadar, farklı mevsimlerde her iki nutrientin de kısıtlayıcı bulunduğu durumlar olsa da geçiş ve kıyı sularında insan kaynaklı azot zenginleşmesi genellikle ötrofikasyonun en önemli nedenidir. Tatlı sularda ötrofikasyonun temel nedeni ise çoğunlukla fosfor zenginleşmesidir.



Şekil 2.3.8.1.2.3.1. Nütrient Zenginleşmesinin Taksonomik Kompozisyona Etkisi

Biyolojik ve fizikokimyasal kalite unsurlarının su kaynaklarında etkileşim içinde olduğu ekolojik kalite göstergeleri Şekil 2.3.8.1.2.3.2.'da ki gibidir (Adalı, 2014).



Şekil 2.3.8.1.2.3.2. Ekolojik Kalite Unsurları

2.3.8.1.2.4. SÇD’de Ötrofikasyona Dayalı İzleme

Su Çerçeve Direktifi uyarınca çevresel hedeflerini yerine getirememesi riski taşıdığı belirlenen bütün su kütleleri için izleme yapılmaktadır. Bu risk, nutrient zenginleşmesinden kaynaklanıyorsa ve su kütleleri diğer direktiflere göre de ötrofik olarak değerlendirildiyse bu su kütleleri Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi, Nitrat Direktifi kapsamında sırasıyla hassas su alanı veya hassas bir bölge ya da bunların bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bu su kütleleri için operasyonel izleme diğer politikalar kapsamında alınan önlemlerin etkinliğinin değerlendirilmesine ve başka hangi önlemlere gereksinim duyulabileceğine karar verilmesine yardımcı olacaktır.

Ekosistemin işleyişi için ve biyolojik kalite unsurlarının sınıflandırılmasına özgü referans koşullar bakımından iyi duruma ulaşılmasını desteklemek, tipe özgü nutrient konsantrasyonları düzeyinin ne kadar olması gerektiğini belirlemektedir (E.C, 2009). Çizelge 2.3.8.1.2.4’te hassas alanları etkileyen bazı biyolojik ve fizikokimyasal kalite unsurları görülmektedir (Adalı, 2014).

Çizelge 2.3.8.1.2.4. Fizikokimyasal Kalite Unsurları (Adalı,2014)

FİZİKO-KİMYASAL PARAMETRELER (Minumum)	
NEHİRLER	GÖLLER
Çözünmüş Oksijen, pH	Seki Diski
Oksijen Doygunluğu	Sıcaklık, ph, Klorofil-a
BOİ, TOK	Çözünmüş Oksijen
Çözünmüş Organik Karbon	Elektrik İletkenliği
Klorür	Ortofosfat, Toplam Fosfor
Elektrik İletkenliği	Nitrat
Ortofosfat,Toplam Fosfor	Toplam Çözünmüş Fosfor
Alkalinite	Magnezyum,Sodyum
Amonyum,Amonyak,Nitrit	Potasyum,Sülfat
Filtre edilebilir Malzeme	Amonyum,Nitrit

2.3.8.1.2.5. Diğer Direktiflerde Ötrofikasyon ve Hassas Alan

“Yeraltı Suyu Direktifi”nde nitrat ve pestisitler için kalite standartları belirlenirken diğer direktiflerde ötrofikasyon veya hassas alan kavramlarına açık olarak değinilmemektedir. Yeraltı suyunun kimyasal parametreler, oksijen içeriği, pH değeri, geçirgenlik, nitrat ve amonyak olarak belirlenmiştir.

“**Tatlı Su Bahkları Direktifi**” nde de ötrofikasyon değerlendirmesi için özel bir gereklilik bulunmamakta ancak ötrofikasyon etkilerini azaltmak için fosforla ilgili kılavuz değerler net olarak belirlenmektedir.

“**Tehlikeli Maddeler Direktifi**” nde fosfor için ve özellikle amonyak ve nitrat olmak üzere oksijen dengesi üzerinde olumsuz etkiye sahip maddeler için kalite hedeflerini belirleme gerekliliği yer almaktadır (E. C, 2009; Adalı, 2014).

2.3.8.2. Ulusal Mevzuat

Hassas Alanların Belirlenmesi ve Yönetimi ile ilgili ulusal mevzuatımızda yer alan yönetmelikler ve tebliğler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Adalı, 2014).

2.3.8.2.1. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (23 Temmuz 2016 tarih ve 29779 sayılı RG)

Türkiye’de AB uyum çalışmaları çerçevesinde 91/676 EEC sayılı Nitrat Direktifine karşılık gelen “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği “23 Temmuz 2016 tarih ve 29779 sayılı RG yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin amacı, tarımsal kaynaklı nitratın suda neden olduğu kirlenmenin tespit edilmesi, azaltılması ve önlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemek olup, yer altı ve yer üstü sularında tarımsal kaynaklı kirliliğe neden olan azot ve azot bileşiklerinin belirlenmesi ve kirliliğin önlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır.

Yönetmelikte tanımlanan en önemli kavramlar ötrofikasyon ve kirlenme, yönetmelik, ötrofikasyonu, “Suların besin maddelerince özellikle azot ve/veya fosfor bileşiklerince; alg ve daha yüksek yapılı bitkilerin üremesini hızlandıracak, böylece sudaki canlıların dengesini bozacak ve su kalitesinde istenmeyen bozulmalara yol açacak şekilde zenginleşmesi” olarak tanımlamaktadır. Kirlenmeyi de “ Tarımsal kaynaklı azot bileşiklerinin insan sağlığına, canlı kaynaklara, su ürünlerine, su ekosistemlerine ve suyun diğer meşru kullanımlarına zarar verecek şekilde, doğrudan veya dolaylı olarak suya boşaltımı veya karışması“ olarak tanımlamaktadır (Anonim, 2016).

2.3.8.2.2. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (8 Ocak 2006 tarih 26047 sayılı RG)

“Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (KAAY)” Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne giriş süreci içerisinde Çevre Kanunu kapsamında “Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (91/271/EEC)”nin iç hukuka aktarılması amacıyla 08/01/2006 tarih ve 26047 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik ile kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevrenin korunması amaçlanmaktadır.

Yönetmelik, kanalizasyon sistemlerine boşaltılan kentsel ve belirli endüstriyel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı, atıksu deşarjının izlenmesi, raporlanması ve denetlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır. Yönetmeliğin uygulanması için öngörülen, hassas alanlar ile ilgili en önemli esaslar şöyledir:

- Mevcut arıtma derecesinin yetersiz kalması durumunda çevrenin olumsuz yönde etkilenmesini önlemek için, bu yönetmelik hükümleri gereğince uygun görülen yerlerde kentsel atıksuyun ikincil arıtmasının yapılmasıdır.
- Az hassas su alanlarında çevrenin olumsuz yönde etkilenmemesi durumunda birincil arıtma, hassas su alanlarında ise ileri arıtma yönteminin kullanılması olarak belirtilmektedir.
- KAAY tarafından hassas ve az hassas su alanlarının belirlenmesi gerekliliğinin nedeni, kentsel atıksuyun deşarj edildiği alıcı ortamın hassassiyetine uygun olan değişik seviyelerdeki arıtım teknolojisinin belirlenebilmesidir. KAAY kapsamında belirlenen hassas ve az hassas su alanlarının dört yılda bir güncellenmesi gerekmektedir (Anonim, 2006).

2.3.8.2.3. Kentsel Atıksuların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği (27 Haziran 2009 tarih ve 27271 sayılı RG)

KAAY uyarınca hassas su alanları ve az hassas su alanlarının tespiti, izlenmesi ile bu alanlara yapılacak kentsel atıksu deşarjlarının tabi olacağı usul ve esaslarını belirlemek amacıyla, 27 Haziran 2009 tarihinde ve 27271 sayılı “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği” yürürlüğe girmiştir.

KAAY’a bağlı Tebliğ’de, hassas alan sınıflandırmasına yönelik olarak kıyasal alanlar için yapılan tanımlar aşağıda verilmektedir. Buna göre:

Hassas Su Alanları: Ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli önlemler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, haliçler ve

kıyı suları, önlem alınmaması halinde yüksek nitrat konsantrasyonları içerebilecek içme suyu temini amaçlanan yüzeysel tatlı sular ve diğer sebeplerle daha ileri arıtma gerektiren alanları oluşturmaktadır.

Az Hassas Su Alanları: Morfoloji, hidroloji ya da özel hidrolik şartlara göre atıksu deşarjının çevreyi olumsuz yönde etkilemediği deniz, haliç ve lagün gibi kıyı su ortamları ile hassas su alanları haricindeki kıyı sularını kapsamaktadır.

Gri Alanlar: Morfolojik ve su kalitesi özelliklerine göre kentsel atık su girdilerinin ötrofikasyon riski oluşturabileceği düşünülen ve/veya potansiyel olarak ötrofikasyon riski taşıdığı belirlenen ancak veri yetersizliği olan izlenmesi gereken haliçler ve kıyı sularını kapsamaktadır.

Normal su alanı: Hassas su alanları dışında kalan kıta içi su ortamlarını ifade etmektedir. Belirlenen hassas, az hassas, normal ve gri alanların yapılacak/yapılan izleme çalışmaları sonucuna göre dört yılda bir gözden geçirilmesi esastır (Anonim, 2009).

2.3.8.2.4. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (22 Mayıs 2015 tarih ve 29363 sayılı RG)

Bu Yönetmeliğin amacı, iyi durumda olan yeraltı sularının mevcut durumunun korunması, yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi ve bu suların iyileştirilmesi için gerekli esasların belirlenmesidir. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik 22 Mayıs 2015 tarih ve 29363 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır ve Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununa konu olan sular dışındaki tüm yeraltı sularını kapsamakta ve söz konusu yönetmelik aşağıdaki durumları içermektedir:

- Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi ve karakterizasyonu
- Yeraltı suyu iyi kimyasal durumu ve yeterli miktar durumunun belirlenmesi ilkeleri ve eşik değerlerin belirlenmesi
- Yeraltı suyu kalitesinin izlenmesi
- Önemli ve sürekli artan kirlilik eğilimlerinin tespiti
- İyileştirmeye başlama noktasının belirlenmesi
- Tedbirler Programı’nın oluşturulması
- Yeraltı suyu Koruma Alanları’nın oluşturulması
- Yaptırımlar ve idari cezalar (Anonim, 2015).

2.3.8.2.5. Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (17 Ekim 2012 tarih ve 28444 Sayılı RG)

Yönetmelik, denizler hariç, kıyı suları dahil olmak üzere yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının yer aldığı havzaların korunması ve yönetim planlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları kapsamakta ve yüzeysel sular ve yeraltı sularının bütüncül bir yaklaşımla miktar, fiziksel, kimyasal ve ekolojik kalite açısından korunması için su havzaları yönetim planlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemeyi amaçlamaktadır.

Su kaynaklarının havza bazında sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmesi, iyileştirilmesi, korunması ve kullanılmasının sağlanmasını amaçlayan hassas alanlar ile ilgili yönetmelikte bulunan ilkeler ise şöyledir;

- Su kaynaklarının verimli ve etkin kullanılması ve kirletilmemesi maksadıyla havza yönetim planlarının hazırlanması,
- Katılımcı bir yaklaşımın dikkate alınması,
- Su kaynaklarının kalite ve miktarının korunması,
- Su kaynaklarının iyi su durumunun bozulmasının önlenmesi, bozulmuş olanların ise iyi su durumuna ulaştırılarak bu durumun korunması,
- Etkin bir izleme sisteminin oluşturulması ve izlemenin yapılması,
- Her türlü planlama yapılırken iyi su durumunun esas alınarak koruma kullanma dengesinin kurulması ve korunması,
- Kirleten ve kullanan öder prensibi ile uyumlu olacak şekilde çevresel maliyetleri ile kaynak maliyetlerini içeren su hizmetlerinin toplam maliyetinin karşılanması,
- Tedbirlerin uygulanmasına rağmen istenilen çevresel hedeflere ulaşılamaması durumunda gerekçelerin detaylı olarak hazırlanması ve karşılanamama durumlarına yönelik muafiyetlerin belirlenmesi,
- Su kalitesini ve miktarını olumsuz yönde etkileyecek etkenlerin, kaynağında asgari düzeye indirilmesi ve kontrol edilmesi,
- Suyu bağımlı karasal ve sucul ekosistemlerin öncelikle korunması,
- Her türlü planın ve stratejinin hazırlanmasında ve uygulanmasında havza yönetim planlarının dikkate alınması ve havza yönetim planına''entegrasyonun''sağlanması,
- Suyun verimli kullanımının özendirilmesi,
- Havza su tahsis esaslarının, havza su bütçesi ve havza öncelikleri dikkate alınarak belirlenmesi,

- Havza su tahsisinde ve havzalar arası su aktarımında ekosistemin ihtiyacı olan su miktarının korunması ve güvence altına alınması, esastır denilmektedir (Anonim, 2012a) .

2.3.8.2.6. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği(10 Ağustos 2016 tarih 29797 sayılı RG)

Yerüstü sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesinin sağlanması, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma-kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde (YSKY) amaçlanmıştır. Yönetmelik, açık deniz haricindeki bütün yerüstü sular ile kıyı ve geçiş sularını kapsamaktadır. Yüzeysel su kalitesinin korunmasına dair ilke ve esaslar şunlardır.

- Yerüstü suların kalitesini ve ekolojik özelliklerini korumak, iyileştirmek, mevcut kalitesinden geriye gidişini önlemek ve çevresel hedeflere ulaşmak,
- Yerüstü suların biyolojik, fiziko-kimyasal ve kimyasal açıdan kalitelerinin korunması maksadıyla her türlü atık ve artık, mevcut su kalite durumunu ve ekolojisini bozacak şekilde alıcı su ortamına bırakılmaması,
- Ekosistemin bütüncül korunması bakımından, yerüstü sular ile birlikte bu sularla etkileşim içerisinde olan karasal alanlarda faaliyet gösteren sanayi tesislerinde, bütünleşik kirlilik önleme ve kontrol, temiz üretim, mevcut en iyi teknikler ve en iyi çevresel uygulamalara öncelik verilmesi,
- Atıksuların alıcı ortama deşarj standartlarının, alıcı ortamdaki çevresel kalite standartları dikkate alınarak belirlenmesi,
- Hassas su alanlarına yapılacak deşarjlarda, bu alanlara özel olarak belirlenmiş çevresel hedeflere uyulması,
- Yayılı kirletici girişinin azaltılması için iyi tarım uygulamaları kodlarında yer alan önlem ve tedbirlerin alınmasını kapsamaktadır (Anonim, 2016a).Çalışmada “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında yararlanılan tablolar çizelge 2.3.8.2.6.1., 2.3.8.2.6.2., 2.3.8.2.6.3 de verilmiştir.

Çizelge 2.3.8.2.6.1. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim, 2016a)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk (m^{-1})	RES 436 nm: $\leq 1,5$ RES 525 nm: $\leq 1,2$ RES 620 nm: $\leq 0,8$	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436nm: $>4,3$ RES 525 nm: $>3,7$ RES 620 nm: $>2,5$
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik ($\mu S/cm$)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	$< 0,2$	0,3	0,5	$> 0,5$
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH_4^{+} -N/L)	$< 0,2$	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO_3^{-} -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L) ^(b)	$< 0,5$	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N/L) ^(c)	$< 3,5$	11,5	25	> 25
Orto fosfat fosforu (mg o- PO_4 -P/L)	$< 0,05$	0,16	0,65	$> 0,65$
Toplam fosfor (mg P/L)	$< 0,08$	0,2	0,8	$> 0,8$
Florür ($\mu g/L$)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan ($\mu g/L$)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum ($\mu g/L$)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür ($\mu g/L$)	≤ 2	5	10	> 10

Çizelge 2.3.8.2.6.2. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri (Anonim, 2016a)

Su Kalitesi Sınıfı	TP (µg/L)	NO _x (µg/L)	Klorofil-a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	< 8	< 14	< 1	> 7
Mezotrofik	12	20	1	5
Ötrofik	16	34	3	3
Hipertrofik	> 16	> 34	> 3	< 3

Çizelge 2.3.8.2.6.3. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri (Anonim, 2016a)

Su Kalitesi Sınıfı	TP (µg/L)	TN (µg/L)	Klorofil-a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)	Çözülmüş Oksijen (mg/L)
Oligotrofik	< 10	< 350	< 3,5	> 4	> 7
Mezotrofik	30	650	9	2	6
	50*	1000*	15*	1,5*	4*
Ötrofik	100	1500	25	1	3
Hipertrofik	> 100	> 1500	> 25	< 1	< 3

* Gölet veya baraj göllerinde geçerlidir.

2.3.8.2.7. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (11 Şubat 2014 tarih ve 28910 sayılı RG)

Bu yönetmelikte ülke genelindeki tüm yüzey ve yeraltı sularının miktarını, kalite ve hidromorfolojik unsurları açısından mevcut durumunun ortaya koyulması, suların ekosistem bütünlüğünü esas alan bir yaklaşımla izlenmesi, izlemede standardizasyon ve kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanmasına yönelik usul ve esasların belirlenmesi amaçlanmıştır. Yönetmelik, kullanım amaçlarına bakılmaksızın, jeotermal kaynaklar ve deniz

suları hariç, kıyı şeridinden bir deniz miline kadar olan kıyı sularının ve kıta içi yüzey sularının, geçiş sularının, yeraltı sularının ve doğal maden sularının izlenmesine ilişkin durumları kapsamaktadır (Anonim, 2014a).

2.3.8.2.8. Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliğ (26 Şubat 2014 tarih ve 28925 sayılı RG)

Göl, gölet ve baraj göllerinin ötrofikasyona karşı korunmasına ilişkin ilke ve esasların belirlenmesi amacıyla hazırlanan tebliğde aşağıdaki unsurlar belirlenmiştir.

- Yayılı ve noktasal kaynakların baskısı altında olan ve potansiyel olarak ötrofikasyon riski bulunan göl, baraj gölü ve göletlerin belirlenmesi,
- Göl, baraj gölleri ve göletlerin besin elementleri açısından özümleme kapasitelerinin belirlenmesi,
- Hipertrofik, ötrofik ve ötrofikasyon riski altında olan göl, baraj gölü ve göletlere yapılacak kentsel atık su deşarjlarında azot ve/veya fosfor gideriminin yapılması,
- Ötrofikasyon riski altında bulunan göl, baraj gölü ve göletlerde besin elementlerinin kontrolüne yönelik tedbirlerin alınması,
- Ötrofikasyon riski altında bulunan göl, baraj gölü ve göletlerde, verilen parametrelerin izlenmesi,
- Doğal göllerde, gölün ekolojik yapısının bozulmasının engellenmesi amacıyla,
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından izin verilmediği sürece göldeki doğal balık türleri ile ekstansif balık yetiştiriciliği dışında yetiştiricilik yapılmaması,
- Baraj gölü ve göletlerin özümleme kapasitesi belirleninceye kadar balık yetiştiriciliği tesisleri kurulurken Yönetmelikte belirtilen trofik seviye sınıflandırmasının dikkate alınması,
- Göl, gölet ve baraj göllerinde, yönetmelikte belirtilen esaslara göre balık yetiştiriciliği tesisi kurulması,
- Entansif ve/veya yarı entansif yetiştiricilik tesislerinin oligotrofik ve mezotrofik gölet ve baraj göllerinde faaliyet göstermeside ilke esaslarını kapsamaktadır. Tebliğde aynı zamanda trofik seviyenin iyileştirilmesi için tedbirlere ilişkin uygulama esasları ve ötrofikasyonun önlenmesi için balık yetiştiriciliği tesislerinin uyması gereken hususlar da belirtilmektedir (Anonim, 2014b).

2.3.8.2.9. Hassas Su Kütelleri İş Bu Kütelleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İ  yle  tirilmesi Hakkında Yönetmelik (23 Aralık 2016 tarihli 29927 sayılı R.G)

Yönetmelik, besin elementleri açısından hassas su k  tellerinin ve bu kütelleri etkileyen kentsel ve nitrata hassas alanların tespit edilmesi, buna ilişkin ilke ve esasların ortaya konulması ve hassas su k  tellerinde su kalitesinin iyileştirilmesi için alınması gerekli tedbirlerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Yönetmelikte uygulanan ilke ve esaslar   oyledir.

1. Hassas su k  tellerinin belirlenmesinde:

a) Su kütlesi belirleme kriterleri ve bütün baskı unsurları da dikkate alınarak nehir, g  l ve kıyı sularının su k  tellerine ayrılması,

b) Su k  tellerine etki eden kentsel ve endüstriyel faaliyetler, tarım, tarım dışı arazi kullanımı ve hayvancılık faaliyetleri ile hidromorfolojik baskı unsurlarının ve kirletici yüklerin tespit edilmesi,

c) Su k  tellerinin mevcut durumunun ortaya konması amacıyla fizikokimyasal parametreler, biyolojik kalite bileşenleri ve hidromorfolojik kalite bileşenleri izleme çalışmalarının yapılması,

  ) Baskı unsurları, kirlilik yükleri, izleme neticeleri ve su kütelleri arasındaki etkileşimin birlikte değerlendirilmesi,

2. Hassas su k  tellerini besleyen drenaj alanı, kentsel ve tarımsal baskının değerlendirilmesi neticesinde nitrata hassas alan ve/veya kentsel hassas alan olarak tanımlanması yapılır.

3. Koruma bölgelerinde ötrofikasyonun önlenmesi maksadıyla noktasal ve yayılı kaynaklı kirlilik ile alakalı tedbirler alınır.

4. Nitrata hassas bölgelerde tarımsal kirliliğin önlenmesi maksadıyla iyi tarım uygulamaları kodu yürütülür.

5. Kentsel hassas alanlarda endüstriyel tesislerden kaynaklanan besin elementi yükünün azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılır.

6. Baskı unsurları açısından risk oluşturma potansiyeli bulunan su k  tellerinde hassasiyet eğilimi belirlenir.

7. Hassas su kütelleri ve bu kütelleri etkileyen kentsel ve nitrata hassas alanlar Bakanlık tarafından belirlenir (Anonim, 2016b).

2.4. Literatür Özeti

Karadeniz'in sayılı sulak alanlarından biri olan Sarıkum Göl'ü 1987 yılında Tabiatı Koruma Alanı kabul edilirken, gölün çevresi ise 1991 yılında "Doğal Sit Alanı" olarak ilan edilmiştir. Sinop Sarıkum Gölü ile ilgili olarak tabiatı koruma alanı sınırlarını kapsayan ve taksonomik yönden değerlendirilmesine yönelik çalışmalar bulunurken, daha önce ötrofikasyon ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Göle kirlilik taşıyan derelerin ötrofikasyona etkisi üzerinde ve su kalitesini belirlemek yönünde herhangi bir çalışma yapılmamış olması çalışmanın önemini artırmaktadır.

Sarıkum Gölü'nde buna benzer bir çalışma önceden yapılmadığı için gölün karşılaştığı çevresel sorunların göl ekosistemini nasıl etkilediği bu çalışma sonucundaki verilerle belirlenmiş olacaktır. Çalışma alanında ötrofikasyona neden olan kirleticiler ve kaynaklarının tespiti için kullanılan parametreler genel olarak ülkemizde yapılan çok sayıdaki çalışmalarda kullanılmıştır ancak Sarıkum Gölü ve çevresindeki dereleri de kapsayan bu çalışma bölgede ilk olma özelliğini göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı sonraki çalışmalara ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

Pala (1994) araştırmasında; Ömerli Baraj Gölü'nün ötrofik durumda olduğunu, bunun engellenmesi için ise göle giren dış besin yükünün kontrolünün gerekli olduğu sonucuna varmıştır. Bunu yapmak için de göle fosfor girişinin engellenmesi gerektiğini savunmuştur. Fosfor girdisinin azalması için havzanın sosyal, teknik, ekonomik ve ekolojik özelliklerini göz önünde bulunduran bir gözlem metodunun olması sonucuna varmış olup, en etkili metot olarak ise kirliliğin direkt olarak derelerden gideriminin yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Gündoğdu ve Erdem (1995) 'in yapmış olduğu çalışmada turizm sezonunda Sinop kıyılarında oluşan anyonik deterjan kirliliğindeki değişimleri tespit amacıyla yaptıkları çalışmada elde edilen verilere göre turizm sezonu boyunca ortalama anyonik deterjan düzeylerini, Öztürkler'de 0.38 mg/L, iç limanda 0.45 mg/L, Karakum 'da 0.54 mg/L, dış limanda 0.79 mg /L olarak saptamışlardır.

Gönlüğü ve ark (1995), Sinop körfezinde bazı nutrientlerin ve fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimlerini araştırdıkları çalışmada bir yıl boyunca bazı fiziko-kimyasal parametrelerden ph, oksijen, kondüktivite, salinite ve sıcaklık, nutrient analizlerinden ise amonyum, fosfat, nitrit ve nitrat, parametreleri incelenmiştir. Bir yıl boyunca yapılan çalışmada, ortalama deniz suyunda sıcaklık, pH ve kondüktivite değerlerinin pek fazla değişim göstermediği, nutrientlerin ise aylara göre değiştiği belirtilmiştir.

Akbulut (1996) tarafından yapılan çalışmada, Sarıkum gölünde ve çevre su birikintilerinde bulunan makrobentik fauna yapısı incelenmiş ve Sarıkum gölünde makrobentik faunasının ötrofik göllerin özelliğini gösterdiği değerlendirilmiştir.

Aydın ve Pulatsu (1998)'nin yapmış olduğu çalışmada gölet suyunda fosfor fraksiyonları azot fraksiyonları, klorofil-a konsantrasyonu ile bazı fiziko-kimyasal özelliklerden su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, ışık geçirgenliği, elektrik iletkenliği, toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum sertliği, organik madde, bikarbonat alkalitesi parametreleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarında toplam fosfor konsantrasyonu baz alındığında, göletin baskı düzeyi yönünden hipertrofik olduğu ve özellikle amonyak azotu değerinin bütün deneme periyodu boyunca alabalık yetiştiriciliği yapılan sular için izin verilen değerden yüksek olduğu değerlendirilmiştir.

Ceylan (1999) tarafından yapılan “Ömerli Barajındaki Ötrofikasyon ve Bağlı Derelerin Baraj Gölü Üzerine Etkisi” adlı çalışmada gölün su kalitesinin halen, mevcut standartlara göre uygun bir su olduğunu ancak bulunduğu yöredeki hızlı kentleşme ve sanayileşme olgusu dikkate alındığında, gölün gelecekte kirlenme tehdidi altında olduğu değerlendirilmesinde bulunulmuştur.

Elibol ve ark (2006)'nın yaptığı çalışmada Eğrekkaya Baraj Gölü'nde su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, spesifik elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar, pH ve klorofil-a değerleri ile fitoplankton, zooplankton, zoobentoz ve balık kompozisyonları belirlenmiştir. Çalışmada farklı kriterlere göre ötrofikasyon değerlendirilmiştir; bazı parametreler standartların üzerinde olmasına rağmen baraj gölünde aşırı kirlenme tespit edilemediği ayrıca göle gelen besleyici yükünün ileri bir süreçte sorun oluşturabileceği tespit edilmiştir.

Başer (2006)'in “Sazlıdere'nin Azot ve Fosfor Kirliliğinin İzlenmesi ve Etkisinin İrdelenmesi” konulu çalışmada; derenin Küçükçekmece Gölü'ne taşıdığı azot ve fosfor yükünü belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada Sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri arazi de ölçülerek alınan numunelere toplam fosfor, nitrat azotu, klorofil a, toplam kjeldahl azotu, ve nitrit deneyleri yapılmış ayrıca azot ve fosfor kaynaklarına, azot ve fosforun alıcı su ortamlarında yaptığı etkilere, birincil üreticilere, Küçükçekmece Gölü'nün niteliği ve çevresel sorunlarına, bölgenin tarihsel gelişimine, iklim ve jeolojik özelliklerine, yapılan deneyler ve deneylere ait grafik ve yorumlara yer verilmiştir. Sazlıdere ile Küçükçekmece Gölü'ne önemli miktarda azot ve fosfor yükünün taşındığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen veriler ile bu yükün son yıllarda sonbahar mevsiminde Küçükçekmece Gölü'nde görülen alg patlamaları üzerinde etkisinin olduğu tespiti yapılmıştır.

Tülek (2006) tarafından yapılan çalışmada bir yıllık izleme programı ile Kızılırmak nehrinin su kalitesini belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada su örneklerinde pH, sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen (mg/L), tuzluluk, (g/L), iletkenlik (mS/cm), klorofil-a (mg/m³), toplam fosfor, orto fosfat (mg/L), nitrat azotu (mg/L), nitrit azotu (mg/L), amonyak azotu (mg/L), kjeldahl azotu (mg/L), BOİ (mg/L), AKM (mg/L) ve toplam koliform (EMS/100 mL) parametrelerinin analizleri yapılmış, analiz verileri değerlendirildiğinde Kızılırmak Nehri'nin su kalite sınıfları ve 1A baraj göl numune noktasının trofik durum indeksi belirlenmiştir. Su ortamında aşırı besin zenginleşmesiyle oluşan ötrofikasyona bağlı risk değerlendirmesi ve risk yönetimi yapılarak toplam fosfor, klorofil-a ve toplam azot parametreleri için yapılan risk hesaplamalarında ise genellikle risk kesri $RQ>1$ sonucuna varılmıştır. Elde edilen bütün bulgular sonucunda numune noktaları için potansiyel ya da yüksek risk olduğu değerlendirilmiştir.

Özecik (2006) çalışmasında Sapanca Gölü'ne gelen besi maddesini, derinlikle çözülmüş oksijen konsantrasyonunun değişimi ve mevsimsel sıcaklık değişimlerinin incelemesi amaçlanmıştır. Çalışma verileri D.S.İ. III. Bölge müdürlüğünün yapmış olduğu araştırma raporundan, (1989-1999 yıllarını kapsayan) elde edilerek göle akan derelerin besi yükü hesabı Vollenweider(1975) yaklaşımıyla besi yüklemesi değerlendirilmiştir. Ayrıca göl içi toplam fosfor, klorofil-a, toplam azot konsantrasyonu değerleri düzenlenerek, trofik durumu incelenmiştir. Göl içi toplam fosfor, toplam azot, seki diski derinliği, pH, demir ve silisyum dioksit ile klorofil-a konsantrasyonu arasında Data Fit 8.1 programı kullanılarak regresyon analizi yapılmış, OECD trofik ihtimal yaklaşımıyla gölün trofik durumu belirlenmiştir, Carlson (1977)'ın Trofik Durum İndeksi kullanılarak, gölün TSI değerleri tespit edilmiştir.

Çıplakoğlu (2006) tarafından Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e taşıdığı azot ve fosfor parametrelerinin oluşturduğu kirlilik yükünün bulunabilmesi için yerleşim yerlerinden, endüstrilerden, tarım ile ormanlık alanlardan gelen atık sularında inorganik azot ve fosfor parametrelerinin hesaplandığı ayrıca havzadaki baraj göllerinde de bu parametrelerin biriktirdiği senelik yükler alanlara göre bulunarak ve göller için literatürde verilen kriterlere göre hangi sınıfa girdiği belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda Sakarya Havzası'nın Avrupa Birliği'nde ve Türkiye'de tanımlanan hassas bölge tanımına uyduğu ve kirlenme yükünün azaltılması ve ötrofikasyonun önlenmesi gerektiği sonucuna varıldığı belirtilmiştir.

Ünlü ve ark (2008) tarafından Elazığ Kenti'nin güneydoğusunda yer alan Hazar Gölü'ünde yapılan çalışmada; dokuz örnekleme noktasından ve her bir noktada farklı beş derinlikten alınan su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreleri nin analizleri

yapılarak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğindeki (SKKY) kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri belirlenmiş ve ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri ile de karşılaştırılmıştır. Hazar Gölü SKKY'deki sınıflandırmaya göre I ve III. sınıf su kalitesinde bulunmaktadır. Ancak toplam fosfor açısından IV. sınıf su kalitesindedir. Toplam fosfor değerleri ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin üzerindedir. Gölde sürekli bir izleme programının uygulanması, çevresel yönetim için oldukça yararlı bilgiler sağlayacağı sonucuna varılmıştır

Özakkoyunlu (2007) tarafından, Kasım 2005 ile Eylül 2006 tarihleri arasında Çorum ili sınırları içerisinde yer alan Gölünyazı Gölü'nün su kalitesinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Gölünyazı Gölü'nden periyodik olarak iki ayda bir alınan su örnekleri laboratuvar ortamında fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiş ve yapılan analiz sonuçlarına göre gölün su kalitesi belirlenmiştir. Göl etrafında bulunan tarım arazilerinde yapılan gübreleme ve diğer kimyasal uygulamaların azaltılması, göle taşınan kirlilik yükünün kontrol altına alınmasını, gölde yasaklanmış olan balıkçılık faaliyetlerine devam edilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Yetgin (2009) çalışmasında, İstanbul Anadolu Yakasında bulunan Ömerli Baraj Gölünde, İSKİ tarafından 2004–2007 yılları arasında yapılmış ölçüm sonuçlarından hareketle gölün trofik durumunu ortaya koymayı amaçlamıştır. Göle akan derelerin besi yükü hesapları yapılmış ve Vollenweider (1976) yaklaşımıyla göle besi yüklemeleri incelenmiştir. OECD yaklaşımıyla gölün trofik durumu Carlson(1977)'in trofik durum indeksi kullanılarak incelenmiş gölün TSI değerleri bulunmuştur. Çalışma sonucunda toplam fosfor, klorofil-a, Z/rw gibi değerler Vollenweider (1975) tarafından ve OECD (1982) yaklaşımıyla ortaya konan eğrilere göre değerlendirilmiştir. Ötrofikasyon kontrol teknikleri araştırılarak mevcut duruma karşı alınabilecek önlemler için metotlar belirlenmiştir.

Kurt (2009) ' un 'İznik Gölünde Besi Maddesi Kirlenmesinin İncelenmesi ve Uygun Modelin Araştırılması'' adlı çalışmasında; göl su kalitesini belirleyen nütrientlerden biri olan fosfor için geliştirilmiştir. İznik Gölü'ne kaynaklardan giren yıllık fosfor yüklerinin farklı değerlerini dikkate alarak besi maddesi bekleme süresi modeli uygulanmıştır. Fosforun göl su kütleindeki denge konsantrasyonu ve bu konsantrasyona ulaşması için geçen süre hesaplanarak gölün ötrofik seviyeye yaklaştığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Öğün (2012)'ün Eymir Gölü'nde yaptığı çalışmada; gölün fiziksel yapısını ve trofik seviyesini, reaktif azot bileşiklerinin göl içindeki dağılımlarını ve döngüsünü (saatlik, mevsimsel ve bölgesel) incelemiştir. Göl sedimanı, su ve hava fazlarında yapılan azolu bileşik

analiz sonuçlarına göre; Eymir’de nitrifikasyon ve denitrifikasyonun aynı anda gerçekleşen ve birbirini takip eden süreçler olduğunu belirlemiştir. Eymir Gölü’nde yapılan çalışmalar sonucunda N_2O salımının bentik ve fotik zonlarda ters orantılı olduğunu, sedimanın 2-3 cm’lik yüzeyinin, N_2O ‘in ana salım kaynağı olarak görev yaptığını ve sedimanda üretilen gazın fazlar arası taşınımı ile atmosfere aktarıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca ötrofik göl ekosistemlerinin, reaktif azotlu bileşiklerin, rezervuarlar arası taşınımında etkili olduğu, özellikle N_2O ’in atmosfere salım kaynağı oldukları belirlemiştir. Çalışmada antropojenik olarak kirletilmiş doğal ekosistemlerin sera gazı salımı üzerindeki etkisinin ortaya çıktığı değerlendirilmesi yapılmıştır.

Varol (2013) ’un Batman Baraj Gölü nde seki disk derinliği, klorofil-a, toplam azot ve toplam fosfor değerlerini analiz ederek trofik durumunu belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda Batman Baraj Gölü’nün trofik durumu bakımından ötrofik sınıfa girdiğini, ortalama klorofil-a ($3.72 \mu g/L$) ve seki diski derinliği (3.05 m) değerlerine göre mezotrofik sınıfa girdiğini, Carlson (1977)’un ortalama TSI değerine göre ise baraj gölünün mezotrofik seviyede olduğunu ve ortalama TN:TP oranına göre fitoplankton gelişimini, azot ve fosforun birlikte sınırladığını tespit etmiştir.

İkinci (2016) tarafından 2012-2013-2014 yıllarını kapsayan dönemde, Sapanca Gölü ve Gölü besleyen derelerde (11 farklı noktadan alınan örneklerde) su kalitesi izleme ve değerlendirme amacıyla çalışma yapmıştır. Yapılan analizlerde elde edilen verilerin Hazen Yöntemi kullanarak %95 olasılıkla aşamayacak değerde olduğunu belirtmiş ve yönetmelik sınır değerleri ile kıyaslama yaparak, Sapanca Gölü havzası nutrient parametreleri açısından gölü besleyen derelerin yer üstü su kalitesi yönetmeliğine göre II, III, IV sınıf su kalitesine sahip olduğunu ve Sapanca Gölü konumu gereği bir çok sanayi kuruluşları ve çeşitli evsel ve endüstriyel atıklara maruz kaldığını, su kalitesi açısından risk oluşturan bir durumda olduğunu belirtmiştir.

Er (2016), çalışmasında Suat Uğurlu Baraj Gölü’nde ötrofikasyon kaynaklı oluşan kötü koku ve görüntünün nedenlerini tespit ederek, su -sediman kalitesini belirlemek ve gölü iyileştirmek için çözüm yolları sunmayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda dört istasyondan Eylül 2014–Ağustos 2015 tarihleri arasında su ve sediman örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ve ağır metallerin aylık ölçümlerini yaparak, Suat Uğurlu Baraj Gölü’nde asidik şartlarının baskın olduğu sonucuna varmıştır. Göl sedimanındaki pH değerlerinin, TP konsantrasyonları ile negatif bir ilişki, EC değerlerinin TN konsantrasyonları ile pozitif bir ilişki gösterdiği, sediman örneklerinde yapılan metal analizlerinde, birikim periyoduna bağlı

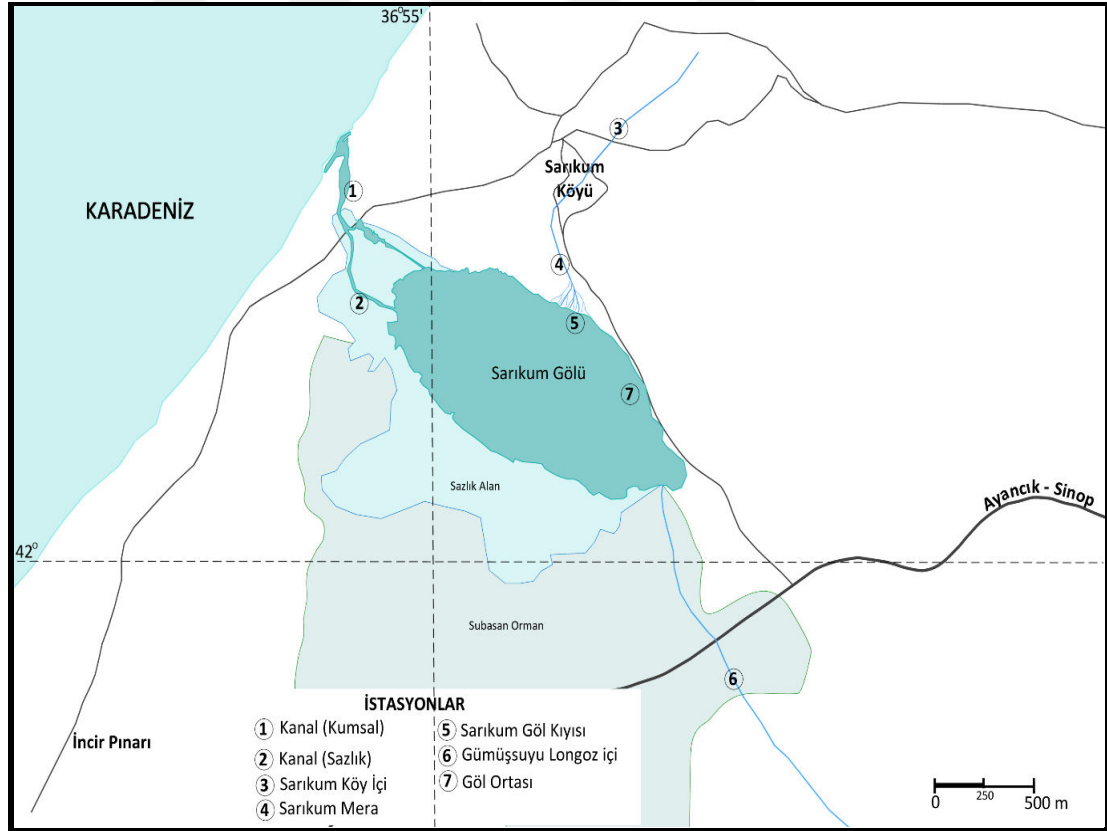
olarak kirliliğin izlenmesinin mümkün olduğu tespit edilmiş; ancak ciddi bir kirlilik gözlenmediği sonucuna varılmıştır. Araştırma sonuçları, gölde ilk aylarda hissedilen koku problemiyle birlikte gölün yüzeyindeki kötü görüntünün zamanla, yağışların ve kar erimelerinin de etkisiyle doğal olarak azaldığını göstermiştir.

Gündoğdu ve ark (2017) Sinop ili Sırakaraağaçlar Deresinde anyonik deterjan kirliliğinin araştırılmasında su kaynağının su kalitesini belirlemek için anyonik deterjan ve bazı fizikokimyasal parametre [pH, sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk, çözünmüş oksijen, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, toplam nitrat (NO_3+NO_2), fosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$)] ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Sırakaraağaçlar Deresinin Kıtaiçi Su Kaynakları Sınıflarına göre; anyonik deterjan düzeyinin II. ve III. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Su kaynağı olarak sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için; korunmasına, iyileştirilmesine yönelik tedbirlerin alınması ve çevreyi koruma bilincinin oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Bölgesi ve İstasyonların Belirlenmesi

Sarıkum Gölü; Sinop Yarımadasının batısında yer alır ve il merkezine 21 km uzaklıktadır. Gölün uzunluğu 2 km, genişliği 750 m, alanı 400 ha' dır. Küçük akarsularla beslenen gölün fazla suları denize dökülmektedir (ÇŞİM, 2012) Sarıkum Gölü, esas olarak güneyden Dereönü ve doğudan da Keçi Deresi ile beslenmektedir. Bunlar mevsimlik akarsular olup, yazın kurumaktadırlar. Sarıkum Gölü fazla sularını, kuzey kesiminde bulunan bir kanal ile denize ulaştırmaktadır. Göl çevresinde yerleşim yerlerinin bulunması, bilinçsizce yapılan tarımsal faaliyetlerin etkileri ve evsel atıkların zaman zaman göl çevresine bırakılması sonucu gölde kirliliğin giderek artmasına, tür çeşitliliğinin azalmasına neden olabileceği kaygısını yaratmaktadır. Gölde ötrofikasyona neden olan kirliliği ve etkilerini belirleme çalışmalarında su kalitesinin fiziksel ve kimyasal açıdan değerlendirilmesi suyun o anki durumu hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önemlidir (Şekil 3.1.1).



Şekil 3.1.1 Sarıkum Gölü'nde Su Örneklerinin Alındığı İstasyonlar

Çalışmada Kasım 2016 ve Ağustos 2017 tarihleri arasında bir yıl boyunca mevsimsel olarak sekiz kez örnekleme yapılmış ve arazi ölçümleri bu istasyonlarda gerçekleştirilmiştir. Örnekleme noktalarından alınan su örneklerinde, çeşitli fiziko-kimyasal özellikler belirlenmiştir. Sarıkum Göl'ünü temsil edebilecek alanlardan, su kaynağı sağlayan derelerden, Sarıkum gölünden, deniz bağlantı kanalından olacak şekilde toplam 7 istasyon [Kanal Kumsal (1), Kanal Sazlık (2), Sarıkum Köy içi (3), Sarıkum Mera (4), Sarıkum Göl kıyısı (5), Gümüşsuyu Longoz İçi (6), Sarıkum Göl Ortası (7)] belirlenmiştir. İstasyonların koordinatları Çizelge 3.1.1.gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Çalışmaya Ait İstasyonlar ve Koordinatları

İstasyon Adı	Koordinatları	İstasyon No
• Kanal kumsal	42°01'26,70"N 34°54'31,60"E	1
• Kanal sazlık	42°01'15,90"N 34°54'32,10"E	2
• Sarıkum köy içi	42°01'22,39"N 34°55'26,06"E	3
• Sarıkum mera	42°01'17,80"N 34°55'19,80"E	4
• Sarıkum Göl kıyısı	42°01'07,70"N 34°55'16,90"E	5
• Gümüşsuyu longoz içi	42°00'10,77"N 34°55'47,02"E	6
• Sarıkum göl ortası	42°00'47,80"N 34°55'43,00"E	7

3.2. İstasyonların Tanıtımı

3.2.1. İstasyon 1 (Sarıkum Kanal)

Sarıkum Gölünün kuzeyi Karadenize bakmaktadır. Buradan göle kanal yoluyla deniz suyu girdisi oluşmaktadır. Kanal akıntının fazla olduğu ve yağışların yoğun olduğu dönemlerde açılmakta ve deniz suyu ile göl suyu karıştırmaktadır (Şekil.3.2.1). Bu istasyon kanaldan gelen deniz suyunun göl suyunu nasıl etkilediğini incelemek amacı ile seçilmiştir.



Şekil 3.2.1. Sarıkum Kanalının Kapalı ve Açık Görüntüleri (İstasyonun 1)

3.2.2. İstasyon 2 (Sarıkum Sazlık)

Sarıkum Gölünün batısında sulu çayırılık, sazlık ve bataklık alanları bulunmaktadır. Bu istasyonun seçilmesinin nedeni gölün etrafında bulunan sazlık ve bataklık bölgeden gelen unsurların etkilerinin belirlenmesidir. İstasyon yeri (Şekil 3.2.2) de gösterilmektedir.



Şekil 3.2.2. Sarıkum Sazlık Görüntüleri (İstasyon 2)

3.2.3. İstasyon 3 (Sarıkum Köy İçi)

Sinop Sarıkum köyünün içerisinde geçen Sarıkum deresi istasyonu tarımsal ve insan kaynaklı faaliyetlerden uzak olduğu ve kirlenmenin olmadığı düşünülerek tercih edilmiştir. Bu istasyondan temiz su örneği alabilmek ve diğer istasyonlarla karşılaştırmak amacı ile belirlenmiştir (Şekil 3.2.3).



Şekil 3.2.3. Sarıkum Köy İçi Görüntüleri (İstasyon 3)

3.2.4. İstasyon 4 (Sarıkum Mera)

Sarıkum köyü içindeki dere evsel ve tarımsal faaliyetler sonucunda köyden kirlenerek çıkmakta ve meradan geçerek Sarıkum gölüne kirlilik taşımaktadır. Bu istasyonun seçilmesinin amacı evsel ve tarımsal faaliyetler sonucu oluşan ve göle taşınan kirliliği belirlemektir (Şekil 3.2.4).



Şekil 3.2.4. Sarıkum Mera Görüntüleri (İstasyon 4)

3.2.5. İstasyon 5 (Sarıkum Göl Kıyısı)

Sinop merkez ilçeye bağlı olan Sarıkum Göl'ünün çevresinde yerleşim alanı vardır ve Tabiatı Koruma Alanı içerisinde bulunmaktadır. Bu yerleşim yerlerinden, gölün bağlantılı olduğu derelerden ve deniz kanal aracılığıyla göle gelen kirliliği belirlemek amacı ile bu istasyon tercih edilmiştir. Gölün mevcut durumunun belirlemesi açısından oldukça önem arz eden istasyonların başında gelmektedir (Şekil 3.2.5).



Şekil 3.2.5. Sarıkum Göl Kıyısı Görüntüleri (İstasyon 5)

3.2.6. İstasyon 6 (Sarıkum Gümüşsuyu Longoz İçi)

Sinop-Ayancık devlet karayolunun üzerinde yer alan İstasyon, özellikle evsel faaliyetlerden kaynaklanan olası kirliliğin belirlenebilmesi amacıyla seçilmiş kirli bir istasyondur. Kirletici etkilerin oldukça fazla olduğu bir bölgede bulunan bu istasyon, olası kirletici etkilerin göl ortamına taşınmasında ve çevresel etkilerin belirlenmesinde etkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 3.2.6).



Şekil 3.2.6. Sarıkum Gümüşsuyu Longoz İçi Görüntüleri (İstasyon 6)

3.2.7. İstasyon 7 (Sarıkum Göl Ortası)

Sarıkum Gölü ülkemizde yer alan 135 adet uluslararası öneme sahip sulak alanlardan biridir. Gölün doğal özelliklerinin devamlılığı, tatlı su ve deniz suyu oranının dengede olabilmesiyle ilişkilidir. Tabiatı koruma alanı içerisinde yerleşim birimi bulunduğundan Sarıkum gölü etrafından gelen akıntılar, dereler ve deniz kanal yoluyla göle giriş yapan suların gölü ne ölçüde etkilediğini belirleyebilmek amacıyla, göl ortası olarak bu istasyon seçilmiştir (Şekil 3.2.7)



Şekil 3.2.7. Sarıkum Göl Ortası Görüntüleri (İstasyon 7)

3.3. Kullanılan Cihazlar

Analizlerde Kullanılan Cihazlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 3.3. Analizlerde Kullanılan Cihazlar

Analizlerde Kullanılan Cihazlar	
Cihaz Adı	Modeli ve Markası
Multiparametre Cihazı	YSI Professional
Etüv/Kurutma	Hana HI 9829
Spektrofotometre	RAYLEIGH UV-726
Hassas Teraziler	AS 200 ve KERN PCB
Vakum Pompası	NÜVE FN 500
Kül Fırını	NÜVE MF 120

3.4. Numune Alma İşlemi

Bu tez çalışmasında Sarıkum Göl'ünde, 2016-2017 yılları arasında mevsimsel (Sonbahar Kış, İlkbahar, Yaz) olarak belirlenen 7 istasyondan 8 örnekleme arazi çalışmaları yapılmıştır. Her bir istasyonun göle ne ölçüde kirlilik getirdiği bilinmediği için, gölün özelliklerini en iyi şekilde belirlemek ve çevresel etkileri tespit etmek amacıyla istasyonlar en elverişli noktalardan seçilmiştir.

Laboratuvarda örnekleme öncesi hazırlanan numune kaplarının temiz olmasına dikkat edilmiş bunun için numune şişeleri, iyice yıkanıp, yıkama çözeltisinden geçirilip, saf sudan geçirildikten sonra yıkanarak kullanılmıştır. Laboratuvarda hazırlanan koyu renkli cam şişeler arazide uygun bir şekilde kullanılarak numune alımı sağlanmıştır. Numunelerin tümü her analiz için farklı olan 1 ve 5 litrelik koyu renkli cam şişelere ve plastik su numune kaplarına konulmuştur. Numunenin laboratuvara getirildiğinde kolayca tanınabilmesi için numune şişesi veya kabı üzerine gerekli açıklamaların yazıldığı (alındığı tarih, numunenin alındığı yer, istasyon ve isim gibi) bir etiket bulundurulmuştur. Numune alınırken kapların içerisinde hava kalmamasına dikkat edilmiş ve kapların ağzı sıkıca kapatılmıştır. Alınan numunelerin güneşten etkilenmemesine dikkat edilmiş, soğuk numune taşıma kaplarına konmuş ve buz kalıpları ile desteklenmiş ve analizleri yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Araziden getirilen numuneler analiz koşullarına uygun olarak saklanmıştır. Laboratuvarda analiz yapılırken numunenin herhangi bir fiziksel veya kimyasal değişime uğramaması için gerekli önlemler alınmıştır (APHA, AWWA, 1995; TÇV, 1999).

3.5. Numunelere Yapılan Analizler

3.5.1. İstasyonda Yapılan Anlık Ölçümler

Yerinde ölçüm ve analiz çalışmaları sırasında numune alım noktasında pH, elektriksel iletkenlik (Eİ), sıcaklık (T) tuzluluk, bulanıklık, çözünmüş oksijen ve oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) ölçümleri yapılmıştır. Her istasyonda anlık olarak yapılmış olan bu ölçümlerde Hanna HI 9829 Model Multiparametre cihazı kullanılmıştır. Örnekleme öncesi cihazın gerekli kontrolü ve kalibrasyonu yapılarak arazide kullanıma hazırlanmıştır.

3.5.2. Kimyasal ve Fiziksel Analizler

2016 Kasım 2017 Ağustos ayları arasında mevsimsel olarak alınan su numunelerinin analizleri Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü Kimya laboratuvarında yapılmıştır. Kimyasal ve fiziksel analizler için laboratuvara getirilen su numuneleri zaman kaybetmeden Spektrofotometrik, gravimetrik, olarak analizleri yapılmıştır.

Laboratuvarda gerçekleştirilen nutrient analizleri spektrofotometrik yöntemlerle yapılmıştır (Egemen, 2011). Nutrient analizleri; NO_2^- (Nitrit), NO_3^- (Nitrat) , NH_4^+ (Amonyum), PO_4^{3-} (Fosfat), SiO_4^{-2} (Silisyum) ve klorofil-*a* tayini, anyonik deterjan tayini spektrofotometrik olarak, askıda katı madde analizi gravimetrik olarak yapılmıştır.

3.5.3. Spektrofotometrik Analizler

Su numunesinin Nitrit, Nitrat, Amonyum, Silisyum, Fosfat, Klorofil-*a*, Anyonik Deterjan tayinleri Rayleigh UV-726 marka spektrofotometre ile yapılmıştır.

3.5.3.1. Nitrit Tayini

Nitrit tayini “fenoldislfonilik asit metodu”na göre yapılmıştır. Tayin için önce çeşitli konsantrasyonlarda standartlar hazırlanmış ve bu standartlardan kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur.

Analiz için numunelerden belirli miktar alınıp üzerlerine sülfanilik asit çözeltisi ilave edilip karıştırıldıktan sonra 10 dk kadar beklenilmiş daha sonra üzerine alfa-naftilamin hidroklorr çözeltisi ile sodyum asetat çözeltisi ilave edildikten sonra homojen bir karışım olması için 10 dk karıştırıldıktan sonra örnekler, 543 nm’de RAYLEIGH UV-726 marka spektrofotometre cihazında ölçülmüş ve absorbansları saptanmıştır. Kalibrasyon grafiğinden yararlanarak ortamdaki NO_2^- konsantrasyonları belirlenmiştir (Egemen, 2011).

3.5.3.2. Nitrat Tayini

Nitrit azotu tayininde olduğu gibi, “fenoldislfonilik asit metodu”na göre yapılmıştır. Tayin için, önce çeşitli konsantrasyonlarda standartlar hazırlanmış ve bu standartlardan kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Analiz sırasında numunelerden belirli bir miktar alınıp, üzerlerine fenol-sodyum fenat tamponu ve hidrazin-bakır indirgeme reaktifi ilave edilmiştir ve numune iyice karıştırıldıktan sonra ağızları kapatılarak 24 saat karanlık bir yerde bekletilmişlerdir. Gerekli reaktifler eklenip, yeterli süre beklemeler yapıldıktan sonra, numune 543 nm’de RAYLEIGH UV-726 marka spektrofotometre cihazında llmştir ve absorbansları saptanmıştır. Kalibrasyon grafiğinden yararlanarak ortamdaki $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ miktarları saptanır. Daha önce bulunan NO_2^- değeri çıkartılarak ortamdaki NO_3^- miktarı bulunur (Egemen, 2011).

3.5.3.3. Silisyum Tayini

Silisyumun numunelerdeki tayini için, 50 ml.'lik mezüre belirli bir miktar molibdat çözeltisi ve 25 ml. deniz suyu örneklerinden ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. 10 dk. beklendikten sonra indirgeme reaktifi mezürde 50 ml. çizgisine kadar doldurulup karıştırma işlemi yapılmış ve 1 saat sonra 810 nm dalga boyunda Rayleigh UV-726 marka spektrofotometre cihazı ile örneklerin absorbensları saptanmıştır (Egemen, 2011).

3.5.3.4. Fosfat Tayini

Numune kabına 50 ml örnek alınarak üzerine 5 ml reaktif karışımı (Amonyum molibdat, Sülfürik asit, Askorbik asit, Potasyum antimon tartarat) eklenmiş ve 10 dakika bekleme süresi sonunda 700 nm dalga boyunda ölçüm işlemi gerçekleştirilerek, sonuçlar kaydedilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

3.5.3.5. Amonyum Tayini

Fenol-hipoklorit yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre ortamdaki NH_3 , fenol ve hipoklorit iyonu ile mavi renkli indofenol vermek üzere reaksiyona girer. Bu yöntem hızlı ve basit olup, destilasyon ve ekstraksiyon gibi işlemler gerektirmemektedir.

İşlem olarak analizi yapılacak örneklerden 50 ml alınmış, üzerlerine gerekli çözeltiler ilave edilir ağzı kapatılıp karanlık bir yerde 1 saat bekletildikten sonra 640 nm'de spektrofotometrede absorbensları saptanarak kalibrasyon grafiği yardımıyla ortamdaki NH_4^+ miktarı saptanır (Egemen, 2011).

3.5.3.6. Klorofil-a Tayini

1 lt numune GF/C 0.45 μm göz açıklığına sahip filtre kağıtlarından süzülmemektedir. Asitleşmeyi engellemek amacıyla, filtre kâğıtları birkaç damla %1'lik MgCO_3 ile ıslatılır ve vakum sistemi ile süzme gerçekleştirilmiştir. Süzülen filtre kağıtları katlanarak 15 ml lik santrifüj tüplerine yerleştirilmiştir. Santrifüj tüplerine 10 ml %90'lık aseton çözeltisi eklenerek buzdolabında 1 gece saklanarak klorofilin asetona geçmesi sağlanmıştır. 24 saat sonra oda sıcaklığında 2000 devirde 10 dakika santrifüj edilen örneklerin 750, 664, 647, 630 nm 'deki absorbens değerleri, spektrofotometre de okunarak belirlenmiştir (Şekil 3.5.3.6.1). 664, 647, 630 nm 'deki absorbens değerleri 750 nm deki absorbens değerinden çıkartılarak turbitiden kaynaklanan hatalı okumalar engellenmeye çalışılmış, okuma yapılan örneklerle 2 damla 1 N HCl ilavesi yapılarak tekrar aynı dalga boyunda okuma gerçekleştirilir. Değerler kaydedilerek formül yardımı ile Klorofil-a miktarları hesaplanmıştır (Parson ve ark, 1984)



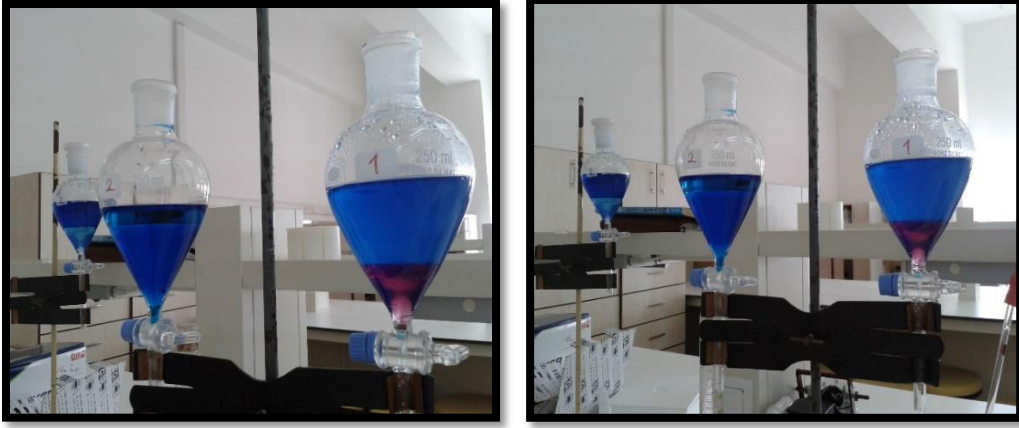
Şekil 3.5.3.6. Klorofil-A Tayininde Kullanılan Santrifuj Cihazı

3.5.3.7. Anyonik Deterjan Tayini

Anyonik deterjan tayininde yapılan yöntem, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle ekstraksiyonu sonucu meydana gelen mavi renkli tuzun kloroform maddesi ile çözülmesinin spektrofotometrik olarak ölçümüne dayanmaktadır (APHA, AWWA, WPCF, 1995).

Araştırma yapılan Sarıkum Gölü'nde belirlenen istasyonlarda mevsimsel olarak 500 ml'lik polietilen şişelere su örnekleri alınarak analizleri yapılmak üzere Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarına getirilmiştir. Anyonik deterjan tayini için gerekli hazırlıklar yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Analiz işlemi için 250 ml'lik iki ayırma hunisi kullanılır. İlk ayırma hunisine analiz edilecek örnekten 100 ml koyulur, üzerine 10mL tampon çözelti, 2 ml H_2O_2 (hidrojen peroksit), 5 ml nötr metilen mavisini eklenir ve daha sonra 20 ml kloroform ilave edilerek 5 dakika kadar çalkalanır. Faz ayrılması için 5 dakika beklenir. Altta toplanan faz, içerisinde 110 ml saf su, 5 ml asidik metilen mavisinin bulunduğu diğer bir ayırma hunisine alınır. İlk ayırma hunisine tekrar 20 mL kloroform daha eklenip iyice çalkalanır (Şekil 3.5.3.7.). Faz ayrılması için 5 dakika beklenir ve altta toplanan faz yine ikinci ayırma hunisine alınır. İkinci ayırma hunisi de iyice çalkalandıktan sonra huninin altında toplanan faz kloroform ile ıslatılmış cam pamuğu bulunan cam huniden süzülerek 50 ml lik balon jöjeye aktarılır ve balon jöje seviyesi Kloroform ile 50 ml'ye tamamlanır.



Şekil 3.5.3.7. Anyonik Deterjan Miktarının Belirlenmesinde Örneklerin Hazırlanışı

Örneklerin absorpsanları Spektrofotometre (Rayleigh – VIS 723 Spectrophotometer) (Şekil 3.5.3.7.1) ile 652 nm’de okunarak ve standart eğriden yararlanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.5.3.7.1. Spektrofotometre (Rayleigh – VIS 723) Cihazı

3.5.4. Gravimetrik Analiz

Gravimetrik analizler ağırlık ölçümlerine dayalı analizlerdir. Genel olarak hassas terazi yardımı ile analizler gerçekleştirilmektedir (Tan, 2006).

3.5.4.1. Toplam Askıda Katı Madde- Organik Madde Tayini

Whatman filtre kağıtları GF/C analiz öncesi yaklaşık 500 °C ‘de 6-8 saat kül fırınında yakılmıştır (Şekil 3.5.4.1.). Yakılan filtre kağıtları saf su ile yıkanarak alüminyum folyo üzerinde 75°C’de 1 saat etüvde kurutulmuştur. Daha sonra filtre kağıtları soğuması için desikatöre alınmış ve 15-20 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda hassas terazide tartımları

(W_1) alınarak kaydedilmiştir. Her istasyondan ayrı ayrı alınan numuneler (2 L) ikiye paralel olarak vakumlu süzme aletiyle filtre kağıdından süzölmüş ve filtre kağıtları hasas bir şekilde alüminyum folyo üzerine konmuş ve 100 °C'lik etüvde 1 saat olacak şekilde tekrar kurumaya bırakılmıştır. Etüvden çıkarılan filtre kağıtları tekrar desikatöre alınmış, 15-20 dakika bekletilmiş ve hassas terazi yardımı ile tartılarak ağırlık (W_2) değeri not edilmiştir. Daha sonra organik madde oranı bulunması için tekrar 500 °C 'de 6-8 saat kül fırınında yakılmıştır. Kül fırınından çıkarılan filtre kağıtları desikatöre alınarak 15-20 dakika bekletilmiş ve sonunda tekrar tartılarak ağırlıkları (W_3) kayıt edilmiştir. Bu işlem bütün istasyondaki numuneler süzöldükten sonra toplu olarak yapılmıştır. Tüm bulunan değeri formöl yardımı ile (mg/L) hesaplanmıştır (Stirling, 1985)



Şekil 3.5.4.1. Organik Madde Tayini İçin Etüve ve Süzme İşlemine Ait Görüntü

4. BULGULAR

Sinop il sınırları içerisinde bulunan Sarıkum Gölü su kalite parametrelerinin belirlenmesi amacı ile Kasım 2016- Ağustos 2017 tarihleri arasında bir yıl boyunca toplam 7 istasyondan mevsimsel olarak örnekler alınarak incelenmiştir. Göl ve çevresindeki istasyonlar belirlenirken, ötrofik koşullar ve mevsimsel değişimler göz önüne alınarak seçilmiştir. Göle derelerden gelen deşarj noktaları ve denizden kanal yoluyla bağlantısı olan noktalar göz önüne alınarak örnekleme istasyonları belirlenmiştir. Sarıkum Gölüne girdisi olan kaynakların, Gölün su kalitesine ve ötrofikasyona etkisinin olup olmadığı durumların ortaya çıkarılması amacıyla izlenmesi hedeflenmiştir.

Sarıkum Gölü'nde ötrofik durumu izlemek için 15 adet fiziko-kimyasal parametre belirlenmiştir. Bu parametreler tüm istasyonlarda yerinde ve anlık örneklemler şeklinde yapılmıştır. Belirlenen parametrelerin 7 tanesi portatif ölçüm aletleri ile arazide gerçekleştirilmiş, diğer 8 tane analiz ise alınan su örnekleri ise laboratuvarında spektrofotometrik metotlarla belirlenmiştir.

Arazi çalışmalarının yapıldığı 1 yıllık periyot boyunca gölün sonbahar, kış ilkbahar ve yaz aylarındaki ötrofik durumunu, su kalitesini belirlemek ve değerlendirmek için grafik ve çizelgeler halinde sunulmuştur. İncelenen fiziko-kimyasal parametreler sonucunda elde edilen bulguların aritmetik ortalamaları, standart hataları Excel programında hesaplanmış farklılık testleri için Minitab 17 paket programı kullanılarak Tukey testi ile sonuçlar elde edilmiştir.

4.1. pH

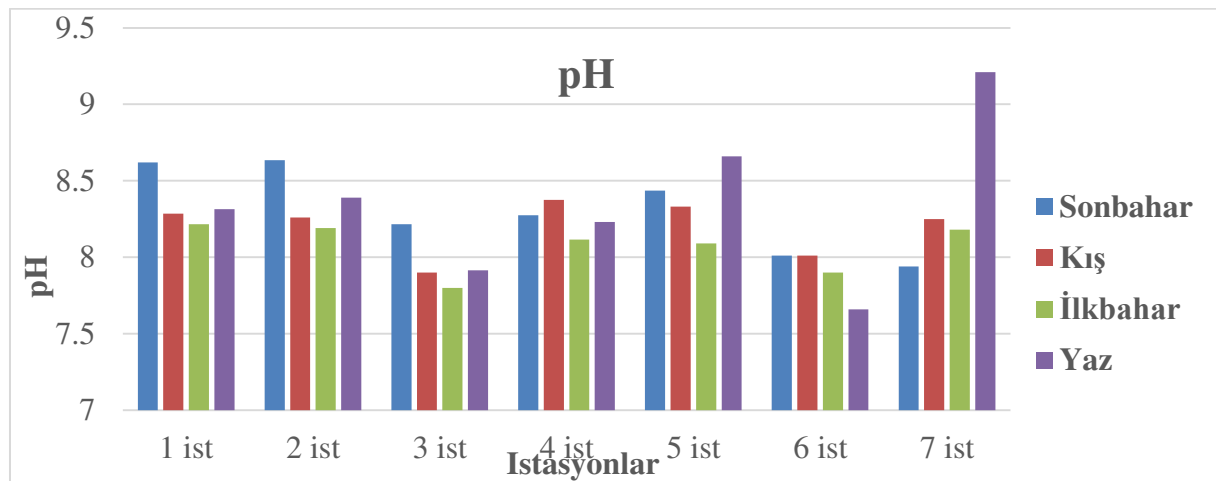
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama pH değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.1.1. verilmiştir.

Çizelge 4.1.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel pH, Ortalama, Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama ± Standart Hata			
pH	1	8.62±0.04 ^{aA}	8.285±0.217 ^{abA}	8.215±0.026 ^{bA}	8.315±0.032 ^{aA}
	2	8.635±0.043 ^{aA}	8.26±0.260 ^{abA}	8.19±0.012 ^{bA}	8.39±0.023 ^{aA}
	3	8.215±0.061 ^{abC}	7.90±0.035 ^{abBC}	7.80±0.017 ^{bBC}	7.915±0.009 ^{abC}
	4	8.275±0.043 ^{aAB}	8.375±0.043 ^{abAB}	8.115±0.020 ^{bAB}	8.23±0.017 ^{aAB}
	5	8.435±0.141 ^{aA}	8.33±0.191 ^{abA}	8.09±0.052 ^{bA}	8.66±0.069 ^{aA}
	6	8.01±0.040 ^{aC}	8.01±0.087 ^{abC}	7.90±0.035 ^{bC}	7.66±0.000 ^{aC}
	7	7.94±0.006 ^{aA}	8.25±0.277 ^{abA}	8.18±0.006 ^{bA}	9.21±0.133 ^{aA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen pH değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en yüksek pH değeri 9.21 olarak 7. istasyonda yaz mevsiminde; en düşük pH değeri 7.66 ile 6. istasyonda yaz mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.1.1. İstasyonlardaki pH Değerlerinin Mevsimsel Değişimleri

4.2. Sıcaklık

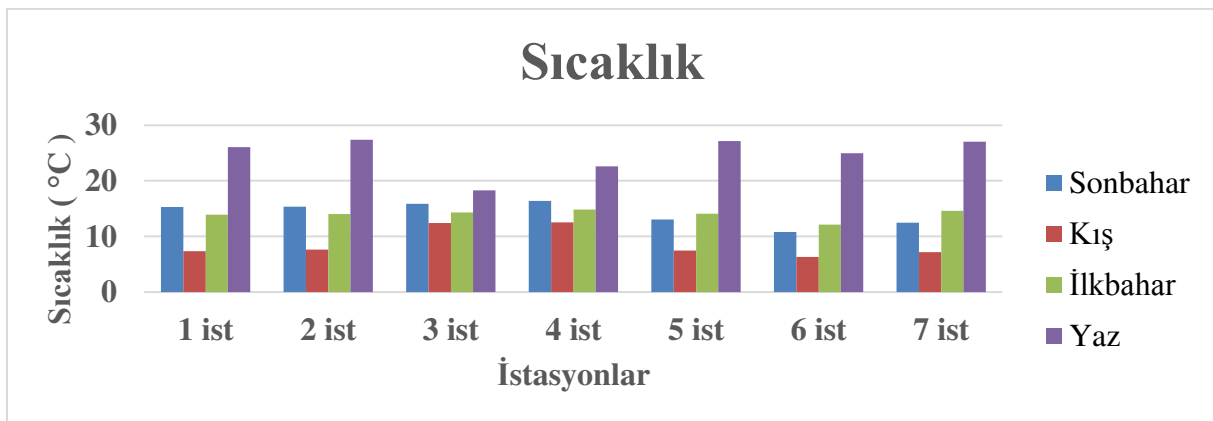
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.2.1. verilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	1	15.29 $\pm$ 0.04 ^{bA}	7.375 $\pm$ 0.967 ^{cA}	13.905 $\pm$ 0.580 ^{bA}	26.04 $\pm$ 0.127 ^{aA}
	2	15.335 $\pm$ 1.059 ^{bA}	7.64 $\pm$ 1.062 ^{cA}	14.055 $\pm$ 0.777 ^{bA}	27.41 $\pm$ 0.196 ^{aA}
	3	15.905 $\pm$ 0.332 ^{bA}	12.4 $\pm$ 0.087 ^{cA}	14.35 $\pm$ 0.185 ^{bA}	18.305 $\pm$ 0.066 ^{aA}
	4	16.41 $\pm$ 1.282 ^{bA}	12.555 $\pm$ 0.014 ^{cA}	14.835 $\pm$ 0.038 ^{bA}	22.61 $\pm$ 0.075 ^{aA}
	5	13.055 $\pm$ 1.752 ^{bA}	7.455 $\pm$ 0.956 ^{cA}	14.065 $\pm$ 0.857 ^{bA}	27.175 $\pm$ 0.009 ^{aA}
	6	10.805 $\pm$ 2.029 ^{bA}	6.34 $\pm$ 0.699 ^{cA}	12.115 $\pm$ 1.048 ^{bA}	24.945 $\pm$ 0.436 ^{aA}
	7	12.505 $\pm$ 0.967 ^{bA}	7.205 $\pm$ 0.921 ^{cA}	14.62 $\pm$ 0.762 ^{bA}	27.025 $\pm$ 0.153 ^{aA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P>0.05$), mevsimler arası ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir

Sıcaklık mevsimlere bağlı olarak değişim göstermekte olup araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen sıcaklık $^{\circ}\text{C}$ değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük sıcaklık 6.34 $^{\circ}\text{C}$ ile 6. istasyon da kış mevsiminde en yüksek sıcaklık ise 27.4 $^{\circ}\text{C}$ ile 2. istasyonunda yaz mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.2.1. İstasyonlardaki Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) Değerlerinin Mevsimsel Değişimleri

4.3. Tuzluluk

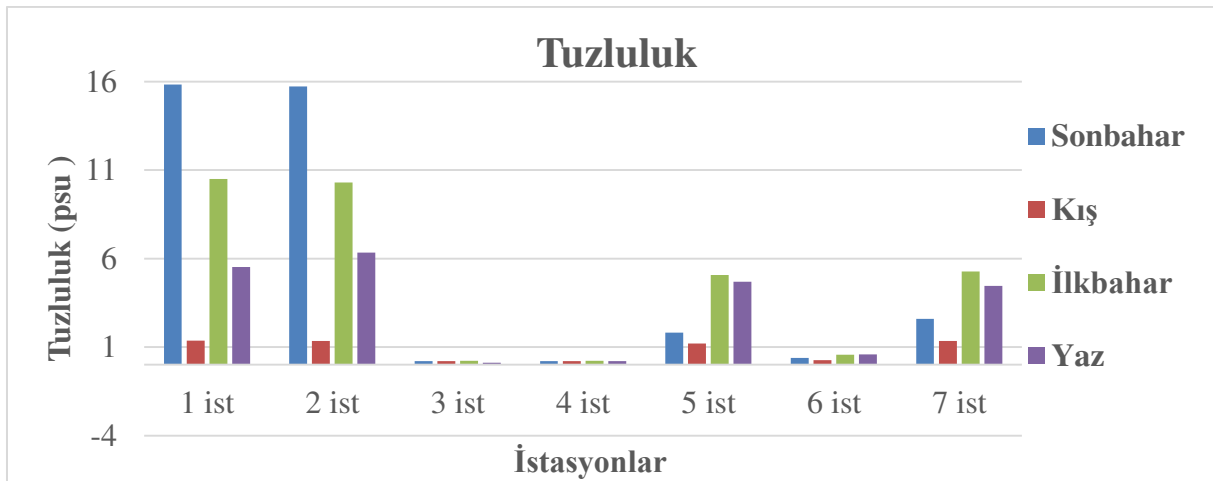
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama tuzluluk psu (practical salinity unit) cinsinden değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.3.1. verilmiştir.

Çizelge 4.3.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Tuzluluk (psu), Ortalama - Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
Tuzluluk (psu)	1	15.825 $\pm$ 0.800 ^{aA}	1.365 $\pm$ 0.650 ^{bA}	10.505 $\pm$ 2.543 ^{aA}	5.515 $\pm$ 0.875 ^{abA}
	2	15.725 $\pm$ 0.546 ^{aA}	1.34 $\pm$ 0.618 ^{bA}	10.3 $\pm$ 2.731 ^{aA}	6.34 $\pm$ 0.779 ^{abA}
	3	0.215 $\pm$ 0.009 ^{ab}	0.2 $\pm$ 0.000 ^{bB}	0.225 $\pm$ 0.009 ^{ab}	0.117 $\pm$ 0.054 ^{abB}
	4	0.215 $\pm$ 0.003 ^{ab}	0.205 $\pm$ 0.003 ^{bB}	0.225 $\pm$ 0.003 ^{ab}	0.21 $\pm$ 0.012 ^{abB}
	5	1.815 $\pm$ 0.141 ^{ab}	1.2 $\pm$ 0.572 ^{bB}	5.075 $\pm$ 0.505 ^{ab}	4.685 $\pm$ 0.228 ^{abB}
	6	0.395 $\pm$ 0.026 ^{ab}	0.265 $\pm$ 0.078 ^{bB}	0.565 $\pm$ 0.026 ^{ab}	0.58 $\pm$ 0.017 ^{abB}
	7	2.60 $\pm$ 0.035 ^{ab}	1.345 $\pm$ 0.673 ^{bB}	5.265 $\pm$ 0.193 ^{ab}	4.455 $\pm$ 0.107 ^{abB}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Tuzluluk değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Tuzluluk değeri 0.117 (psu) ile 3. istasyonunda yaz mevsiminde en yüksek Tuzluluk değeri 15.825 (psu) ile 1. istasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.3.1. İstasyonlardaki Tuzluluk (psu) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.4. Çözünmüş Oksijen

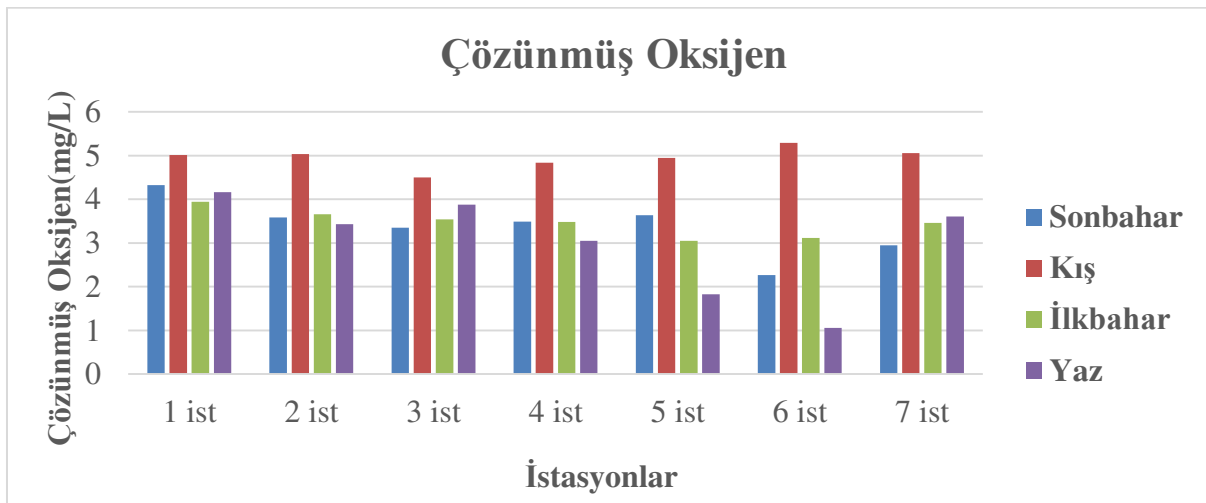
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama Çözünmüş Oksijen (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.4.1. verilmiştir.

Çizelge 4.4.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Çözünmüş Oksijen(mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama ± Standart Hata			
Doymuş Oksijen (mg/L)	1	4.325±0.465 ^{bA}	5.015±0.217 ^{aA}	3.945±0.632 ^{bA}	4.165±0.315 ^{bA}
	2	3.585±0.153 ^{bAB}	5.035±0.222 ^{aAB}	3.66±0.687 ^{bAB}	3.43±0.075 ^{bAB}
	3	3.35±0.052 ^{bAB}	4.5±0.052 ^{aAB}	3.545±0.580 ^{bAB}	3.875±0.061 ^{bAB}
	4	3.49±0.052 ^{bAB}	4.835±0.066 ^{aAB}	3.48±0.889 ^{bAB}	3.05±0.040 ^{bAB}
	5	3.64±0.139 ^{bAB}	4.945±0.153 ^{aAB}	3.05±0.976 ^{bAB}	1.83±0.433 ^{bAB}
	6	2.265±0.309 ^{bB}	5.295±0.228 ^{aB}	3.115±1.215 ^{bB}	1.055±0.084 ^{bB}
	7	2.95±0.052 ^{bAB}	5.06±0.185 ^{aAB}	3.46±0.808 ^{bAB}	3.61±0.445 ^{bAB}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Çözünmüş Oksijen (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Çözünmüş Oksijen değeri 1.055 (mg/L) ile 6. İstasyonunda yaz mevsiminde en yüksek Çözünmüş Oksijen değeri 5.295 (mg/L) ile 6. istasyonunda kış mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.4.1. İstasyonlardaki Çözünmüş Oksijen(mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.5. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)Değeri

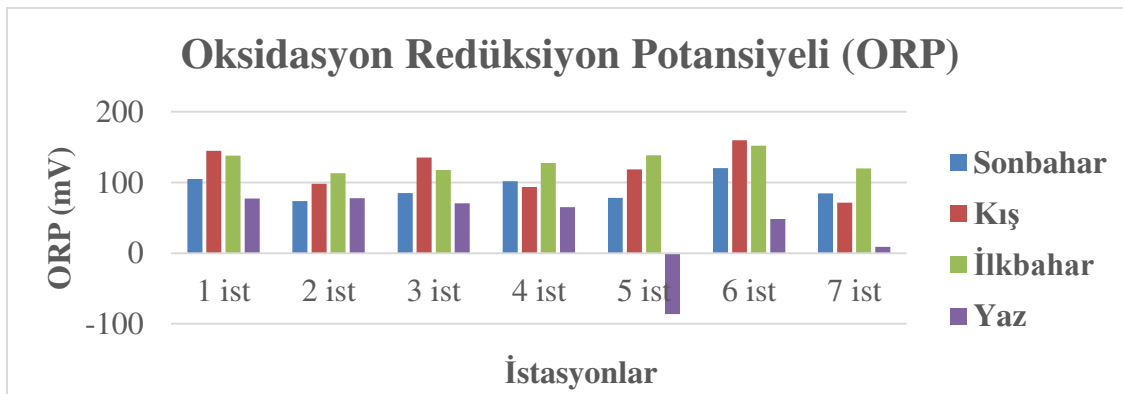
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama ORP (mV) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.5.1. verilmiştir.

Çizelge 4.5.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel ORP (mV), Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
ORP (mV)	1	104.85 $\pm$ 24.624 ^{bA}	144.75 $\pm$ 0.722 ^{abA}	138.2 $\pm$ 1.617 ^{aA}	77.15 $\pm$ 4.013 ^{cA}
	2	73.6 $\pm$ 30.484 ^{bAB}	98.05 $\pm$ 2.165 ^{abAB}	113 $\pm$ 7.506 ^{aAB}	77.8 $\pm$ 2.021 ^{cAB}
	3	85.2 $\pm$ 9.411 ^{bAB}	135.5 $\pm$ 3.608 ^{abAB}	117.5 $\pm$ 2.598 ^{aAB}	70.6 $\pm$ 0.231 ^{cAB}
	4	101.85 $\pm$ 17.465 ^{bAB}	93.55 $\pm$ 6.726 ^{abAB}	127.45 $\pm$ 5.398 ^{aAB}	65.2 $\pm$ 9.064 ^{cAB}
	5	78.4 $\pm$ 20.958 ^{bB}	118.35 $\pm$ 29.358 ^{abB}	138.4 $\pm$ 10.854 ^{aB}	-86.3 $\pm$ 77.423 ^{cB}
	6	120.5 $\pm$ 18.475 ^{bA}	159.8 $\pm$ 17.147 ^{abA}	152.05 $\pm$ 48.064 ^{aA}	48.25 $\pm$ 15.329 ^{cA}
	7	84.7 $\pm$ 20.380 ^{bAB}	71.55 $\pm$ 5.514 ^{abAB}	119.75 $\pm$ 3.839 ^{aAB}	8.9 $\pm$ 17.032 ^{cAB}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli, ORP (mV) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli değeri -86.3ORP (mV) ile 5. İstasyonunda yaz mevsiminde en yüksek Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli değeri 159.8ORP (mV) ile 6. istasyonunda kış mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.5.1. İstasyonlardaki ORP (mV) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.6. Toplam Çözünmüş Madde

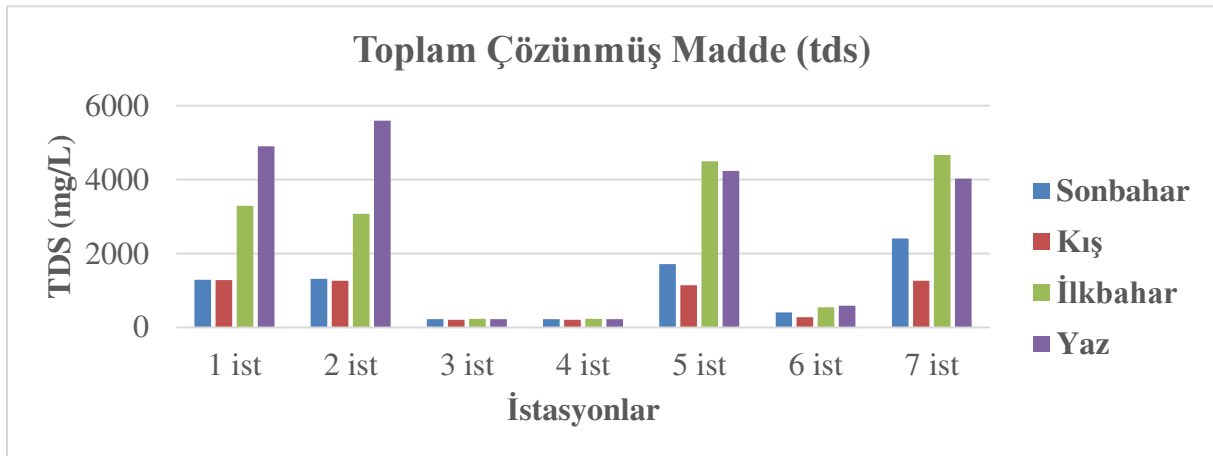
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama Toplam Çözünmüş Madde (TDS) (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.6.1. verilmiştir.

Çizelge 4.6.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Toplam Çözünmüş Madde (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
TDS (mg/L)	1	1287 $\pm$ 61.776 ^{bA}	1280 $\pm$ 596.114 ^{bA}	3290 $\pm$ 1193.383 ^{aA}	4899 $\pm$ 728.039 ^{aA}
	2	1312 $\pm$ 24.249 ^{bA}	1262 $\pm$ 566.669 ^{bAB}	3076 $\pm$ 1065.211 ^{aAB}	5593 $\pm$ 639.415 ^{aAB}
	3	222 $\pm$ 6.351 ^{bB}	210 $\pm$ 0.866 ^{bB}	228 $\pm$ 8.660 ^{aB}	226 $\pm$ 4.330 ^{aB}
	4	227 $\pm$ 3.464 ^{bB}	209 $\pm$ 1.732 ^{bB}	228 $\pm$ 2.887 ^{aB}	220 $\pm$ 11.839 ^{aB}
	5	1709 $\pm$ 122.110 ^{bA}	1137 $\pm$ 528.853 ^{bA}	4490 $\pm$ 404.434 ^{aA}	4233 $\pm$ 200.629 ^{aA}
	6	403 $\pm$ 24.537 ^{bB}	271 $\pm$ 75.633 ^{bB}	544 $\pm$ 38.394 ^{aB}	586 $\pm$ 17.032 ^{aB}
	7	2409 $\pm$ 30.600 ^{bA}	1259 $\pm$ 618.919 ^{bA}	4667 $\pm$ 160.503 ^{aA}	4025 $\pm$ 92.665 ^{aA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen TDS (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük TDS değeri 209 (mg/L) ile 4. İstasyonunda kış mevsiminde, en yüksek TDS değeri 5593 (mg/L) ile 2. İstasyonunda yaz mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.6.1. İstasyonlardaki Toplam Çözünmüş Madde (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.7. İletkenlik

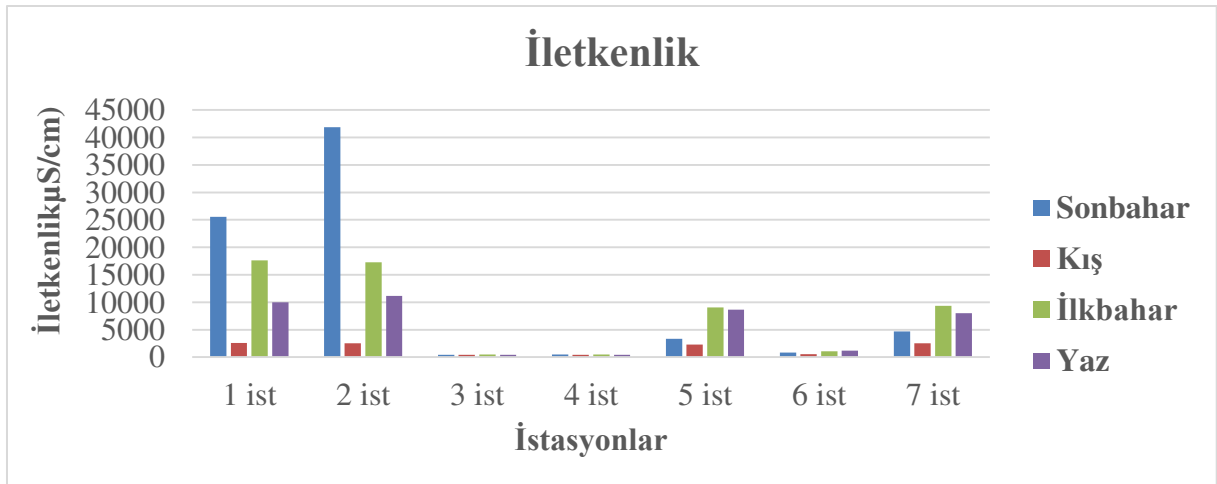
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalamailetkenlik ($\mu\text{S/cm}$) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.7.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7.1. Sarıkum Gölünün Mevsimselİletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)	1	25530 $\pm$ 1351 ^{aAB}	2556 $\pm$ 1191.65 ^{bAB}	17615 $\pm$ 3951.9 ^{aAB}	10007.3 $\pm$ 1600.7 ^{abAB}
	2	41845 $\pm$ 8524 ^{aA}	2518 $\pm$ 1132.18 ^{bA}	17268.3 $\pm$ 4250.1 ^{aA}	11178 $\pm$ 1282.8 ^{abA}
	3	443 $\pm$ 12.124 ^{aC}	419 $\pm$ 1.732 ^{bC}	457.3 $\pm$ 17.6 ^{aC}	449 $\pm$ 9.815 ^{abC}
	4	472 $\pm$ 16.743 ^{aC}	414 $\pm$ 5.196 ^{bC}	461 $\pm$ 4.61 ^{aC}	438.3 $\pm$ 23.3 ^{abC}
	5	3341 $\pm$ 201.207 ^{aBC}	2273 $\pm$ 1059.4 ^{bBC}	9041.3 $\pm$ 790.1 ^{aBC}	8635.3 $\pm$ 546.4 ^{abBC}
	6	807 $\pm$ 48.497 ^{aC}	528.3 $\pm$ 144.6 ^{bC}	1083.3 $\pm$ 74.1 ^{aC}	1171 $\pm$ 34.6 ^{abC}
	7	4688 $\pm$ 135.39 ^{aBC}	2514 $\pm$ 1238.9 ^{bBC}	9350 $\pm$ 330.2 ^{aBC}	7992.3 $\pm$ 194.8 ^{abBC}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve Mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük İletkenlik değeri 414 ($\mu\text{S/cm}$) ile 4. İstasyonunda kış mevsiminde, en yüksek İletkenlik değeri 41845 İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) ile 2. İstasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.7.1. İstasyonlardaki İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.8. Amonyum Azotu

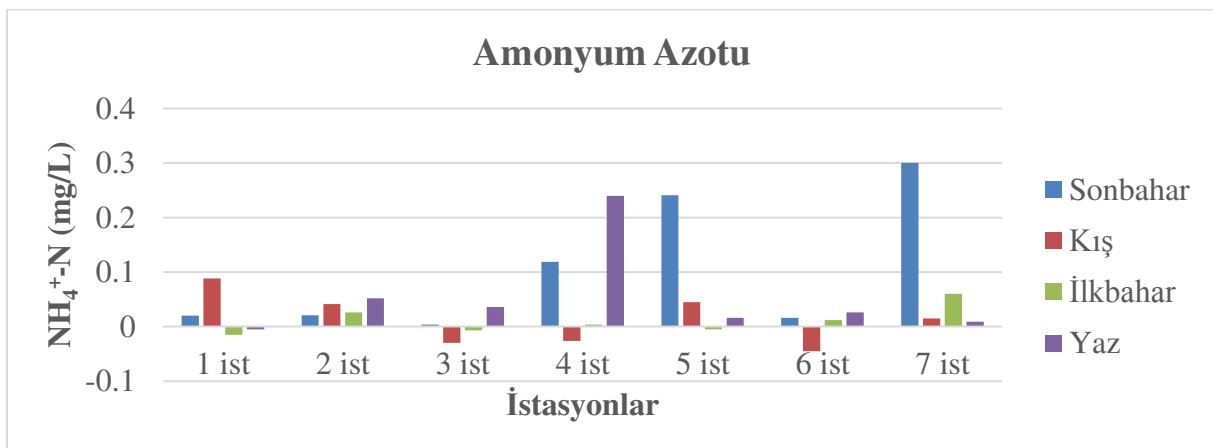
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.8.1. verilmiştir.

Çizelge 4.8.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Amonyum $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
Amonyum $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L)	1	0.020 $\pm$ 0.001 ^{aAB}	0.088 $\pm$ 0,033 ^{bAB}	-0.015 $\pm$ 0.006 ^{bAB}	-0.005 $\pm$ 0.004 ^{abAB}
	2	0.021 $\pm$ 0,004 ^{aAB}	0.041 $\pm$ 0,003 ^{bAB}	0.026 $\pm$ 0.004 ^{bAB}	0.052 $\pm$ 0.042 ^{abAB}
	3	0.004 $\pm$ 0.002 ^{aB}	-0.030 $\pm$ 0.018 ^{bB}	-0.007 $\pm$ 0.011 ^{bB}	0.036 $\pm$ 0.021 ^{abB}
	4	0.119 $\pm$ 0,032 ^{aAB}	-0.026 $\pm$ 0.007 ^{bAB}	0.004 $\pm$ 0,008 ^{bAB}	0.240 $\pm$ 0.067 ^{abAB}
	5	0.241 $\pm$ 0.013 ^{aAB}	0.045 $\pm$ 0.018 ^{bAB}	-0.005 $\pm$ 0.002 ^{bAB}	0.016 $\pm$ 0.014 ^{abAB}
	6	0.016 $\pm$ 0.009 ^{aB}	-0.045 $\pm$ 0.004 ^{bB}	0.012 $\pm$ 0.007 ^{bB}	0.026 $\pm$ 0.001 ^{abB}
	7	0.300 $\pm$ 0.014 ^{aA}	0.015 $\pm$ 0.013 ^{bA}	0.060 $\pm$ 0.007 ^{bA}	0.009 $\pm$ 0.011 ^{abA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arasındaki farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), Mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Amonyum değeri -0.005 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) ile 1. İstasyonunda yaz mevsiminde, en yüksek Amonyum değeri 0.300 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) ile 7. İstasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.8.1. İstasyonlardaki Amonyum Azotu (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.9. Fosfat

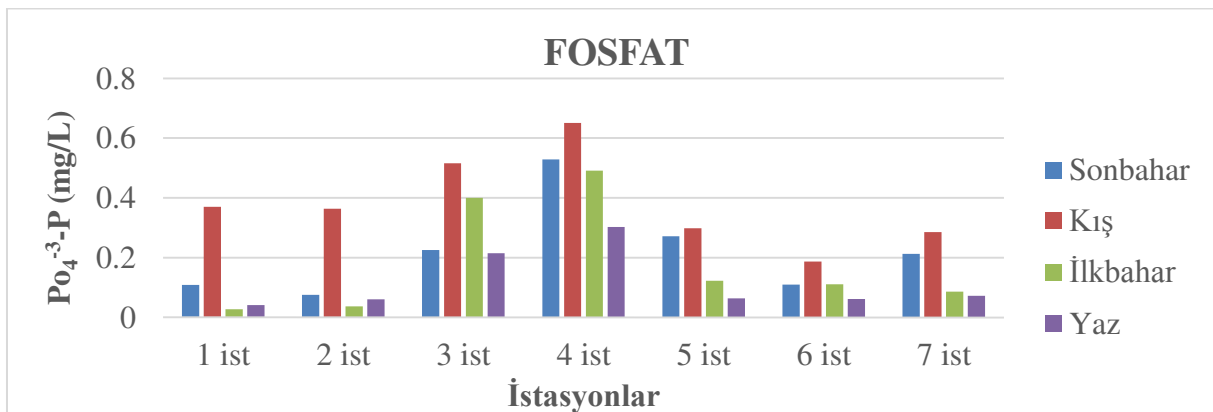
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.91. verilmiştir.

Çizelge 4.9.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Fosfat $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
$\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ (mg/L)	1	0.109 $\pm$ 0.028 ^{bc}	0.370 $\pm$ 0.004 ^{aC}	0.027 $\pm$ 0.004 ^{bc}	0.041 $\pm$ 0.007 ^{cC}
	2	0.075 $\pm$ 0.022 ^{bc}	0.364 $\pm$ 0.005 ^{aC}	0.037 $\pm$ 0.004 ^{bc}	0.060 $\pm$ 0.006 ^{cC}
	3	0.225 $\pm$ 0.006 ^{bB}	0.516 $\pm$ 0.005 ^{aB}	0.400 $\pm$ 0.009 ^{bB}	0.215 $\pm$ 0.008 ^{cB}
	4	0.529 $\pm$ 0.015 ^{bA}	0.651 $\pm$ 0.010 ^{aA}	0.491 $\pm$ 0.009 ^{bA}	0.303 $\pm$ 0.017 ^{cA}
	5	0.272 $\pm$ 0.013 ^{bc}	0.298 $\pm$ 0.004 ^{aC}	0.123 $\pm$ 0.013 ^{bc}	0.064 $\pm$ 0.008 ^{cC}
	6	0.110 $\pm$ 0.005 ^{bc}	0.187 $\pm$ 0.004 ^{aC}	0.111 $\pm$ 0.005 ^{bc}	0.062 $\pm$ 0.009 ^{cC}
	7	0.213 $\pm$ 0.005 ^{bc}	0.285 $\pm$ 0.003 ^{aC}	0.086 $\pm$ 0.013 ^{bc}	0.072 $\pm$ 0.013 ^{cC}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Fosfat $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Fosfat değeri 0.027 $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ (mg/L) ile 1. İstasyonunda ilkbahar mevsiminde, en yüksek Fosfat değeri 0.651 $\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$ (mg/L) ile 4. İstasyonunda kış mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.9.1. İstasyonlardaki Fosfat (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.10. Silisyum

Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama Silisyum (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.10.1. verilmiştir.

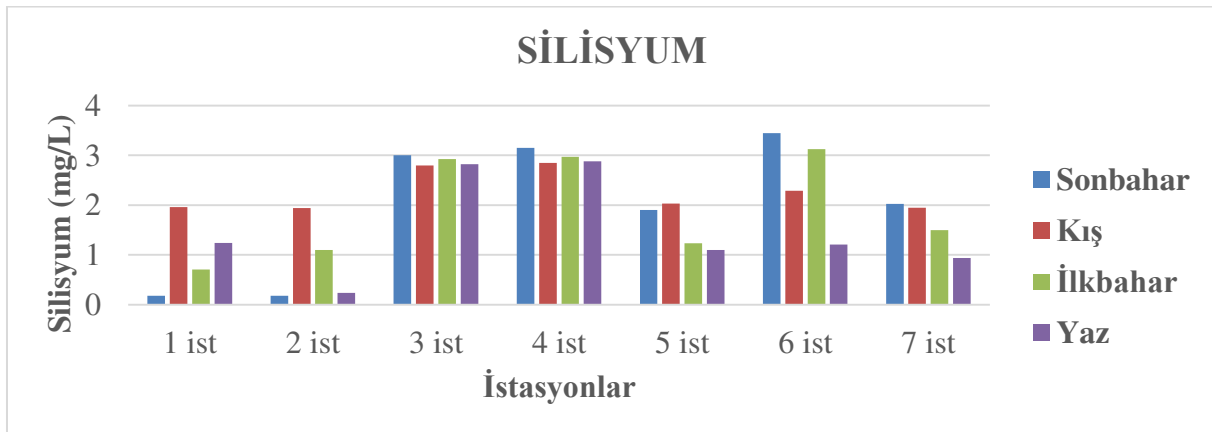
Çizelge 4.10.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Silisyum (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
Silisyum (mg/L)	1	0.180 $\pm$ 0.001 ^{aBC}	1.964 $\pm$ 0.011 ^{aBC}	0.707 $\pm$ 0.002 ^{aBC}	1.240 $\pm$ 0.008 ^{bBC}
	2	0.181 $\pm$ 0.001 ^{aC}	1.943 $\pm$ 0.008 ^{aC}	1.101 $\pm$ 0.003 ^{aC}	0.238 $\pm$ 0.002 ^{bC}
	3	3.000 $\pm$ 0.015 ^{aA}	2.798 $\pm$ 0.004 ^{aA}	2.926 $\pm$ 0.010 ^{aA}	2.821 $\pm$ 0.006 ^{bA}
	4	3.153 $\pm$ 0.012 ^{aA}	2.849 $\pm$ 0.006 ^{aA}	2.971 $\pm$ 0.012 ^{aA}	2.882 $\pm$ 0.009 ^{bA}
	5	1.903 $\pm$ 0.002 ^{aB}	2.035 $\pm$ 0.000 ^{aB}	1.236 $\pm$ 0.002 ^{aB}	1.099 $\pm$ 0.043 ^{bb}
	6	3.444 $\pm$ 0.019 ^{aA}	2.292 $\pm$ 0.002 ^{aA}	3.127 $\pm$ 0.016 ^{aA}	1.208 $\pm$ 0.006 ^{bA}
	7	2.028 $\pm$ 0.019 ^{aB}	1.947 $\pm$ 0.008 ^{aB}	1.495 $\pm$ 0.010 ^{aB}	0.939 $\pm$ 0.002 ^{bb}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir.

İstasyonlar arası ($P < 0.05$), Mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Silisyum (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Silisyum değeri 0.2383 (mg/L) ile 2. İstasyonunda yaz mevsiminde, en yüksek Silisyum değeri 3.444 (mg/L) ile 6. İstasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.10.1 İstasyonlardaki Silisyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.11. Nitrit Azotu

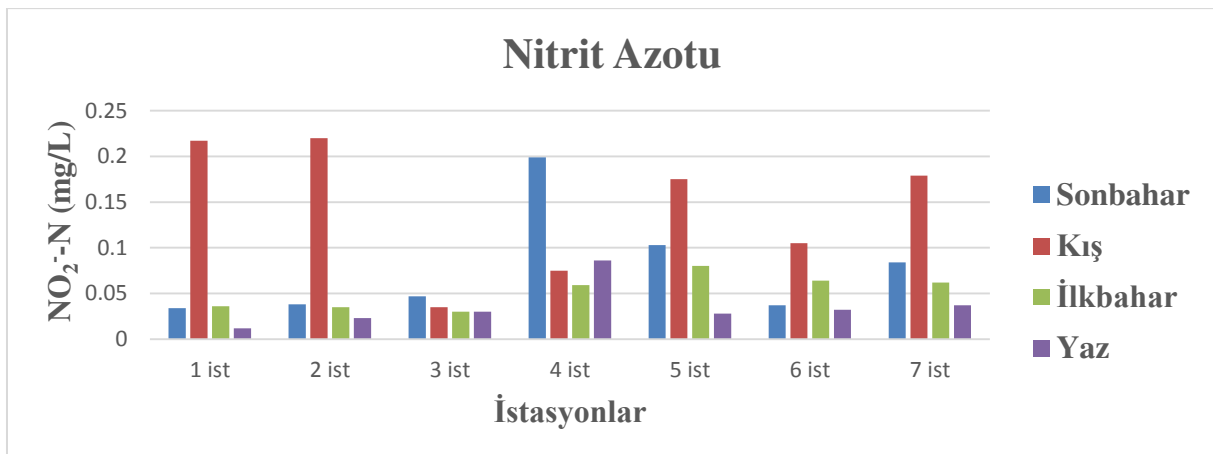
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama NO_2^- -N (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.11.1. verilmiştir.

Çizelge 4.11.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel NO_2^- -N(mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
NO_2^- -N(mg/L)	1	0.034 $\pm$ 0.015 ^{bAB}	0.217 $\pm$ 0.000 ^{aAB}	0.036 $\pm$ 0.008 ^{bcAB}	0.012 $\pm$ 0.002 ^{cAB}
	2	0.038 $\pm$ 0.013 ^{bAB}	0.220 $\pm$ 0.001 ^{aAB}	0.035 $\pm$ 0.000 ^{bcAB}	0.023 $\pm$ 0.001 ^{cAB}
	3	0.047 $\pm$ 0.002 ^{bB}	0.035 $\pm$ 0.000 ^{aB}	0.030 $\pm$ 0.002 ^{bcB}	0.030 $\pm$ 0.001 ^{cB}
	4	0.199 $\pm$ 0.024 ^{bA}	0.075 $\pm$ 0.002 ^{aA}	0.059 $\pm$ 0.004 ^{bcA}	0.086 $\pm$ 0.001 ^{cA}
	5	0.103 $\pm$ 0.001 ^{bA}	0.175 $\pm$ 0.005 ^{aA}	0.080 $\pm$ 0.011 ^{bcA}	0.028 $\pm$ 0.000 ^{cA}
	6	0.037 $\pm$ 0.003 ^{bAB}	0.105 $\pm$ 0.001 ^{aAB}	0.064 $\pm$ 0.003 ^{bcAB}	0.032 $\pm$ 0.001 ^{cAB}
	7	0.084 $\pm$ 0.005 ^{bA}	0.179 $\pm$ 0.001 ^{aA}	0.062 $\pm$ 0.006 ^{bcA}	0.037 $\pm$ 0.002 ^{cA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Nitrit Azotu (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Nitrit Azotu değeri 0.012 (mg/L) ile 1. İstasyonunda yaz mevsiminde, en yüksek Nitrit Azotu değeri 0.220 (mg/L) ile 2. İstasyonunda kış mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.11.1. İstasyonlardaki Nitrit NO_2^- -N(mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.12. Nitrat Azotu

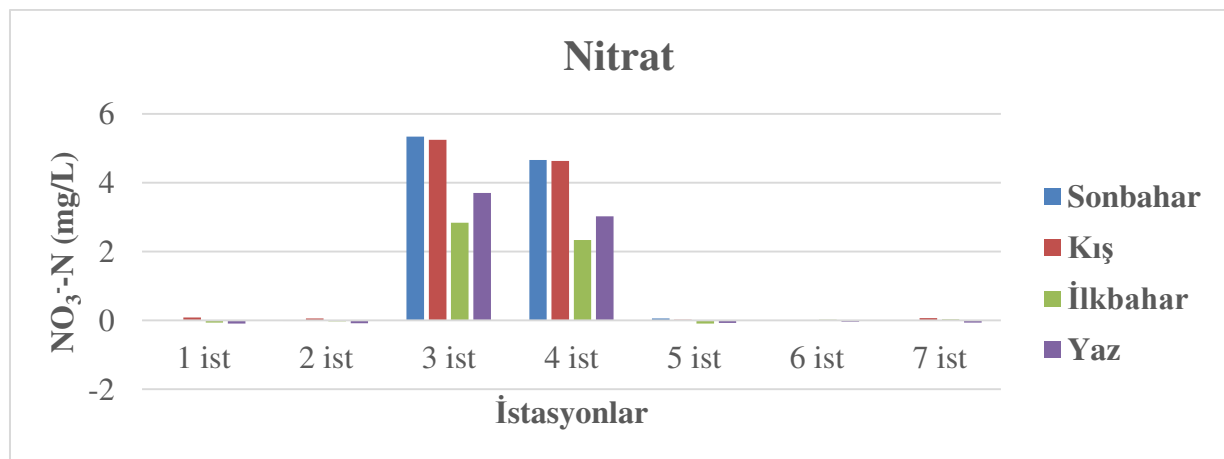
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.12.1. verilmiştir.

Çizelge 4.12.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
$\text{NO}_3^- \text{-N}$ (mg/L)	1	-0.008 $\pm$ 0.013 ^{aB}	0.091 $\pm$ 0.016 ^{aB}	-0.060 $\pm$ 0.006 ^{bB}	-0.088 $\pm$ 0.004 ^{bB}
	2	-0.018 $\pm$ 0.011 ^{aB}	0.061 $\pm$ 0.007 ^{aB}	-0.022 $\pm$ 0.004 ^{bB}	-0.081 $\pm$ 0.002 ^{bB}
	3	5.344 $\pm$ 0.222 ^{aA}	5.246 $\pm$ 0.146 ^{aA}	2.838 $\pm$ 0.107 ^{bA}	3.705 $\pm$ 0.200 ^{bA}
	4	4.663 $\pm$ 0.211 ^{aA}	4.639 $\pm$ 0.047 ^{aA}	2.339 $\pm$ 0.110 ^{bA}	3.026 $\pm$ 0.211 ^{bA}
	5	0.061 $\pm$ 0.007 ^{aB}	0.024 $\pm$ 0.009 ^{aB}	-0.086 $\pm$ 0.015 ^{bB}	-0.071 $\pm$ 0.004 ^{bB}
	6	0.014 $\pm$ 0.008 ^{aB}	0.012 $\pm$ 0.007 ^{aB}	0.024 $\pm$ 0.005 ^{bB}	-0.032 $\pm$ 0.005 ^{bB}
	7	-0.010 $\pm$ 0.003 ^{aB}	0.066 $\pm$ 0.002 ^{aB}	0.036 $\pm$ 0.020 ^{bB}	-0.065 $\pm$ 0.004 ^{bB}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Nitrat Azotu (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Nitrat Azotu değeri -0.008 (mg/L) ile 1. İstasyonunda sonbahar mevsiminde, en yüksek Nitrat Azotu değeri 5.344 (mg/L) ile 3. İstasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.12.1. İstasyonlardaki Nitrat $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.13. Klorofil-a

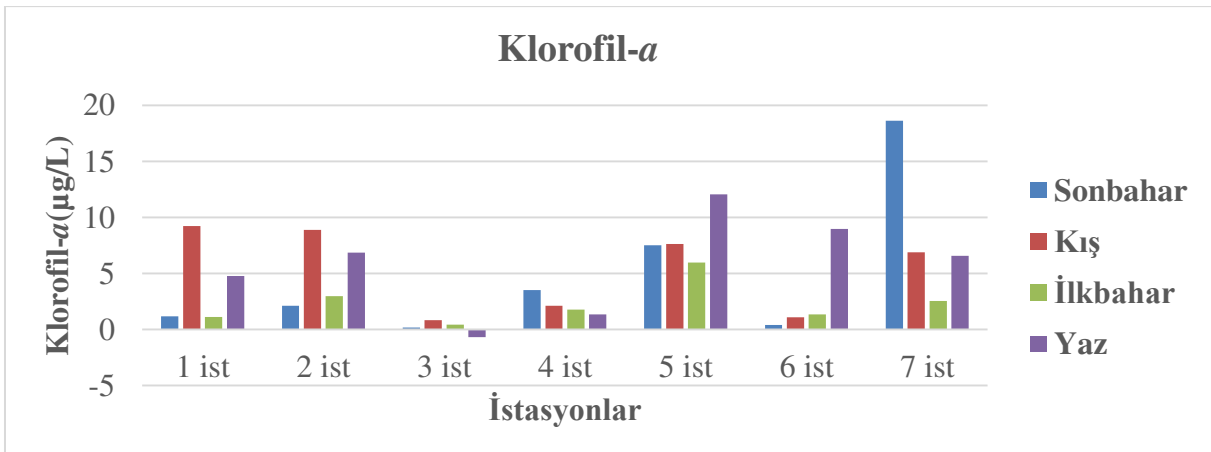
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.13.1. verilmiştir.

Çizelge 4.13.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$)	1	1.179 $\pm$ 0.057 ^{aAB}	9.245 $\pm$ 4.461 ^{aAB}	1.136 $\pm$ 0.323 ^{aAB}	4.775 $\pm$ 0.905 ^{aAB}
	2	2.135 $\pm$ 0.397 ^{aAB}	8.880 $\pm$ 4.143 ^{aAB}	2.971 $\pm$ 0.017 ^{aAB}	6.857 $\pm$ 0.116 ^{aAB}
	3	0.173 $\pm$ 0.070 ^{aB}	0.836 $\pm$ 0.122 ^{aB}	0.424 $\pm$ 0.113 ^{aB}	-0.686 $\pm$ 0.464 ^{aB}
	4	3.532 $\pm$ 0.011 ^{aB}	2.134 $\pm$ 0.512 ^{aB}	1.785 $\pm$ 0.047 ^{aB}	1.343 $\pm$ 0.566 ^{aB}
	5	7.506 $\pm$ 0.921 ^{aA}	7.630 $\pm$ 1.399 ^{aA}	5.978 $\pm$ 0.035 ^{aA}	12.061 $\pm$ 0.691 ^{aA}
	6	0.408 $\pm$ 0.019 ^{aB}	1.102 $\pm$ 0.078 ^{aB}	1.366 $\pm$ 0.279 ^{aB}	8.972 $\pm$ 0.811 ^{aB}
	7	18.637 $\pm$ 5.880 ^{aA}	6.881 $\pm$ 3.381 ^{aA}	2.548 $\pm$ 0.159 ^{aA}	6.572 $\pm$ 2.683 ^{aA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), mevsimler arası ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Klorofil-a değeri -0.6862 ($\mu\text{g/L}$) ile 3. İstasyonunda yaz mevsiminde, en yüksek Klorofil-a değeri 18.6369 ($\mu\text{g/L}$) ile 7. İstasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.13.1. İstasyonlardaki Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.14. Toplam Askıda Katı Madde

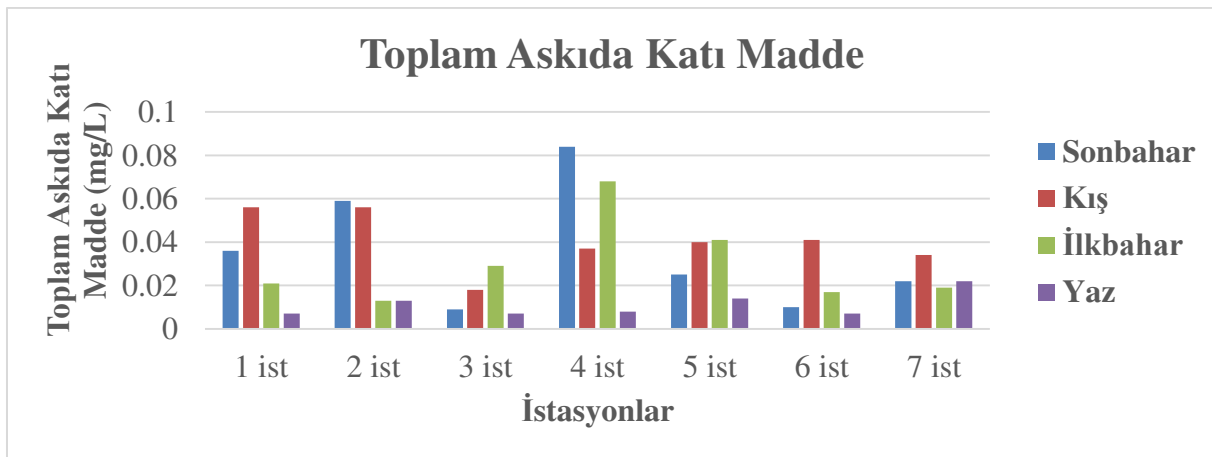
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.14.1. verilmiştir.

Çizelge 4.14.1. Sarıkum Gölünün Mevsimsel Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama $\pm$ Standart Hata			
Toplam Askıda Katı Madde (mg/L)	1	0.036 $\pm$ 0.012 ^{aAB}	0.056 $\pm$ 0.003 ^{aAB}	0.021 $\pm$ 0.009 ^{aAB}	0.007 $\pm$ 0.001 ^{bAB}
	2	0.059 $\pm$ 0.025 ^{aAB}	0.056 $\pm$ 0.013 ^{aAB}	0.013 $\pm$ 0.001 ^{aAB}	0.013 $\pm$ 0.002 ^{bAB}
	3	0.009 $\pm$ 0.001 ^{aB}	0.018 $\pm$ 0.001 ^{aB}	0.029 $\pm$ 0.008 ^{aB}	0.007 $\pm$ 0.001 ^{bB}
	4	0.084 $\pm$ 0.022 ^{aA}	0.037 $\pm$ 0.009 ^{aA}	0.068 $\pm$ 0.015 ^{aA}	0.008 $\pm$ 0.003 ^{bA}
	5	0.025 $\pm$ 0.002 ^{aAB}	0.040 $\pm$ 0.015 ^{aAB}	0.041 $\pm$ 0.015 ^{aAB}	0.014 $\pm$ 0.001 ^{bAB}
	6	0.010 $\pm$ 0.003 ^{aB}	0.041 $\pm$ 0.002 ^{aB}	0.017 $\pm$ 0.003 ^{aB}	0.007 $\pm$ 0.001 ^{bB}
	7	0.022 $\pm$ 0.006 ^{aAB}	0.034 $\pm$ 0.000 ^{aAB}	0.019 $\pm$ 0.009 ^{aAB}	0.022 $\pm$ 0.007 ^{bAB}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arasındaki farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P<0.05$), mevsimler arası ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Toplam Askıda Katı Madde değeri 0.007 (mg/L) ile 6. İstasyonunda yaz mevsiminde, en yüksek Toplam Askıda Katı Madde değeri 0.084 (mg/L) ile 4. İstasyonunda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.14.1. İstasyonlardaki Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

4.15. Anyonik Deterjan

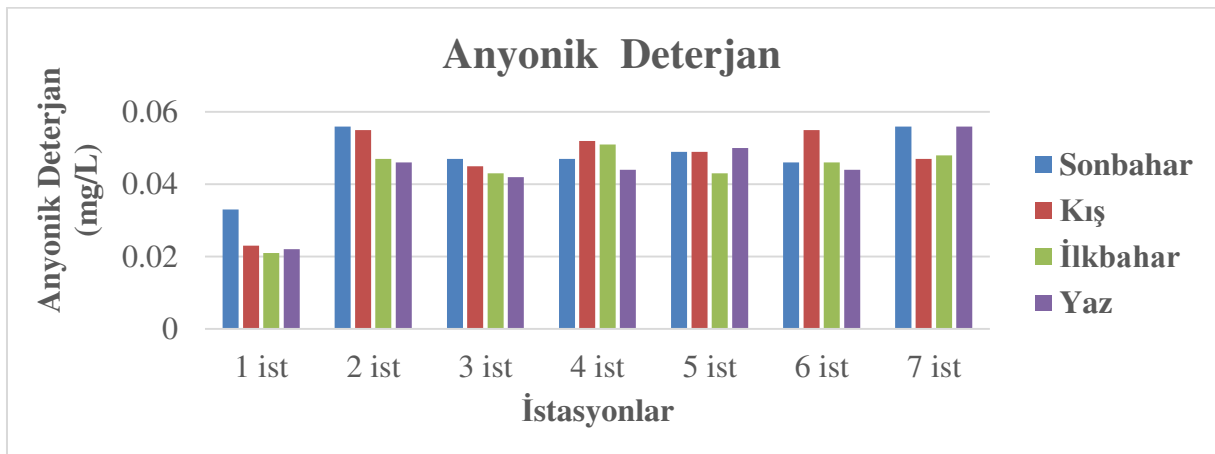
Araştırma bölgesinde tespit edilen 7 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda su numunelerinin ortalama Anyonik Deterjan (mg/L) değerleri, standart hataları ve Tukey testi sonuçları Çizelge 4.15.1. verilmiştir.

Çizelge 4.15.1. Sarıkum GölününMevsimsel Anyonik Deterjan (mg/L) Ortalama -Standart Hataları ve Tukey Testi Sonuçları

Parametre	İstasyonlar	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
		Ortalama ± Standart Hata			
Anyonik deterjan (mg/L)	1	0.033±0.009 ^{aB}	0.023±0.002 ^{aB}	0.021±0.001 ^{aB}	0.022±0.001 ^{aB}
	2	0.056±0.012 ^{aA}	0.055±0.000 ^{aA}	0.047±0.003 ^{aA}	0.046±0.002 ^{aA}
	3	0.047±0.009 ^{aA}	0.045±0.001 ^{aA}	0.043±0.005 ^{aA}	0.042±0.004 ^{aA}
	4	0.047±0.008 ^{aA}	0.052±0.003 ^{aA}	0.051±0.002 ^{aA}	0.044±0.004 ^{aA}
	5	0.049±0.007 ^{aA}	0.049±0.001 ^{aA}	0.043±0.001 ^{aA}	0.050±0.007 ^{aA}
	6	0.046±0.003 ^{aA}	0.055±0.003 ^{aA}	0.046±0.002 ^{aA}	0.044±0.003 ^{aA}
	7	0.056±0.007 ^{aA}	0.047±0.000 ^{aA}	0.048±0.003 ^{aA}	0.056±0.006 ^{aA}

a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası (P<0.05), mevsimler arası (P>0.05) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma yapılan istasyonlarda elde edilen Anyonik Deterjan (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük Anyonik Deterjan değeri 0.021 (mg/L) ile 1. istasyonunda ilkbahar mevsiminde, en yüksek Anyonik Deterjan değeri 0.056 (mg/L) ile 7. istasyonunda yaz ve sonbahar mevsiminde ayrıca 0.056 (mg/L) ile 2. istasyonunda sonbahar mevsiminde aynı değerde olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.15.1. İstasyonlardaki Anyonik deterjan (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimleri

5. TARTIŞMA

Sarıkum köyü sınırları içerisinde bulunan Sarıkum Gölü çevresindeki yerleşim yerlerinin atık suları, denizle bağlantılı kanal ve dereler yoluyla arıtmaksın doğrudan deşarj edilmesigölde kirlenmeye neden olmaktadır. Gölün su kalitesi, ötrofik koşullar göz önüne alındığında mevsimlere bağılı olarak değişmektedir. Bu etkiler göz önüne alınarak, göl çevresindeki dereler, denizle bağlantılı kanal ve göle besi taşıyan kaynak noktalarından belirlenen 7 istasyon seçilmiştir. Sarıkum Gölü'nde ötröfikasyona neden olan su kaynaklarının kirlilik düzeyinin ve su kalite sınıfının belirlenmesi, göle ne ölçüde kirlilik taşıdığı, ötrofik durumunun değerlendirilmesi ve su örneklerinin kalitesinin tespit edilmesi amacıyla 2016-2017 tarihleri arasında mevsimlik dönemlerde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında örnekleme yapılmıştır. Elde edilen bulgular Sarıkum Göl'ünde araştırma yapılan mevsimlerde, seçilen istasyonların ötrofikasyon kriterleri ve su kalitesi(YSKY) Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi (Anonim, 2016a), ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (SKKY) (Anonim, 2008)'nin çizelgelerine (Çizelge 2.3.8.2.6.1, 2.3.8.2.6.2 ve 2.3.8.2.6.3) göre değerlendirilmeye alınmıştır.

Sarıkum Gölü'nde 2016-2017 yılları arasında yürütölen bu çalışmada suyun kimyasal özelliklerinden biri olan ve suyun alkali veya asit karakterde olduğunu gösteren pH' ölçölmüştür. Suların asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, sudaki canlı yaşamı üzerinde oldukça etkilidir. pH doğal sularda kimyasal ve biyolojik sistemler için önemli bir faktör olarak değerlendirilmekte, aynı zamanda pH değışiklikleri ile zayıf asit ve bazlar ayrışabilmektedir (Egemen, 2011)

Sarıkum Gölü'nde yapılan fiziko-kimyasal ölçömlerin sonuçlarına göre suyun mevsimsel ortalama pH değeri 8.23 olarak tespit edilmiştir. Bu durum göl suyunun hafif bazik pH değeriine sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada ölçölen en yüksek pH değeri yaz mevsiminde 7 no'lu istasyonda 9.21, en düşük pH değeri ise yaz mevsiminde 6 no'lu istasyonda 7.66 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1.1; Çizelge 4.1.1). Çalışmada pH' nın Anonim (2008) belirtilen. I. Sınıf su (yüksek kaliteli) olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda pH'nın göl ortasından seçilen 7 no'lu istasyonda ve yaz mevsimde 9'un üzerinde bulunmuştur. Bunun göle kıyıs alandan gelen özellikle kara kökenli kirleticilerden kaynaklandığı söylenebilmektedir (Gökkurt, 2007) Ayrıca suyun yüksek pH değeri aralığında göstermesi durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri de artmaktadır (Taş, 2011). Serdar (2015)'ın Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışmada, havza akarsularının pH değeri 6,30-

8,87 olarak belirlemiştir. Gedik ve ark (2010) Fırtına Deresi (Rize) 'nde gerçekleştirdiği çalışma sonucu pH değerini ($6.88-7.61-7.16 \pm 0.0121$) ; Dinçer (2014), Giresun ili Çanakçı Deresinde yapmış olduğu çalışma sonucu ortalama pH değerini 7.92 olarak tespit etmişlerdir.

Yardım ve ark (2008)'in bildirdiğine göre; Sarıkum Gölü'nde sıcaklık, tuzluluk, pH ve oksidasyon redüksiyon değerleri ölçülerek sediman ve su kalitesi hakkında fikir edinmişlerdir. Yardım ve ark (2008)'in çalışmasında yer alan 4 no'lu örnekleme istasyonu, mevcut çalışmamızda 5 no'lu istasyona yakın konumdadır. 4 no'lu istasyonunda suyun pH değeri 5-9.7 arasında bulunmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmaya ait verilere göre 5 no'lu istasyonda mevsimsel olarak pH değeri 8.09-8.66 arasında belirlenmiştir. Aynı çalışmada 4 no'lu istasyonda sıcaklık değerinin 8.0-27.9 °C olarak belirtilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada 5 no'lu istasyonda mevsimsel olarak suyun sıcaklığı 7.455 – 27.175 °C aralığındadır. Aynı çalışmanın 4 no'lu istasyonunda tuzluluk (‰) değerinin maksimum düzeyi 15 (‰), olarak belirtilmiş olup, en düşük değer ise 1 (‰) olarak belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada 5 no'lu istasyonda mevsimsel olarak suyun tuzluluğu 1.2-5.075 psu aralığında belirlenmiştir. Karaduman (1993) 'ın bildirdiğine göre; Sarıkum Gölü'nün su yüzeyi ve su tabanı ile ilgili çeşitli analizler yapılmıştır. Bu sonuçlara göre; göl suyu hafif tuzlu (‰0,3- 0,4) ve sodyumlu, killi ve orta derecede kireçli, organik madde ve potasyum oranlarının yüksek, görünüş ve renginin berrak, sularının kokusuz ve içilemez nitelikte olduğunu, gölün tabanının da 25-30 cm kalınlıkta mil ve siltlerle kaplı bulunduğu tespit etmiştir. Göl suyu sıcaklığı da yıl içinde ortalama 17,1 °C'lik bir değişme göstererek, Mart ayında 6,9 °C ile en düşük, Ağustos ayında ise 24,0 °C ile en yüksek değerlerine ulaştığı bildirilmiştir. Sarıkum Gölü'nde yaptığımız çalışmada belirtilen istasyonlardaki yıllık pH, sıcaklık, tuzluluk değerleri, Yardım ve ark (2008)'in ve Karaduman (1993) çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Su sıcaklığı, sucul ortamlarda çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, yoğunluk vb. birçok fiziksel su özelliklerini doğrudan değiştirirken sucul canlıların optimal yaşam koşullarını ve bir çok biyokimyasal süreci etkileyen bir parametredir (UNEP, 2008). Bu nedenle su sıcaklığı su kalitesi çalışmalarında öncelikle incelenen önemli fiziksel parametrelerden birisidir. Sarıkum Gölü'nde yürütülen bu çalışmada yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre suyun sıcaklığı 6.34– 27.4 °C aralığındadır. Çalışmada ölçülen en yüksek sıcaklık değeri yaz mevsiminde 2 no'lu istasyonda, en düşük sıcaklık değeri ise kış mevsiminde 6 no'lu istasyonda 6.34 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2.1; Çizelge 4.2.1). Sarıkum Gölü'nde seçilen istasyonların yıllık ortalama sıcaklığı ise 15.41 °C olarak

belirlenmiştir. SKKY (2008)'e göre ölçülen sıcaklık değerleri açısından I. Sınıf su (yüksek kaliteli) kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresi boyunca belirlenen sıcaklık değerleri, mevsimsel hava sıcaklıkları değişimine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Elde edilen sıcaklık değerleri incelendiğinde Sarıkum Gölü'nde yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sıcaklık, suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmesi, su ortamında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların hızını ve gazların erişebilirliğini etkilemesi bakımından sucul yaşam için çok önemli bir parametredir. Başta balıklar olmak üzere suda yaşayan canlıların metabolizmalarının sıcaklık ile değişim gösterdiği bilinir Taş ve ark (2010), Suat Uğurlu Baraj Gölü'nde yaptığı çalışmada su sıcaklığını 8,0-27,0°C arasında tespit etmiştir. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışmasında, havza akarsularının yıllık sıcaklık ortalaması 15,32 °C olarak tespit etmiştir. Dinçer (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptığı çalışmada yıllık ortalama sıcaklık değerini 13 °C; Maman (2016), Köyceğiz- Dalyan Lagün sisteminde yapmış olduğu çalışmada sıcaklığını 9.0 – 31.3 °C aralığında ve yıllık ortalama sıcaklığı ise 20.5 °C olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada belirtilen istasyonlardaki yıllık sıcaklık değerleri, geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Sarıkum Gölü'nde ölçülen tuzluluk değerlerine bakıldığında en yüksek değer sonbahar mevsiminde 1 no'lu istasyonda 15.825 psu, en düşük değer ise yaz mevsiminde 3 no'lu istasyonda 0.117 psu olarak ölçülmüştür (Şekil.4.3.1; Çizelge 4.3.1). Sarıkum Gölü'nde seçilen istasyonların yıllık ortalama tuzluluk değerleri ise 3.46 psu olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada en yüksek değer gölün denizle bağlantı kanalını oluşturan 1 no'lu istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Bu istasyondaki tuzluluk değerinin yüksek çıkmasının sebebi Sarıkum Gölü denizle bağlantı sağlayan kanalın olmasıdır. Bu kanal rüzgarlar, yağışlar, dalgalar aracılığıyla ara ara açılması ve göle tuzlu su girişi sağlayarak gölün tuzluluk oranını değiştirmesidir. Bunun yanı sıra elektrik iletkenliği de aynı istasyonun devamı olan 2 no'lu istasyonda en yüksek değerini almıştır. Elektrik iletkenliği ve tuzluluk doğru orantılıdır. Buna göre bu iki parametre karşılaştırıldığında birbirini desteklemektedir. Fakıoğlu (2014) çalışmasında ölçülen en düşük ve en yüksek tuzluluk değerleri 0,1-10,4 ppt değerleri arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Gedik (2011) Rize sahillerinde bazı kirleticilerin mevsimsel ve hacimsel dağılımı çalışmasında tuzluluk ve 15,43-17,68 ppt olarak belirlemiştir.

Çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder. Ünlü ve ark (2008) sucul canlılar için yaşamsal önemi olan ÇO değeri, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir (Akbulut ve Yıldız, 2001). Sarıkum Gölü'nde çözünmüş oksijen miktarı en yüksek 5.295 mg/L kış mevsiminde 6 no'lu istasyonda en düşük değer ise 1.055 mg/L olarak 6 no'lu istasyonda yaz mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.; Çizelge 4.4.1). Bunun sebebi belirlenen 6 no'lu istasyonun çevredeki evsel atıkların kanalizasyon suları ile birleşerek göle karışmasıdır. Bu araştırma sonuçlarına göre çözünmüş oksijen miktarı mevsimsel olarak farklılık göstermiş ve ortalama miktarı 3.7 mg/L olarak tespit edilmiştir. SKKY (2008)'e göre ölçülen doymuş oksijen II ve III Sınıf su (Az kirlenmiş su) kalite kriterlerine uymaktadır. Ayrıca Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri ne göre ötrofik özelliktedir (Çizelge. 2.3.8.2.6.3). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifine göre çözünmüş oksijen değerinin 2-6 mg/L aralığında seyretmesi yetersizlik olarak belirtilmektedir (Anonim, 2000). Çalışmamız sonucunda elde edilen çözünmüş oksijen değeri bu aralığa girmektedir. Bu durumda neden olarak belirlenen istasyonlarda, her zaman değişken bir debide evsel nitelikli atık suların arıtılmadan deşarj edilmesi ve su ekosistemini olumsuz etkileyebileceği düşünülebilir. Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan çözünmüş oksijen, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir. Suyun oksijen tutma kapasitesi sıcaklık, basınç ve su içinde erimiş halde bulunan tuzlardan etkilenmektedir (Taş ve ark., 2010). Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda, havza akarsularının akarsuların yıllık ortalama çözünmüş oksijen içeriği 9,17 mg/L olarak tespit etmiştir. Taş ve ark (2010)'nın Ulugöl (Ordu)'un bazı fiziko-kimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmada en düşük çözünmüş oksijen değeri 8.4 mg/l, ortalama 9.5 mg/olarak tespit etmiş ve Çözünmüş oksijen değerlerinin oldukça yüksek olmasını ortamın temizliğine ve fotosentetik aktivitenin fazlalığına bağlamaktadır. Taş (2011) Gaga Gölü'nde Ç.O. değeri ortalama 9.92 mg/L'olarak belirlerken, göl ötrofikasyon sınır değerlerinin (7.5 - 5.0 mg/L) üzerinde Ç.O. seviyesine sahip olduğunu ve gölün hidrofitlerce zengin olmasının suyun oksijenlenmesine katkı sağladığını belirtmiştir. Verap ve ark (2002) Uzungöl'de Ç.O. değerini 3.72 - 13.13 mg/L olarak tespit ederken, Batı Karadeniz Bölgesi göllerinde Ç.O. değerini 5.1 - 10.3 mg/L olarak belirlenmiştir (Özbek ve Sarı, 2007).

Sarıkum Gölü'nde yapılan bir diğer çalışmada Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP) dir. Bir çözeltinin veya su ortamının oksitlendirme –indirgenme gücü mili volt (mv) değeri ile belirlenir ve suyun kalitesinin yorumlamada etkilidir. ORP değeri pozitif ise suyun okside olabileceğini ve çürütücü (bozucu) etkisinin olduğunu, negatif ise antioksidan güce sahip olduğunu gösterir (Gündoğdu, 2015). Çalışmamız boyunca ORP; en yüksek değeri kış mevsiminde 6 no'lu İstasyonda 159.8mV olarak, en düşük değeri ise yaz mevsiminde 5 no'lu istasyonda -86,3 mV olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.1) (Çizelge 4.5.1).ORP değeri yaz mevsiminde düşük olması sıcaklığa bağlı olarak su miktarındaki azalmaya ve çözünmüş oksijen miktarının düşük olmasına bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilir. Bu araştırma sonuçlarına göre ORP değerleri mevsimsel olarak farklılık göstermiş ve ortalama değeri 94.24 mV olarak tespit edilmiştir. ORP değerinin mevsimsel değişimlerinde bazı istasyonlarda pozitif değer alırken bazı istasyonlarda negatif değer aldıkları bulunmuştur. Dinçer (2014), Giresun ili Çanakçı Deresinde yapmış olduğu çalışma sonucu ORP değerini -94.18 mV; Şengün (2013), Aksu Deresinde yapmış olduğu çalışmada -93.1 mV; Türkoğlu ve ark. (2004), Çanakkale Boğazında yapmış oldukları çalışma sonucu ORP değerlerini 285.0 ve 354.0 mV aralığında olarak tespit etmişlerdir. ORP değerlerindeki mevsimsel değişimlerin nedeni olarak su kaynaklarının çözünmüş oksijen değerlerinde değişime bağlı olarak yükseltgenme indirgenme olaylarının arttığı düşünülebilir.

Çalışma kapsamında Toplam Çözünmüş Madde değeri en yüksek 5593 mg/L ile 2. Nolu istasyonda yaz mevsiminde, en düşük toplam çözünmüş madde değeri 209 mg/L ile 4.nolu istasyonda kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil.4.6.1;Çizelge 4.6.1). SKKY (2008)'e göre ölçülen mevsimsel ortalama 1747.8 mg/L olan Toplam Çözünmüş Madde II ve III Sınıf su (Az kirlenmiş) kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir. Toplam çözünmüş madde miktarının mevsimsel olarak farklı değerlerde olması; sıcaklık, yağışlar, tarımsal, evsel kökenli kirleticilerin neden olduğu düşünülebilir. Kıvrak ve ark (2012), Afyon Akar Çayı'nda gerçekleştirdikleri çalışma sonucu toplam çözünmüş madde miktarını en düşük 292 mg/L, en yüksek ise 1680 mg/L olarak bulmuşlardır. Dinçer (2014) Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi çalışmasında ortalama TDS 0,091 gL⁻¹ olarak tespit etmiştir. Gedik ve ark (2010) Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi çalışmasında ve elde edilen değerler (en küçük, en büyük, ortalama) toplam çözünmüş katı madde (TDS) (14,20-42,10-28,28±0,43 ppm) olarak tespit etmişlerdir. Karşılaştırma yapılan çalışmalarda benzerlikler belirlenmiştir.

Sarıkum Gölü'nde 2016-2017 yılları arasında yürütülen arazi çalışmaları boyunca ölçülen elektrik iletkenliği en yüksek sonbahar ayında 2 no'lu istasyonda 41845 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Şekil 4.7.1) ve en düşük ise 414 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak kış mevsiminde 4. No'lu istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.7.1;Çizelge 4.7.1). Yıllık ortalama iletkenlik değeri ise 6553.418 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz ortalama değerlere göre (Anonim, 2016a)'nde belirtilen değerlerin üzerinde IV Sınıf su (çok kirlenmiş) kalite kriterlerinde olduğu tespit edilmiştir. Bir suyun iletkenliği tuzluluk miktarı ile doğru orantılıdır (Kazancı, 2004). Sarıkum Gölü'nde iletkenlik ölçüm sonuçları çalışma boyunca tüm istasyonlarda dalgalanma göstermiştir. Özellikle 2. ve 4. İstasyonlarda iletkenlik değerleri tüm istasyonlarda çok farklı değerlerde tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada en yüksek elektrik iletkenliği göle deniz bağlantısı olan 2 no'lu Kanal (Sazlık) istasyonunun deniz etkisinde olduğu, iletkenliğinin artmasının sebebinin ise deniz suyundan gelen tuzluluk miktarı olduğu düşünülmektedir. Bölgenin temel geçim kaynağı tarımdır göl çevresinde tarım uygulamaları için kullanılan zirai ilaç ve gübreler ayrıca yağmur yüzey suları ve sulama kanallarıyla göle taşınması yüksek iletkenliğe neden olmaktadır. Er (2016) Suat Uğurlu Baraj Gölünde yaptığı çalışma kapsamında göl suyunun elektriksel iletkenlik değerleri 333-1562 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda, havza akarsularının yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,183 mS/cm olarak belirlemiştir. Fakıoğlu (2014) Akgöl Lagününde ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri 595-15062 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında dağılım gösterdiğini ayrıca elektriksel iletkenlik ortalama değerleri incelendiğinde tüm istasyonlar 1000 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ üzerinde olduğunu belirlemiştir. Ünlü ve ark (2008) Hazar Gölü'nde yaptıkları bir çalışmada iletkenlik değerlerinin ortalama 2.260 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ ve sulama suyu açısından IV. sınıf su kalitesi ve sulamaya elverişsiz olduğunu belirtmişlerdir. Taş ve ark (2010) Ulugöl'ün (Ordu) İletkenlik değerlerini 160-242 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve su ürünleri standartları ve yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolde belirtilen değerlerin (150–500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) arasında yer aldığını bildirmişlerdir.

$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (Amonyum Azotu) doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat, amonyum ve organik azottur. Bu bileşikler ölçülerek suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Sarıkum Gölü'nde belirlenen en yüksek amonyum azotu değeri sonbahar mevsiminde 7 no'lu İstasyonda 0.300 mg/L, en düşük ise yaz mevsiminde 1 no'lu İstasyonda -0.005 mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 4.8.1.;Çizelge 4.8.1). Çalışmada elde edilen mevsimsel ortalama Amonyum Azotu 0.0445 mg/L'dir. SKKY (2008) 'e göre bu değer

su kalitesinin I. sınıf su (yüksek kaliteli) olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmada amonyum azotu değerlerinde büyük değişimler tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.1). Özellikle sonbaharın gelmesi ile birlikte deşarjların yaz aylarına oranla artırılması sonucunda değerlerde yükselme olduğu düşünülmektedir Bu azotlu maddelerin kaynağı yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot, tarımsal faaliyetler sırasında topraktan yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler de olabileceği söz konusudur. Gönlgür ve ark (1995) Sinop körfezinde bazı nutrientlerin ve fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimlerini araştırdıkları çalışmada Amonyum maksimum $7.323 \text{ NH}_4^- - \text{N} \mu\text{g.at/L}$, minimum $0.066 \text{ NH}_4^- - \text{N} \mu\text{g.at/L}$ olarak bulmuşlardır. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda, havza akarsularının yıllık ortalama amonyum azotu değeri $0,028 \text{ mg/L}$ olarak tespit etmiştir. Maman (2016) Köyceğiz- Dalyan Lagün Sisteminde belirlenen Amonyum Azotu yıllık ortalama değer ise 0.255 mg/L olarak bulmuştur. Taş ve ark (2010) Ulugöl’de yaptıkları çalışmada Amonyum Azotunu ortalama 0.343 mg/l olarak ölçülmüştür. Taş (2011) Gaga Gölü’nde yaptığı çalışmada ortalama amonyum azotunu 0.10 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu sonuçların çalışmamızdaki Amonyum azotu ile paralellik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür, ortamda birikmez, hemen Nitrata dönüşür. Nitrit de nitrat gibi plankton gelişimine katkıda bulunurlar (Taş, 2011). Nitrit azotu ($\text{NO}_2^- - \text{N}$) temiz sularda hiç bulunmaz ya da çok az miktarda (eser) bulunur (Tanyolaç, 2000). Yapmış olduğumuz bu çalışmada en yüksek nitrit azotu değeri kış mevsiminde 2 no’lu istasyonda 0.22 mg/L olarak, en düşük nitrit azotu değeri ise, 1 no’lu istasyonda 0.012 mg/l olarak yaz mevsiminde ölçülmüştür (Şekil 4.11.1;Çizelge 4.11.1). Seçilen istasyonlarda ortalama nitrit değeri mevsimsel olarak 0.077 mg/L ($77 \mu\text{g/L}$) olarak tespit edilmiştir. SKKY (2008)’e göre değerlendirildiğinde ortalama nitrit azotu bakımından IV. Sınıf su (Çok kirlenmiş) kalitesine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri ne göre Sarıkum Gölü Nitrit azotu değeri bakımından Hipertrofik seviyede olduğu tespiti yapılmıştır (Çizelge. 2.3.8.2.6.2). Nitrit değerlerindeki yükselmenin evsel, hayvansal ve tarımsal atıkların sulama kanalı ve yağmur yüzey suları ile göle taşınmasının sonucu olarak değerlendirilmiştir. Nitrit, amonyum ve nitrata kıyasla yüzeysel sularda düşük derişimlerde bulunur. Bunun nedeni nitritin bir ara ürün olmasıdır, ya oksitlenerek nitrata dönüşmekte veya anaerobik ortamda indirgenerek amonyağa dönüşmektedir. Yeterli derecede nitrifikasyona uğramamış atık suların ortama verilmesi durumunda çok yüksek değerlere çıkabilir ve canlılara toksik etkiler gösterebilir (Uslu ve

Türkman, 1987). Göl de çözünmüş oksijen değerinin düşük olması ve yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla beraber nitrit azotunun konsantrasyonunda artış meydana gelmekte ve durum kirlilik ile sonuçlanmaktadır. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda, havza akarsularının yıllık ortalama nitrit azotu değeri 0,0040 mg/L olarak tespit etmiştir. Maman (2016) Köyceğiz lagün sisteminde yaptığı çalışmada ortalama nitrit değeri yüzey sularında 0.025 mg/L, dip sularında ise 0.059mg/L olarak tespit etmiştir. Taş (2011) Gaga Gölü'nde yaptığı çalışmada ortalamanitrit azotunu mevsimsel ortalama olarak 0.014 mg/l olarak belirlemiştir. Taş ve ark.(2010) Ulugöl'ün (Ordu) ortalama nitrit değerini 0,014 mg/l olduğunu belirtmişlerdir.

Nitrat Azotu ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) oksijence zengin sularda çok yaygın olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir mineraldir. Yüzey sularında nitrat miktarı genellikle düşüktür. (Taş, 2011) Yapmış olduğumuz bu çalışmada en yüksek Nitrat Azotu 5.344 mg/l ile 3 no'lu istasyonda sonbahar mevsiminde, en düşük nitrat azotu değeri ise, -0.008 mg/l olarak 1 no'lu istasyonda sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.12.1; Çizelge 4.12.1). Seçilen istasyonlarda ortalama nitrat değeri mevsimsel olarak 1.130 mg/L (1130 $\mu\text{g/L}$) olarak tespit edilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri ' ne göre Sarıkum Gölü Nitrat azotu değeri bakımından Hipertrofik seviyede Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri ne göre ise ötrofik olduğu tespiti yapılmıştır (Çizelge. 2.3.8.2.6.2–2.3.8.2.6.3). Bu değer evsel ve tarımsal atıkların göle karıştığını meydana gelen kirliliğin yüksek derecede olduğunu göl kirlilik ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Ayrıca nitrat, kemosentetik bakteriler tarafından gerçekleştirilen nitrifikasyon sonucu oluşur. Organik kirlenmenin yoğun olduğu ve aşırı yağışlı zamanlarda sudaki nitrat miktarı büyük ölçüde artar. Azotlu gübre kullanılan tarım arazilerinde yağışlı dönemlerde toprakların yıkanması nitratın suya geçmesine ve suda nitrat miktarının artmasına neden olur. Sularda bulunan nitrat, bitkilerin tüketimi ve indirgenme olayı ile amonyağa dönüştürülmesi sonucu yok edilir (Özakkoyunlu, 2007). Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fizikokimyasal su kalitesi üzerine yaptığı çalışma sonucunda yıllık ortalama nitrat azotu değeri 0,685 mg/L olarak tespit edilmiştir. Taş (2011) Gaga Gölü'nde ortalama 0.93 mg/L Nitrat Azotu tespit etmiştir. Taş ve ark (2010) (Ordu) Ulugöl'de ortalama nitrat azotu değerini 0.115 mg/l olarak belirlemiştir. Gedik ve ark (2010) Fırtına deresi (Rize)'nde yaptıkları çalışmada nehir ağzında 1,80 mg/L bulmuşlardır.

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atık özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Göllerde ve akarsularda çözünmüş inorganik fosfat, çözünmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur. Çözünmüş inorganik fosfat fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır. Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun da en temel elementidir (Taş, 2011) Çalışma süresince elde edilen verilere göre en yüksek fosfat değeri, kış mevsiminde 4 no'lu İstasyonda 0.651 mg/L en düşük değer ise ilkbahar ayında 1 no'lu İstasyonda 0.027 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9.1; Çizelge 4.9.1). En yüksek değer 4. istasyonda olmasının sebebi, bu istasyonda köyün içinden geçen Sarıkum deresinin tarımda sulama suyu olarak kullanıldıktan sonra deşarj noktasından örnekleme yapılmasıdır. Yapılan çalışmalar sonucunda seçilen istasyonlarda ortalama fosfat değeri mevsimsel olarak 0.224 mg/L (224 µg/L) olarak ölçülmüştür. SKKY (2008)'e göre değerlendirildiğinde ortalama fosfat bakımından. II ve III sınıf su (Az kirlenmiş) kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapmış olduğumuz çalışmada Fosfat değerimiz, toplam fosfat değeri ile karşılaştırıldığında bulduğumuz 0.224 mg/L (224 µg/L) değer Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri ' ne ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri göre Hipertrofik seviyede olduğu tespiti yapılmıştır (Çizelge. 2.3.8.2.6.2– 2.3.8.2.6.3). Bu durum Sarıkum Gölünde aşırı kirlenme ve ötrofikasyon varlığını gösteren önemli bir parametredir. Gönülgür ve ark (1995) Sinop körfezinde bazı nutrientlerin ve fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimlerini araştırdıkları çalışmada fosfat miktarını maksimum 184.45 $PO_4^{-3}-P$ µg.at/L, minimum 18.44 $PO_4^{-3}-P$ µg.at/L olarak bulmuşlardır. Taş ve ark (2010). Ulugöl'de ortalama fosfor miktarı 0.010 mg/L kaydedilmiştir. Maman (2016) çalışmasında yıllık ortalama orto-fosfat değeri ise 0.125 mg/L olarak ölçülmüştür. Gedik ve ark (2010)Fırtına deresinde (Rize) de yaptıkları çalışmada ortalama fosfat fosforu değerini 0.12 ± 0.008 mg/L olarak hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz $PO_4^{-3}-P$ değerleri belirtilen değerlerin üstünde olması Sarıkum Gölü'ne kaynak oluşturan suların kirlilik oluşturduğunu aynı zamanda evsel atıkların göle olumsuz etki ettiği araştırma neticesinde netleşmiştir.

Araştırmada incelenen bir diğer parametre Silisyumdur. Silisyum yeryüzünde özellikle kayaların yapısında silikat mineralleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Silis içerikli bu kayaların çeşitli sebeplerle parçalanması sonucu silisyum su bünyesine karışmaktadır. Su içerisindeki silisyum değerinin yüksek olmaması istenir. Aksi halde su içerisinde silis birikimleri ortaya çıkar. Bu birikimler sanayide, arıtma tesislerinde vb. gibi alanlarda sıkıntılara neden olmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Şengül ve Türkman, 1998). Çalışmada silisyum en yüksek değeri 3.444 mg/l ile sonbahar mevsiminde ve 6 no'lu istasyonda en düşük değer ise yaz ayında 2 no'lu İstasyonda 0.238 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.10.1; Çizelge 4.10.1). Yapılan çalışmalar sonucunda seçilen istasyonlarda ortalama Silisyum değeri mevsimsel olarak 1.918 mg/L olarak ölçülmüştür. Doğal sularda Silisyum değeri 1-80 mg/L arasında değer almaktadır (Tepe ve ark., 2006b). Elde edilen değerlere göre silisyum normaldir. Tepe ve ark. (2006b), Hasan Çayı (Erzin-Hatay) yapmış oldukları çalışma sonucu Silisyum yıllık ortalama değerini 2.47 mg/L olarak tespit etmiştir. Yapılmış olan çalışmalarda bölgelerinin karasal yapılarının farklı olması Silisyum değerlerini de farklı kılmaktadır.

Klorofil-*a* miktarı, sudaki besin miktarının azalmasıyla azalış, ışığın artmasıyla da bir artış göstermektedir. Bu etkenlerden dolayı klorofil-*a* miktarının değerleri çok değişkenlik göstermektedir. Sucul ekosistemlerde zamanla ortamın oldukça değişkenlik göstermesine sebep olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin tamamı klorofil-*a* miktarını etkilemektedir (Carlson, 1977; Tülek, 2006). Klorofil-*a*, alg biyokütlesinin belirlenmesi amacıyla ölçümü kolay olduğu için ötrofikasyon çalışmalarında çok kullanılır. Klorofil-*a* değerleri çalışma süresince incelendiğinde en yüksek değeri 18.64 mg/L ile sonbahar mevsiminde 7 no'lu istasyonda, en düşük değeri ise -0.686 mg/L değeri ile yaz mevsiminde 3 no'lu İstasyon olarak belirlenmiştir (Şekil 4.13.1; Çizelge 4.13.1). 7 no'lu istasyon göl ortasından seçilen, ötrofikasyon hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir ayrıca aynı istasyonda çözünmüş oksijen miktarı 2.95-5.06 mg/l arasında olarak değişmektedir. Mevsimsel ortalama klorofil-*a* değeri 4.513 mg/L (4513 µg/L) olarak tespit edilmiştir. Sarıkum gölünde yapmış olduğumuz çalışmada klorofil-*a* değeri “Göl Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri’ne göre ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri’ne göre Hipertrofik özellikte olduğu tespit edilmiştir (Çizelge. 2.3.8.2.6.2 - 2.3.8.2.6.3). Elde ettiğimiz verilere göre mevsimsel şartların klorofil-*a* üretiminde etkili olduğu ve su kaynaklarındaki fizikokimyasal değişimlerin, sucul canlıların ortamdaki varlıkları klorofil-*a*

miktarında dalgalanmalara neden olmuştur. Bu durum gölde ekosistem üzerinde baskı oluşturarak Hiptofik kirliliği oluşturmakta ve göle zarar vermektedir. Fakıoğlu ve Demir (2011), Beyşehir gölünde yapmış oldukları çalışma sonucu ortalama Klorofil-*a* değerini 8,24 mg/m³ olduğunu; Varol (2013), Batman Baraj Gölünde yapmış olduğu çalışma sonucu Klorofil-*a* değerlerinin 1.35-16.77 µg/L aralığında olduğunu bulmuşlardır. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularında yaptığı çalışma sonucunda yıllık ortalama klorofil-*a* değeri 2,46 µg/L olarak tespit etmiştir. Yapılan çalışmalarda bazı ortak noktalar olmasına karşın çalışmamızla tam bir paralellik arz etmemektedir

Askıda Katı Madde, su içerisindeki çözülebilen ve çözilemeyen katı maddelerin toplamı olarak bilinmektedir. Genel olarak kollodial organik maddeler, sediment maddeleri, çamur veya kil mineralleri gibi maddelerden meydana gelmektedir (Uslu ve Türkman, 1987). Askıda katı madde suda partikül halinde bulunan organik ve inorganik maddelerin miktarı hakkında bilgi verir ve kirlilik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Taşdemir ve Göksu, 2001). Sarıkum Göl'ünde Askıda Katı Madde (AKM) değerlerine bakıldığında; en yüksek değer, 0.084 mg/L ile sonbahar mevsiminde 4 no'lu İstasyonda, en düşük değer 0.007 mg/L ile 1 no'lu istasyon ve 6 no'lu İstasyonda (Şekil 4.14.1) yaz mevsiminde tespit edilmiştir (Çizelge 4.14.1). Mevsimsel ortalama Askıda Katı Madde Değeri 0.029 mg/L olarak belirlenmiştir. Sonbahar döneminde 4 no'lu istasyonun AKM'nin yüksek çıkmasını sebebi, bu istasyonun düzenli bir debisinin olmamasından ve numune alımında kum-çakıl gibi etkilere maruz kalındığı tahmin edilmektedir. Göllerin ötrofikasyon kontrolü için askıda katı madde önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen veriler belirlenen istasyonda askıda katı maddenin yüksek değerlerde olmadığını ortaya koymaktadır. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularında yaptığı çalışma sonucunda yıllık ortalama askıda katı madde (AKM) miktarı 40,36 mg/L olarak tespit etmiştir. Dinçer (2014) Giresun Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama AKM miktarını 20,3 mg/L, Bayram (2011) ise Harşit Çayı'nın nehir ağzı bölgesinde ortalama AKM değerini 69,98 mg/L olarak bildirmiştir. Gedik ve ark (2010)'in Fırtına deresi nehir ağzı bölgesinde AKM değerini 19,28 mg/L olarak belirlemiştir. Araştırmada Toplam Askıda Katı madde değerleri literatür araştırmalarına göre düşük değerler de olduğu tespit edilmiştir. TAKM değerleri mevsimsel değişimlerde artış ve azalışların nedeni olarak yağış, su debisi ve yüzeysel akışın etkilerinin olduğu söylenebilir.

Deterjan kirliliğinin sularda biyolojik aktiviteyi etkilediği, organizmalara toksik etkiler yarattığı ve lethal dozun altında bulunsa bile özellikle yumurta ve larvaların gelişmelerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca deterjan kirliliğinin azaltılabilmesi için parçalanabilirliği

çok olan deterjanların kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Ancak kolay parçalanarak deterjanların biyodegradasyon sırasında ani oksijen eksikliği yarattığı vurgulanmıştır. Doğal sularda her geçen gün artış gösteren deterjanın; insan sağlığı açısından tehlike yaratmaması için atıksuların biyolojik ve kimyasal arıtmadan geçirildikten sonra alıcı su ortamına bırakılmasının gerekliliği belirtilmiştir (Gündoğdu ve Erdem, 1995). Sarıkum Gölü'nde Anyonik deterjan için yapılan analizler de elde edilen bulgulara göre, en yüksek değer 0.056 mg/L ile 2 no'lu istasyonda sonbahar mevsiminde, en düşük değeri ise 0.021 mg/L ile 1 no'lu İstasyonda ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil.4.15.1; Çizelge 4.15.1). Anyonik deterjanın mevsimsel ortalama değeri ise 0.045 mg/L olarak saptanmıştır. SKKY (2008)'e göre değerlendirildiğinde ortalama anyonik deterjan bakımından I. sınıf su (yüksek kaliteli) kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Gündoğdu ve Erdem (1995) Sinop sahilinde anyonik deterjan düzeyinin belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada istasyonlara göre ortalama 0.71-1.10 mg/L arasında olduğunu tespit etmiştir Gedik (2011) Rize sahillerinde bazı kirleticilerin mevsimsel ve hacimsel dağılımı çalışmasında anyonik deterjan miktarını 28,80 µg/L olarak bulmuştur. Bayram (2011) Harşit Çayı (Giresun - Tirebolu) Tarafından Karadenize Taşınan Kirleticilerin Belirlenmesi çalışmalarında anyonik deterjan değerini yıllık ortalama 0.054 ve 0.128 mg/L olarak hesap etmişlerdir. Çakır (2013) Büyük Menderes Nehrinde Deterjan ve Bor Kirliliğinin Araştırılmasında anyonik deterjan konsantrasyonu 0,015 – 0,596 mg/L olarak bulmuştur. Anyonik deterjan kirliliği; deterjanlar, genel temizleme işlerinde kullanılan ve içerisinde esas temizleyici olarak kullanılan alkil sülfat veya alkil aril sulfonat tipindeki anyonik yüzey aktif maddeler ve temizleme işlemlerine yardımcı diğer maddeler bulunan toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı haldeki karışımlardır. Deterjan kirliliği sulardaki biyolojik aktiveyi etkilemesi açısından önemlidir (Egemen, 2011).

Yaptığımız çalışmada önce ki çalışmalara göre benzerlik göstermiş olup Sarıkum Gölü'nde yerleşim yerlerinden gelen deterjan kirliliği beklenilenin aksine düşük değerde belirlenmiştir.

Sinop Sarıkum Gölünde yapmış olduğumuz çalışmada ötrofikasyonu belirleyebilmek için fizikokimyasal analizler yapılmış, elde edilen bulgular mevsimlere ve istasyonlara göre değerlendirmelerde bulunulmuştur. Sinop Sarıkum Gölünde ötrofikasyon ile ilgili benzer bir çalışma bulunmadığı için, farklı bölgelerde yapılan çalışmalarla kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dünya genelinde suya olan önemin atmış olması, toplumların çevreye karşı daha duyarlı ve bilinçli hareket etmesine katkı sağlamaktadır. Bilinçsizce kullanılan kimyasal gübreler, deterjanlar gibi maddelerin sorunsuzca doğaya deşarjı çevreye verdiği zararlar ve su kaynaklarında yaratmış olduğu kirlilik durumları incelenmekte ve önlem alınması gerektiği bilinmektedir. Günümüzde kirleticiler ve su kaynaklarındaki kirlilik düzeyini belirlemek amacıyla yapılan benzer çalışmalar, Sarıkum Gölü gibi önemli sulak alanların korunmasına ve önlem alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada, Sarıkum Gölü'nde ötrofikasyona neden olan kirleticiler ve kaynaklarının kirlilik düzeyini ve bu kaynaklardan alınan su örneklerinin gölü ne şekilde etkilediğini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışma sonucu elde edilen veriler değerlendirildiğinde Sarıkum Gölü'nde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY, 2008) göre, pH, sıcaklık, amonyum azotu, anyonik deterjan değerleri yönünden I. Sınıf (yüksek kaliteli) su kalitesinde; çözülmüş oksijen, toplam çözülmüş madde, fosfat fosforu değerleri açısından II. ve III. Sınıf su (kirli) kalitesinde olduğu, belirlenmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri'ne göre iletkenlik, nitrit, nitrat, klorofil-a değerleri IV. Sınıf su (Çok kirli) kalitesinde olduğu ve Sarıkum Gölü'nde **Ötrofikten Hipertrofiğe** doğru kirlilik düzeyinin arttığı (Çizelge.6.1) yapılan çalışma sonucunda elde edilmiştir (Anonim, 2016).

Bu çalışma Sarıkum Gölü'nde ötrofikasyonun ne seviyede olduğunu ortaya koyması bakımından oldukça önem taşımaktadır. Sarıkum Gölü'nün bulunduğu alanda ve yakın çevresinde herhangi endüstriyel kaynaklı bir kirleticinin bulunmaması, sanayi tesisinin olmaması, göl çevresinde geçim kaynağının sadece tarım ve hayvancılık olduğu düşünüldüğünde bu alanda yapılan tarımsal faaliyetlere bağlı azot, fosfat, nitrat gibi nütrient kaynaklı kirleticiler gölde problem oluşturmaktadır. Sarıkum Gölü'nde incelenen parametre sonuçları genel olarak farklı değerler de olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni göle kaynak oluşturan istasyonlar derelerden deniz bağlantı kanalından ve köy içinden belirlenen istasyonlardan seçilmiş olmasıdır. Bu kaynakların tarım sahalarından taşınan ve azot fosfat bileşikleri bakımından zengin, yüzey suları ile yerleşim alanlarından gelen deşarj noktalarıdır.

Çizelge 6.1. Anonim, (2008) ve Anonim, (2016)'ne göre Sarıkum Gölü Sonuçları

Su Kalite Parametreleri	Su Kalitesi Sınıfları				Sarıkum Gölü
	I (Yüksek Kalite)	II (Az kirli)	III (Kirli)	IV (Çok kirli)	
pH*	6.5-8.5	6.5-8.5	9	6-9 dışında	I
Sıcaklık(°C)*	≤ 25	≤ 25	30	>30	I
ÇO (mg/L) **	>8	6	3	>3	II-III (Ötrofik)
TDS (mg/L)*	500	1500	5000	>5000	II-III
İletkenlik(µS/cm) **	<400	1000	3000	>3000	IV
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N)*	0.2	1	2	>2	I
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L) **	0.002	0.01	0.05	>0.05	IV Hipertrofik
Nitrat azotu (µg/L NO _x)**	<14 Oligotrofik	20 Mezotrofik	34 Ötrofik	>34 Hipertrofik	Hipertrofik
Klorofil-a(µg/L)	<1 Oligotrofik	1 Mezotrofik	3 Ötrofik	>3 Hipertrofik	Hipertrofik
FosfatFosforu TP (µg/L)**	0.05	0.16	0.65	>0.65	II-III Hipertrofik
Deterjan (mg/L)*	0.05	0.2	1	>1.5	I

* pH, Sıcaklık, ÇO, TDS, Amonyum Azotu, Nitrit azotu, fosfat fosforu, Metilen Mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (Anyonik Deterjan) (Anonim, 2008), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Anonim, 2008),

** İletkenlik Nitrit azotu, Nitrat Azotu, fosfat fosforu, klorofil-a, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri , Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Karadeniz Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce Belirlenen Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri (Anonim, 2016)

Tarımsal atıklar genellikle organik içerikli olduklarından göllere besi maddesi girdisi sağlayarak su ortamındaki bazı organizmaların önemli derecede artmasına sebep olmaktadır. Fazla besin maddesi girdisi göllerdeki alglerin aşırı derecede artmasına neden olmaktadır. Bu durum da gölde belli dönemlerde ötrofik kirliliği arttırmaktadır. Azotlu bileşiklerden nitrit, nitrat ve fosfat, klorofil-a gibi kirlilik parametrelerinin değerlerinin genelde sonbahar-kış mevsiminde en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Sonbaharda bölgede yapılan tarımdan dolayı bitkiye gübre verilmekte ve bu dönemde artan yağışlarda göl suyunda kirliliği arttırmaktadır. Bunun akabinde yazın artan sıcaklık pH ve toplam çözünmüş madde ve azalan yağışla birlikte yaz aylarında ötrofikasyon meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Birbirlerine yakın olan istasyonlarda analizi yapılan parametrelerde kirlilik unsurlarının ortalama değerleri birbirlerini desteklemektedir. Tuzluluk ve iletkenlik değerlerinde ise 1. ve 2. İstasyonlar (deniz ile bağlantı sağlayan) deniz suyu girişinden

kaynaklı olarak yüksek değerde tespit edilmiştir. Sarıkum Gölü'nde yapılan parametrelerin mevsimsel ortalamasına bakıldığında Gölün en yüksek pH, amonyum azotu, nitrit azotu, klorofil-a ve anyonik deterjan miktarları ile **5. ve 7.** istasyonlar olduğu belirlenmiştir. Sarıkum Gölü'nü temsil eden bu iki istasyon gölün kirlilik düzeyinin **Ötrofikasyondan Hiperötrofikasyona** doğru ilerlediğini göstermiş ve desteklemiştir.

Sarıkum Göl'ünün RAMSAR alanı olması ve gölün ekolojik özelliklerinin korunması ve sürekliliği açısından; özellikle göl etrafında bulunan tarım arazilerinde yapılan gübreleme ve diğer kimyasal uygulamaların azaltılması sağlanarak göle taşınan kirlilik yükünün kontrol altına alınması gerekmektedir. Sarıkum Gölü'nde arıtma tesisi bulunmayışı yerleşim yerlerindeki olumsuz etkiyi önleyecek herhangi bir tesisin olmayışı önemli tehdit unsurudur. Bu nedenle arıtma tesisinin yaptırılması önerilmektedir. Su kaynağı olan drenaj kanallarının taşımış olduğu besin elementlerinin dengesinin sağlanması ve kontrol altında tutulması gölün durumunun sürekli olarak izlenmesi, alanın sürdürülebilir olması kullanımı ve biyoçeşitlilik açısından büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde kimyasal gübre kullanımı konusunda denetim ve uygulama çalışmalarının yetersiz kalması ne yazık ki bu tür kirlilik problemlerinin artmasına neden olmaktadır. Yukarıda özetlenmeye çalışılan unsurlar göz önüne alındığında, gerek çalışma alanının çevresindeki tarım arazileri gerekse ülkemizdeki diğer tarım arazilerinde gübre kullanımına ilişkin çalışmaların yapılarak, çeşitli idari yaptırımlar gerekmektedir. Sinop Sarıkum Köyü bölge halkının evsel ve tarımsal atıkları deşarjı hakkında bilinçlendirilmesinin yanı sıra, günlük faaliyetlerini sürdürürken de doğayı korumasının ve bilinçsizce kirletmesinin doğru olmadığı da anlatılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F. 1995. Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition, Washington, USA.
- Adalı, N. 2014. Su Kirliliği Açısından Hasas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi ile Hasas Alanların Yönetimine İlişkin Esaslar. Uzamanlık Tezi. Tc .Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 151 s.
- Akbulut, A., Yıldız, K. 2001. Mogan Gölü (Ankara) planktonik Bacillariophyta üyeleri ve dağılımları. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14 (4): 1081- 1093.
- Akbulut, M. 1996. Sinop İli Sarıkum Gölü ve Çevre Su Birikintilerindeki Makrobentik Fauna Üzerine Bir Ön Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 51 s.
- Anonim, 1989. Türkiye'nin Sulak Alanları. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını. Ankara, 220 s.
- Anonim, 2000. Su Çerçeve Direktifi İçin Ortak Uygulama Stratejisi, Teknik Rapor-30.
- Anonim, 2004. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği, Resmi Gazete 25377, Ankara.
- Anonim, 2006. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, Resmi Gazete, 26047, Ankara.
- Anonim, 2008. SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği), Resmi Gazete, 25687, Ankara.
- Anonim, 2009. Kentsel Atıksuların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği, Resmi Gazete, 27271, Ankara.
- Anonim, 2012a. Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete, 28444, Ankara.
- Anonim, 2012b. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete, 28257, Ankara.
- Anonim, 2014a. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik, Resmi Gazete, 28910, Ankara.
- Anonim, 2014b. Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliği, Resmi Gazete, 28925, Ankara.
- Anonim, 2015. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete, 29363, Ankara.
- Anonim, 2016. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmelik, Resmi Gazete, 29779, Ankara.
- Anonim, 2016a. (YSKY) Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete, 29797, Ankara.

- Anonim, 2016b. Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete, 29927, Ankara.
- Aydın, F., Pulatsu, S. 1998. Sakaryabaşı Batı Göletinin Ötrofikasyon Derecesinin Araştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, Kasım, 5 (1), 51-58.
- Başer, K. 2006. Sazlıdere'nin azot ve fosfor kirliliğinin izlenmesi ve etkisinin irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 87 s.
- Bayram, A., 2011. Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 164 s.
- Beklioglu, M. 2000. Göller, Besin Zinciri Yıkımı ve Biyomanipulasyon, Eymir ve Mogan Gölleri, Bilim ve Teknik Dergisi.
- Berkün, M., Aras E., Koç T., 2008. Barajların Ve Hidroelektrik Santrallerin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler. Türkiye Mühendislik Haberleri. Sayı: 452 /6 41-48.
- Büyükgüngör, H., 2003. Atıksu Arıtma Yöntemleri, Samsun, 194 s.
- Byfield, A.J. 1994. Sarıkum Dunes. Türkiye'nin kuzey kumullarının korunmasına yönelik rapor. DHKD:2s.
- Carlson, R.E., 1977. A Trophic State Index For Lakes. Limnology and Oceanography.22,361-369.
- Ceylan, M. 1999. Ömerli Barajındaki Ötrofikasyon ve Bağlı Derelerin Baraj Gölü Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli, 83-85
- Cirik, S., Cirik, Ş.,1991.Limnoloji, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, 23-41, 98- 106
- Çakır, M. 2013. Büyük Menderes Nehri'nde deterjan ve bor kirliliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa,76 s.
- Çelikkale, M. S., 1994. İç su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt:1, KTÜ Sürmene Deniz Bil. Fak. Yayınları, Trabzon, 460
- Çıplakoğlu, G. 2006. Yüzeysel suların ötrofikasyona duyarlılığı üzerine bir araştırma ve sakarya havzası örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 85 s.
- ÇŞİM, 2012. Sinop Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2011 Yılı İl Çevre Durum Raporu Hazırlayan Çed Hizmetleri ve Çevre İzin Şube Müdürlüğü, Sinop.
- ÇŞİM, 2017. Sinop Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2016 Yılı İl Çevre Durum Raporu Hazırlayan Çed Hizmetleri ve Çevre İzin Şube Müdürlüğü, Sinop.

- Diñer, S.,2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 72 s.
- Dişli, M., 2002. Şanlıurfa balıklı gölü'nün su kalitesi yönüyle değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 18-23, 65, 82.
- Egemen, Ö. 2011. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 150 s.
- Egemen, Ö., Sunlu, U. 1996. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 153 s.
- Elibol, İ. M.,Üstündağ, S., Çevlik, H., 2006. Eğrekkaya Baraj Gölü Limnolojisi. 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 07- 09 Şubat, Antalya.
- Er, B.. 2016. Su Çerçeve Direktifine Göre Suat Uğurlu Baraj Gölünün Ötrofik Durumunun Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 119 s.
- Ertan, A., A. Kılıç, M. Kasperek. 1989. Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. Important Bird Areas in Turkey. DHKD Pub., İstanbul.
- European Communities (EC), 2000. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000; Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy (Water Framework Directive).
- European Communities (EC), 2009. WFD CIS Guidance Document No. 23. Guidance Document on Eutrophication Assessment in the Context of European WaterPolicies.
- European Communities (EEC), 1991. Directive 91/271/EEC. Council Directive of 21 May 1991 Concerning Urban Waste WaterTreatment.
- Fakıoğlu Y. E. 2014. Akgöl Lagünü (Silifke/Mersin) Su Kalitesi ve Alg Florasının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin,138 s.
- Fakıoğlu, Ö., Demir, N. 2011. Beyşehir Gölü Fitoplankton Biyokütlesinin Mevsimsel ve Yöresel Değişimleri. Ekoloji, 20 (80): 23-32
- Findlay S. ve Sinsabaugh R. L., 2003. AquaticEcosystems: Interactivity of Dissolved Organic Matter, San Diego : AcademicPress, an imprint of ElsevierScience, XX, 512 p, ISBN: 0122563719
- Forsberg, C. 1998. Whichpolicies can stop largescaleeutrophication, WaterScienceand Technology,37(3), 193-200
- Gedik, K. 2011. Rize sahilinde bazı kirleticilerin mevsimsel ve hacimsel dağılımı Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 87 s.

- Gedik, K., Verep, B., Ertuğrul, T., Fevzioğlu, S. 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 19 (76): 25-35.(doi: 10.5053/ekoloji.2010.764).
- Gökkurt, O. 2007. Sinop Kıyılarında Potansiyel Deşarj Noktalarının Suyun Kalitesine Ve Canlılara Etkileri Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 202 s.
- Gönlüğü, G., Öztürk, M., Gündoğdu A., Öztürk, M, 1995. Sinop Körfezi'nde bazı nütrientlerin ve fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimleri. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 11-13 Eylül 1995, Ankara., 624-638.
- Gündoğdu, A., Gültepe, E., Carlı, U., 2017. Sırakaraağaçlar Deresinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Sinop Üniversitesi, 12-15 Eylül, Sinop.
- Gündoğdu, A., 2015. Sularda (ORP) Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyelinin pH ve Metallerle İlişkisi. Ekoloji sempozyumu (Sinop Üniversitesi), 6-9 Mayıs 2015, Sinop (Poster), s.275.
- Gündoğdu, A., Erdem, M, 1995. Sinop İli Sahilinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 11-13 Eylül 1995, Ankara, 611-624.,
- Helsinki Commission (HC), 2009. Eutrophication in the Baltic Sea, An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment in the Baltic Sea region, Baltic Marine Environment Protection Commission.
- İmamoğlu, Ö.,2000. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay'ının Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 18-22.
- Kahraman, N. 2003, Elmalı Baraj Gölünde Ötrofikasyona Katkı Yapan Unsurların Periyodik Analizi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 64 s.
- Karaduman, H. 1993. Sinop Milli Parklar ve Av-Yaban Hayatı Başmühendisliği Görev Alanı İçinde Bulunan Sarıkum Gölü' nün Türkiye-Finlandiya Ortak Proje Kapsamına Alınması ile İlgili Bilgileri İçerir Rapor.
- Karakaya, N., Öngen, A., ve Kınacı, C., 2002. Ötrofikasyon Kontrol Tekniklerinin Değerlendirilmesi. Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi, Cilt:12, Sayı:3, Sayfa35-42.
- Karpuzcu, M., Koçali, M., 2007. Göllerde Ötrofikasyon ve Çözüm Önerileri. Göller Kongresi (Göller Yöresi, İç Anadolu Gölleri ve Sorunları), 09-10 Haziran,86-92.

- Kazancı, N., 2004. Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi Sucul Ekosistemi'nin Hidrobiyolojik Yönden İncelenmesi, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi: VIII, İmaj Yayınevi, 2. Baskı, Ankara, 165 s
- Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar) Su Kalitesini Değerlendirmek İçin Diyatome İndekslerinin Kullanılması. AKÜ FEBİD, 12: 27-38.
- Kocataş, A., 1999. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi", Ege Üniversitesi, İzmir, 359-375, 435-438
- Kurt, N. 2009. İznik gölünde besi maddesi kirlenmesini incelenmesi ve uygun bir modelin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 77 s.
- Maman, S.Z. 2016. Köyceğiz dalyan lagün sisteminin su kirliliğinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak haritalandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 173 s.
- Muslu, Y. 2001. Göl ve Haznelerde Su Kalitesi Yönetimi, İSKİ.
- OECD, 1982. "Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control". 154 s., Paris,
- Ozener, F.S., 1998. Sinop batısındaki ekosistemler ilginç yer şekillerinin jeomorfolojisi, ekoturizm yönünden önemi. Tübitak, Ydabçag:19 s.
- Öğün, E. 2012. Eymir Gölü'nde Reaktif Azot Döngüsünün İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 207 s.
- Özakkoyunlu, S. 2007. Gölün yazı gölü'nün (Çorum) su kalitesinin fiziksel ve kimyasal yöntemlerle tespit edilmesi ve göl civarında yaşayan bazı hayvanların belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 53 s.
- Özbek, M., Sarı, H. M. 2007. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı göllerin Hirudinea (Annelida) Faunası. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24 (1-2): 83-88.
- Özecik, F. 2006. Sapanca gölünde ötrofikasyonun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze. 101 s.
- Öztürk, M., 1994. Bir Doğa Koruma Alanı Olan Sarıkum Gölü (Sinop) Makroskobik ve Mikroskobik Algleri. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, cilt: IV,6-8 Temmuz 1994, Edirne,195-200 s.
- Pala, B. F. 1994. Ömerli Baraj Gölünün Su Kalitesi Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-5
- Parsons,T.R., Maita, Y., Lallı,C.M.,1984. A Manuel of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press. New York.173.p.

- Serdar, S. 2015. Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fizikokimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 134 s.
- Stirling, H. P. 1985. Chemical and Biological Methods of Water Analysis for Aquaculturalist. Institute of Aquaculture, University of Stirling, 119 p.
- Şengül, F., Türkman, A. 1998. Su ve Atıksu Analizleri. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir, 152 s.
- Şengün, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 66 s.
- Tan, A. 2006. Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 85 s.
- Tanyolaç, J. 2000. Limnoloji, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 34-97.
- Tanyolaç, J., 1993. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Hatipoğlu Yayınevi, Ankara. Sf:103- 107.
- Taş, B., 2011.Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences, 2,1, 43-61.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. ve Topkara, S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fizikokimyasal özellikleri. Journal of FisheriesSciences.com, 4(3): 254-263.
- Taşdemir, M.,Göksu, Z. L., 2001. Asi nehrinin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 18 (1-2): 55-64.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23 (1/1): 149-154.
- TM (Tübitak Mam), 2014. Ülkemiz Kıyı ve Geçiş Sularında Tehlikeli Maddelerin Tespiti ve Ekolojik Kıyı Dinamiği Projesi 4. İlerleme Raporu, 63 s.
- Topal, O.,2000. Ergene Nehri'nin Kirlilik Durumunun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli, 11-15
- Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1): 93-103.
- Tülek, S. 2006. Kızılırmak nehri su kalitesi belirlenmesi ve ötrofikasyona bağlı risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun,106 s.
- Türkoğlu, M., Yenici, E., İşmen, A., Kaya, S. 2004. Çanakkale Boğazı'nda Nutrient ve Klorofil-a Düzeylerinde Meydana Gelen Aylık Değişimler, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 21 (1-2): 93-98.

- Unep, (2008). Water Quality for Ecosystem and Human Health. 2nd Edition, United Nations Environment Programme, Global Environment Monitoring System (GEMS) Water Programme, 110 s. (ISBN 92-95039-51-7).
- Uslu, O., Türkman, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 364 s.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (1): 119-127.
- Varol, M. 2013. Batman Baraj Gölü'nün Trofik Durumunun Belirlenmesi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 4 (2): 51-59.
- Verep, B., Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E. 2002. Uzungöl'ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (1-2): 233-240.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C. 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 14 (57): 26-35.
- Vollenweider, R. A., "Input-Output Models With Special Referance to The Phosphorus Loading Concept in Limnology", Schweiz Hydrology, Vol. 37, pp. 53-84, 1975.
- Wetzel, R. G. 1975. Limnology, W. B. Saunders Company. Philadelphia, PA, 743 s.
- Wijk F.J., Haye M.A.A., Hehenkamp M.J., Velde I.A., Bruin E.F.L.M., Schelleman F.J.M., 2003. Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye'de Uygulanması, gulama El Kitabı. Grontmij Advies & Techniek bv Vestiging Utrecht Houten
- Yardım, Ö., Şendoğan, E., Bat, L., Sezgin, M., Çulha, M. 2008. Sarıkum Gölü (Sinop) Makrobentik Mollusca ve Crustacea Faunası. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 25(4): 301-309.
- Yetgin, P.K. 2009. Ömerli baraj gölünde trofik seviyenin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 99 s.
- Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 92 s.
- Yıldız, K., Sipahioğlu, Ş., Yılmaz, M. 2000. Çevre Bilimi, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, 51, 52, 104-106, 111
- Yılmaz, C. 2005. Sarıkum Gölü Ekosistemi (Sinop). Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 2-5 Haziran 2005. (basımda) s: 219-226.

8. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	:Zeynep HASANÇAVUŞOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri	:08/03/1988 Diyarbakır.
Yabancı Dili	:İngilizce
E-posta	:zeynepbozdogan@sinop.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Temel Bilimler Anabilim Dalı	Sinop Üniversitesi	2018
Lisans	İşletme Fakültesi	Anadolu Üniversitesi	2013
Ön Lisans	Kimya	Uşak Üniversitesi	2010

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013-Halen Çalışıyor.	Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi	Kimya Teknikeri
2011	DMS BOYA Kemalpaşa /İZMİR	Kimya Teknikeri

YAYINLARI

Bildiri

Bozdoğan, Z., Gündoğdu, A., 2017. Sarıkum Gölü ve Gölü Besleyen Derelerin Bazı Fizikokimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi / Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 2017

Üstün, F., Bozdoğan, Z., 2016. Sinop Hamsilos Koyu'ndaki Zooplankton Bollluğu ve Dağılımının Ilkbahar Mevsimindeki Değişimi/Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı , Sinop

Proje

Bozdoğan, Z. 2014. Sinop Hamsilos Koyu'nun Zooplankton Kompozisyonunun Belirlenmesi Su Ürünleri Fakültesi, Araştırmacı, SÜF-1901-14-04