



**T.C.  
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KARACAÖREN I BARAJ GÖLÜ SİYANOBAKTERİ  
(MAVİ-YEŞİL ALG) FLORASI VE MİKROSİSTİN  
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

**Merve ÜLKÜ**

**BURDUR, 2016**

**T.C.  
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KARACAÖREN I BARAJ GÖLÜ SİYANOBAKTERİ  
(MAVİ-YEŞİL ALG) FLORASI VE MİKROSİSTİN  
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

**Merve ÜLKÜ**

**Danışman: Doç. Dr. İskender GÜLLE**

**BURDUR, 2016**

## YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Merve ÜLKÜ tarafından Doç. Dr. İskender GÜLLE yönetiminde hazırlanan “Karacaören I Baraj Gölü Siyanobakteri (Mavi-Yeşil Alg) Florası ve Mikrosistin Düzeyinin Belirlenmesi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

**Unvan, Ad ve SOYAD**

(Başkan)

Kurum.....(İmza)

**Unvan, Ad ve SOYAD**

(Jüri Üyesi)

Kurum.....(İmza)

**Unvan, Ad ve SOYAD**

(Jüri Üyesi)

Kurum.....(İmza)

**Unvan, Ad ve SOYAD**

(Jüri Üyesi)

Kurum.....(İmza)

**ONAY**

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun \_\_\_\_\_ Tarih ve \_\_\_\_\_ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

**Unvan, Ad ve SOYAD**

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Karacaören I Baraj Gölü Siyanobakteri (Mavi-Yeşil Alg) Florası ve Mikrosistin Düzeyinin Belirlenmesi**” başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../2016

Merve ÜLKÜ

## **TEŞEKKÜR**

Tez çalışması boyunca bana bilgi ve tecrübesiyle her zaman destek olan danışmanım Doç. Dr. İskender GÜLLE' ye; çalışmanın yürütülmesi için imkan sağlayan Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne, Doç. Dr. Yılmaz EMRE' ye, Biyolog Dr. Fatma Banu YALIM'a ve Uzman Biyolog Nesrin EMRE'ye; Arazi çalışmaları sırasında yardımcı olan Uzman Kimyager Ramazan UYSAL'a ve Kimyager Dr. Özgür AKTAŞ'a, Uzman Kimyager Faruk Pak'a; mikrosistin analizlerindeki yardımları için Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Fatma KOCASARI'ya teşekkürü borç bilirim.

Bunun yanında, manevi destekleri için sevgili eşim Serbay ÜLKÜ, yiğenlerim Nisa İpek BAYOĞLU, Emre Kağan TÜLÜ ve aileme, ayrıca arkadaşlarım Berat Pelin SARICAN ve İpek ÇELİKAĞ'a teşekkür ederim.

**Temmuz, 2016**

**Merve ÜLKÜ**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGE DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
ÖZET .....	xi
SUMMARY .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	5
2.1. Baraj Göllerinin Genel Özellikleri .....	5
2.1.2. Baraj Göllerinin Hidrolojik Yapısı .....	6
2.1.3. Baraj Göllerinin Genel Su Kalitesi .....	7
2.1.4. Baraj Göllerinin Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri .....	10
2.1.5. Baraj Gölleri ve Çevresel Problemleri .....	11
2.2. Siyanobakteri ve Siyanobakterinin Plankton İçindeki Yeri .....	12
2.2.1 Siyanobakteri Sistematiği ve Siyanobakteriyel Sınıflandırmanın Gelişimi .....	12
2.2.2. Siyanobakteri Genel Özellikleri .....	15
2.2.3. Siyanobakteri ve Su Kalitesi .....	23
2.2.3.1. Siyanotoksin İçeren Suların İyileştirilmesi .....	25
2.2.4. Siyanobakteri Toksinleri .....	27
2.2.5. Siyanobakteri Toksinlerin Çevre Sağlığına Etkileri .....	31
2.2.5.1. Hayvanlar Üzerine Etkisi .....	32
2.2.5.2. İnsan Sağlığına Etkisi .....	33
2.2.6. Siyanobakteri Farklı Kullanım Alanları .....	36
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	39
3.1. Çalışma Alanı ve Örneklem Yeri .....	39
3.2. Su Kalitesi Örneklerinin Alınması ve İncelenmesi .....	40
3.2.1. Fiziksel Analizler .....	42
3.2.2. Kimyasal Analizler .....	43
3.2.3. Okuma ve Hesaplama .....	44
3.3. Plankton ve Su Kalitesi Örneklem ve Analiz Yöntemleri .....	44
3.3.1. Mikroskopik Hücre Sayımı .....	45
3.3.2. Mikrosistin-LR (MC-LR) Toksinlerinin Analizleri, ELİSA Yöntemi .....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	47
4.1. Su Kalitesi .....	47
4.1.1. pH .....	48
4.1.2. Su Sıcaklığı .....	49
4.1.3. Tuzluluk .....	50
4.1.4. Elektriksel İletkenlik .....	51
4.1.5. Özgül İletkenlik .....	52
4.1.6. Secchi Diski Görünürlüğü .....	53
4.1.7. Çözünmüş Oksijen .....	54
4.1.8. Oksijen Doygunluğu .....	55
4.1.9. Askıda Katı Madde .....	56
4.1.10. Karbonat .....	57
4.1.11. Bikarbonat .....	58

4.1.12. Toplam Alkalinite .....	59
4.1.13. Kalsiyum .....	60
4.1.14. Magnezyum .....	61
4.1.15. Toplam Sertlik .....	62
4.1.16. Nitrit Azotu .....	63
4.1.17. Amonyum Azotu .....	64
4.1.18. Nitrat Azotu .....	65
4.1.19. Toplam Azot .....	66
4.1.20. Toplam Fosfor .....	67
4.1.21. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı .....	68
4.1.22. Kimyasal Oksijen İhtiyacı .....	69
4.1.23. Klorofil a .....	70
4.1.24. Bulanıklık .....	71
4.1.25. Toplam Çözünmüş Katı Madde .....	72
4.1.26. Sodyum .....	73
4.1.27. Potasyum .....	74
4.1.28. Sülfat .....	75
4.1.29. Florür .....	76
4.1.30. Klorür .....	77
4.2. Siyanobakterinin Niteliksel ve Niceliksel Özellikleri .....	78
4.3. Mikrosistin Analiz Sonuçları .....	86
5. SONUÇ .....	87
5.1. Su Kalitesi .....	87
5.2. Siyanobakteri Florası Nicel ve Nitel Özellikleri .....	100
KAYNAKLAR .....	104
EKLER .....	112
ÖZGEÇMİŞ .....	138

## ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. <i>Anabaena spiroides</i> .....	22
Şekil 2.2. <i>Oscillatoria sp.</i> .....	22
Şekil 2.3. Mikrosistin-LR'nin Kimyasal Yapısı (Mackintosh vd., 1990).....	29
Şekil 3.1. KBG Uydu Görüntüsü ve Örneklem Bölgeleri.....	40
Şekil 3.2. Mikropleyt görüntüsü.....	46
Şekil 3.3. ELISA testi cihazı .....	46
Şekil 4.1. Yüzey ve dip suyu pH değerleri değişimi .....	48
Şekil 4.2. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu ph değişimleri .....	48
Şekil 4.3. Yüzey ve dip suyu su sıcaklığı değerleri değişimi.....	49
Şekil 4.4. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu su sıcaklığı değişimleri .....	49
Şekil 4.5. Yüzey ve dip suyu tuzluluk değerleri değişimi.....	50
Şekil 4.6. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu tuzluluk değişimleri .....	50
Şekil 4.7. Yüzey ve dip suyu elektiriksel iletkenlik değerleri değişimi .....	51
Şekil 4.8. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu elektiriksel iletkenlik değişimleri .....	51
Şekil 4.9. Yüzey ve dip suyu özgül iletkenlik değerleri değişimi.....	52
Şekil 4.10. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu özgül iletkenlik değişimleri .....	52
Şekil 4.11. Yüzey suyu secchi diski görünürlüğü değerleri değişimi .....	53
Şekil 4.12. İstasyonlar yüzey suyu secchi diski görünürlüğü değişimleri.....	53
Şekil 4.13. Yüzey ve dip suyu çözülmüş oksijen değerleri değişimi .....	54
Şekil 4.14. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu çözülmüş oksijen değişimleri.....	54
Şekil 4.15. Yüzey ve dip suyu oksijen doygunluğu değerleri değişimi .....	55
Şekil 4.16. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu oksijen doygunluğu değişimleri.....	55
Şekil 4.17. Yüzey ve dip suyu askıda katı madde değerleri değişimi .....	56
Şekil 4.18. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu askıda katı madde değişimleri .....	56
Şekil 4.19. Yüzey ve dip suyu karbonat değerleri değişimi.....	57
Şekil 4.20. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu karbonat değişimleri .....	57
Şekil 4.21. Yüzey ve dip suyu bikarbonat değerleri değişimi.....	58
Şekil 4.22. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu bikarbonat değişimleri .....	58
Şekil 4.23. Yüzey ve dip suyu toplam alkalinite değerleri değişimi.....	59
Şekil 4.24. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam alkalinite değişimleri .....	59
Şekil 4.25. Yüzey ve dip suyu kalsiyum değerleri değişimi .....	60



Şekil 4.26. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu kalsiyum değişimleri.....	60
Şekil 4.27. Yüzey ve dip suyu magnezyum değerleri değişimi .....	61
Şekil 4.28. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu magnezyum değişimleri.....	61
Şekil 4.29. Yüzey ve dip suyu toplam sertlik değerleri değişimi.....	62
Şekil 4.30. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam sertlik değişimleri .....	62
Şekil 4.31.Yüzey ve dip suyu nitrit azotu değerleri değişimi .....	63
Şekil 4.32. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu nitrit azotu değişimleri.....	63
Şekil 4.33. Yüzey ve dip suyu amonyum azotu değerleri değişimi .....	64
Şekil 4.34. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu amonyum azotu değişimleri.....	64
Şekil 4.35. Yüzey ve dip suyu nitrat azotu değerleri değişimi.....	65
Şekil 4.36. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu nitrat azotu değişimleri .....	65
Şekil 4.37. Yüzey ve dip suyu nitrit toplam azot değerleri değişimi .....	66
Şekil 4.38. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu nitrit toplam azot değişimleri.....	66
Şekil 4.39. Yüzey ve dip suyu toplam fosfor değerleri değişimi .....	67
Şekil 4.40. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam fosfor değişimleri.....	67
Şekil 4.41. Yüzey ve dip suyu biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri değişimi.....	68
Şekil 4.42. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu biyolojik oksijen ihtiyacı değişimleri .....	68
Şekil 4.43. Yüzey ve dip suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri değişimi.....	69
Şekil 4.44. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değişimleri .....	69
Şekil 4.45. Yüzey ve dip suyu klorofil a değerleri değişimi .....	70
Şekil 4.46. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu klorofil a değişimleri .....	70
Şekil 4.47. Yüzey ve Dip Suyu Bulanıklık Değerleri Değişimi.....	71
Şekil 4.48. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu bulanıklık değişimleri .....	71
Şekil 4.49. Yüzey ve dip suyu çözünmüş katı madde değerleri değişimi .....	72
Şekil 4.50. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu çözünmüş katı madde değişimleri .....	72
Şekil 4.51. Yüzey ve dip suyu sodyum değerleri değişimi .....	73
Şekil 4.52. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu sodyum değişimleri.....	73
Şekil 4.53. Yüzey ve dip suyu potasyum değerleri değişimi .....	74
Şekil 4.54 İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu potasyum değişimleri.....	74
Şekil 4.55. Yüzey ve dip suyu sülfat değerleri değişimi .....	75
Şekil 4.56. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu sülfat değişimleri .....	75
Şekil 4.57. Yüzey ve Dip Suyu Florür Değerleri Değişimi.....	76
Şekil 4.58. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu florür değişimleri .....	76
Şekil 4.59. Yüzey ve dip suyu klorür değerleri değişimi .....	77

<b>Şekil 4.60.</b> İstasyonlar Arası Yüzey-Dip Suyu Klorür Değişimleri .....	77
<b>EK 60 - Şekil 4.1.</b> <i>Merismopedia tenuissima</i> .....	132
<b>EK 61 - Şekil 4.2.</b> <i>Microcystis wesenbergii</i> .....	132
<b>EK 62 - Şekil 4.3.</b> <i>Microcystis aeruginosa</i> .....	133
<b>EK 63 - Şekil 4.4.</b> <i>Anabaena spiroides</i> .....	133
<b>EK 64 - Şekil 4.5.</b> <i>Anabaena crassa</i> .....	134
<b>EK 65 - Şekil 4.6.</b> <i>Limnothrix sp.</i> .....	134
<b>EK 66 - Şekil 4.7.</b> <i>Rhaphidiopsis mediterranea</i> .....	135
<b>EK 67 - Şekil 4.8.</b> <i>Anabaena sp.</i> .....	135
<b>EK 68 - Şekil 4.9.</b> <i>Geitlerinema sp.</i> .....	136
<b>EK 69 - Şekil 4.10.</b> <i>Pseudanabaena limnetica</i> .....	136
<b>EK 70 - Şekil 4.11.</b> <i>Planktolyngbya limnetica</i> .....	137
<b>EK 71 - Şekil 4.12.</b> <i>Oscillatoria sp.</i> .....	137

## ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Baraj Gölü Ve Doğal Göl Ekosistemleri Özelliklerinin Karşılaştırılması .....	10
Çizelge 3.1. Su Kalitesi Parametreleri Analiz Yöntemleri.....	41
Çizelge 4.1. KBG Su kalitesi yüzey ve dip suları minimum (Min.), maksimum (Maks.) ve ortalama (Ort.) değerleri .	47
Çizelge 4.2. Derinliklere göre siyanobakteri hücre yoğunluğu değerleri (iplik-koloni sayısı /L) .....	83
Çizelge 4.3. Aylara göre siyanobakteri hücre yoğunluğu (iplik-koloni/L) değerleri.....	85
Çizelge 4.4. İstasyonlara göre siyanobakteri hücre yoğunluğu (iplik-koloni/L) değerleri .	86
Çizelge 4.5. Derinliklere Göre Tespit Edilen Siyanobakteri Türleri.....	86
EK 1 - Çizelge 4. 1. Yıllık yüzey suyu pH değerleri .....	112
EK 2 - Çizelge 4.2. Yıllık dip suyu pH değerleri.....	112
EK 3 - Çizelge 4.3. Yıllık yüzey suyu sıcaklık değerleri (°C).....	113
EK 4 - Çizelge 4.4. Yıllık dip suyu sıcaklık değerleri (°C) .....	113
EK 5 - Çizelge 4.5. Yıllık yüzey suyu tuzluluk değerleri (g/l) .....	113
EK 6 - Çizelge 4.6. Yıllık dip suyu tuzluluk değerleri (g/l) .....	114
EK 7 - Çizelge 4.7. Yıllık yüzey suyu elektriksel iletkenlik değerleri (µS/cm).....	114
EK 8 - Çizelge 4.8. Yıllık dip suyu elektriksel iletkenlik değerleri (µS/cm) .....	114
EK 9 - Çizelge 4.9. Yıllık yüzey suyu özgül iletkenlik değerleri (µS/cm).....	115
EK 10 - Çizelge 4.10. Yıllık dip suyu özgül iletkenlik değerleri (µS/cm) .....	115
EK 11 - Çizelge 4.11. Yıllık yüzey suyu secchi diski değerleri (m) .....	115
EK 12 - Çizelge 4.12. Yıllık yüzey suyu çözülmüş oksijen değerleri (mg/l) .....	116
EK 13 - Çizelge 4.13. Yıllık dip suyu çözülmüş oksijen değerleri (mg/l).....	116
EK 14 - Çizelge 4.14. Yıllık yüzey suyu oksijen doygunluğu değerleri (%) .....	116
EK 15 - Çizelge 4.15. Yıllık dip suyu oksijen doygunluğu değerleri (%).....	117
EK 16 - Çizelge 4.16. Yıllık yüzey suyu askıda katı madde değerleri (mg/l) .....	117
EK 17 - Çizelge 4.17. Yıllık dip suyu askıda katı madde değerleri (mg/l) .....	117
EK 18 - Çizelge 4.18. Yıllık yüzey suyu karbonat değerleri (mg/l).....	118
EK 19 – Çizelge 4.19. Yıllık dip suyu karbonat değerleri (mg/l).....	118
EK 20 – Çizelge 4.20. Yıllık yüzey suyu bikarbonat değerleri (mg/l) .....	118
EK 21 - Çizelge 4.21. Yıllık dip suyu bikarbonat değerleri (mg/l) .....	119
EK 22 – Çizelge 4.22. Yıllık yüzey suyu alkalinite değerleri (mg/l) .....	119

EK 23 - Çizelge 4.23. Yıllık dip suyu alkalinite değerleri (mg/l) .....	119
EK 24 - Çizelge 4.24. Yıllık yüzey suyu kalsiyum değerleri (mg/l) .....	120
EK 25 - Çizelge 4.25. Yıllık yüzey suyu kalsiyum değerleri (mg/l) .....	120
EK 26 - Çizelge 4.26. Yıllık yüzey suyu magnezyum değerleri (mg/l) .....	120
EK 27 - Çizelge 4.27. Yıllık dip suyu magnezyum değerleri (mg/l).....	121
EK 28 - Çizelge 4.28. Yıllık yüzey suyu toplam sertlik değerleri (CaCO <sub>3</sub> olarak mg/l)..	121
EK 29 - Çizelge 4.29. Yıllık dip suyu toplam sertlik değerleri (CaCO <sub>3</sub> olarak mg/l) .....	121
EK 30 - Çizelge 4.30. Yıllık yüzey suyu toplam nitrit azotu (NO <sub>2</sub> -N) değerleri (mg/l) .	122
EK 31 - Çizelge 4.31. Yıllık dip suyu toplam nitrit azotu (NO <sub>2</sub> -N) değerleri (mg/l) .....	122
EK 32 - Çizelge 4.32. Yıllık yüzey suyu toplam amonyum azotu değerleri (mg/l) .....	122
EK 33 - Çizelge 4.33. Yıllık dip suyu toplam amonyum azotu değerleri (mg/l).....	123
EK 34 - Çizelge 4.34. Yıllık yüzey suyu toplam nitrat azotu (NO <sub>3</sub> -N) değerleri (mg/l)..	123
EK 35 - Çizelge 4.35. Yıllık dip suyu toplam nitrat azotu (NO <sub>3</sub> -N) değerleri (mg/l) .....	123
EK 36 - Çizelge 4.36. Yıllık yüzey suyu toplam azot ( $\Sigma$ N) değerleri (mg/l).....	124
EK 37 - Çizelge 4.37. Yıllık dip suyu toplam azot ( $\Sigma$ N) değerleri (mg/l) .....	124
EK 38 - Çizelge 4.38. Yıllık yüzey suyu toplam fosfor ( $\Sigma$ P) değerleri (mg/l).....	124
EK 39 - Çizelge 4.39. Yıllık dip suyu toplam fosfor ( $\Sigma$ P) değerleri (mg/l) .....	125
EK 40 - Çizelge 4.40. Yıllık yüzey suyu biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri (mg/l)	125
EK 41 - Çizelge 4.41. Yıllık dip suyu biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri (mg/l) ....	125
EK 42 - Çizelge 4.42. Yıllık yüzey suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri (mg/l).....	126
EK 43 - Çizelge 4.43. Yıllık dip suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri (mg/l) .....	126
EK 44 - Çizelge 4.44. Yıllık yüzey suyu klorofil a ihtiyacı değerleri (mg/m <sup>3</sup> ).....	126
EK 45 - Çizelge 4.45. Yıllık dip suyu klorofil a ihtiyacı değerleri (mg/m <sup>3</sup> ) .....	127
EK 46 - Çizelge 4.46. Yıllık yüzey suyu bulanıklık değerleri (NTU).....	127
EK 47 - Çizelge 4.47. Yıllık dip suyu bulanıklık değerleri (NTU) .....	127
EK 48 - Çizelge 4.48. Yıllık yüzey suyu çözünmüş katı madde değerleri (mg/l) .....	128
EK 49 - Çizelge 4.49. Yıllık dip suyu çözünmüş katı madde değerleri (mg/l) .....	128
EK 50 - Çizelge 4.50. Yıllık yüzey suyu sodyum değerleri (mg/l) .....	128
EK 51 - Çizelge 4.51. Yıllık dip suyu sodyum değerleri (mg/l).....	129
EK 52 - Çizelge 4.52. Yıllık yüzey suyu potasyum değerleri (mg/l) .....	129
EK 53 - Çizelge 4.53. Yıllık dip suyu potasyum değerleri (mg/l).....	129
EK 54 - Çizelge 4.54. Yıllık yüzey suyu sülfat değerleri (mg/l) .....	130
EK 55 - Çizelge 4.55. Yıllık dip suyu sülfat değerleri (mg/l).....	130
EK 56 - Çizelge 4.56. Yıllık yüzey suyu florür değerleri (mg/l) .....	130

<b>EK 57 - Çizelge 4.57.</b> Yıllık dip suyu florür değerleri (mg/l) .....	131
<b>EK 58 - Çizelge 4.58.</b> Yıllık yüzey suyu klorür değerleri (mg/l) .....	131
<b>EK 59- Çizelge 4.59.</b> Yıllık dip suyu klorür değerleri (mg/l).....	131



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>A.K.M</b>	: askıda katı madde
<b>°C</b>	: santigrat derece
<b>cm</b>	: santimetre
<b>g</b>	: gram
<b>i/l</b>	: iplik/litre
<b>iplik/l</b>	: iplik / litre
<b>km<sup>2</sup></b>	: kilometre kare
<b>km<sup>3</sup></b>	: kilometre küp
<b>l</b>	: litre
<b>m</b>	: metre
<b>m<sup>3</sup></b>	: metreküp
<b>mg/l</b>	: miligram / litre
<b>ml</b>	: mililitre
<b>μ veya μm</b>	: mikron veya mikronmetre
<b>μS/cm</b>	: mikroSiemens/santimetre

# ÖZET

Yüksek Lisans

## Karacaören I Baraj Gölü Siyanobakteri (Mavi-Yeşil Alg) Florası Ve Mikrosistin Düzeyinin Belirlenmesi

Merve Ülkü

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İskender Gülle

Temmuz, 2016

Araştırma kapsamında Temmuz 2013-Haziran 2014 tarihleri arasında KBG üzerinde belirlenen üç örneklem noktasından, su kalitesi, siyanobakteri örneklemeleri aylık dönemler halinde yapılmıştır.

Yapılan örneklemelerde yüzey-dip suyu ortalamaları su sıcaklığı 21,1°C- 17,4°C, pH 8,49- 8,17, çözünmüş oksijen miktarı 10,28 - 5,22 mg/L, elektriksel iletkenlik 331,55 µS/cm- 341,5 µS/cm, Secchi diski görünürlüğü 3 m, askıda katı madde miktarı 5,8-26,1 mg/L, toplam sertlik (mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak) 147 mg/L-153 mg/L, alkalinite 138,5 mg/L-160 mg/L, klorofil-a 27,12 µg/L-6,38 µg/L, oksijen doygunluğu %120 - %57,4, toplam azot miktarı 0,19 mg/L -0,61 mg/L olarak belirlenmiştir.

Karacaören I Baraj Gölü'nde araştırma kapsamında siyanobakteriye ait belirlenen 19 takson belirlendi.

Aylara göre hücre yoğunluğu ortalamaları Ağustos (2013) 28055,55 iplik/l, Ekim (2013) 37407,2 iplik/l, Kasım (2013) 11220 iplik/l, Aralık (2013) 14960 iplik/l, Ocak (2014) 3740 iplik/l, Şubat (2014) 7480 iplik/l olarak hesaplanmıştır.

MC-LR analizleri Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) ile yapılmıştır.

Araştırmamızda Karacaören I Baraj Gölü'nde Temmuz 2013 Döneminde I. ve III. İstasyonlarda sırasıyla 1,25 ve 3,5 µg/l ve Nisan III. İstasyonda 0,30 µg/l düzeyinde toksin tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karacaören I Baraj Gölü, Siyanobakteri, Mikrosistin, Su Kalitesi

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 0210-YL-13 proje numarası ile desteklenmiştir.

# SUMMARY

M.Sc. Thesis

**Determination of The Microcystin Level and Cyanobacterial Flora of Karacaören I Reservoir in Burdur, Turkey**

Merve Ülkü

**Mehmet Akif Ersoy University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İskender Gülle**

**July, 2016**

With in the research, between July 2013 and June 2014, water quality, cyanobacteria sampling were done from the three sample points determined on KBG in one-month periods.

Samplings in surface-deep water mean water temperature is 21.1 ° C - 17.4 ° C, pH is 8,49- 8,17, dissolved oxygen level is 10.28- 5.22 mg / L, conductivity is 331.55 µs / cm 341.5 S / cm, Secchi disk visibility is 3 m, suspended solid matter is 5.8 - 26.1 mg / L, total hardness (mg / L as CaCO<sub>3</sub>) is 147 mg / L-153 mg / L, alkalinity is 138.5 mg / L, 160 mg / L, chlorophyll-a is 27.12 g / L-6.38 mg / L, oxygen saturation is 120% - 57.4%, total nitrogen content is 0.19 mg / L - 0.61 mg / L were identified.

On the scope of the research in Karacaören I Dam lake there were 19 taxa of cyanobacteria.

According to the months, the average of cell density is calculated as follows; in August (2013) 28055.55 yarn / l, in October (2013) 37407.2 yarn / l, in November (2013) 11220 yarn / l, in December (2013) 14960 yarn / l, in January (2014) 3740 yarn / l, in February (2014) 7480 yarn / l.

Analysis for toxins of MC-LR is made by Enzyme Linked Immunosorbent Assay.

In our research, in Karacaören Dam lake in the period of July 2013 first and third stations in order of 1.25 and 3.5 mg / l and in the period of April third station 0.30 mg / l level of toxins have been identified.

**Key words:** Karacaören I Dam Lake, Cyanobacteria, Microcystin, Water Quality

The present M.Sc. Thesis was supported by Management Unit of Scientific Research Project of Mehmet Akif Ersoy University under the project number of 0210-YL-13.



## 1. GİRİŞ

Dünyadaki toplam suyun % 96' dan fazlası tuzludur. Bütün tatlı su kaynaklarının % 68'inden fazlası buz ve buzulların içinde, % 30'u ise yer altındadır. Nehirler ve göller gibi yüzeysel tatlı su kaynakları dünyadaki toplam tatlı suyun yaklaşık % 0,3'ünü (93.100 km<sup>3</sup>) oluşturmaktadır. (Anonim, 2015).

Türkiye'de ortalama yağış yaklaşık 643 mm/yıl olup, yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m<sup>3</sup>'ü buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m<sup>3</sup>'lük suyun 28 milyar m<sup>3</sup>'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m<sup>3</sup> de dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli maksatlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m<sup>3</sup>, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m<sup>3</sup> olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m<sup>3</sup>'tür. 14 milyar m<sup>3</sup> olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m<sup>3</sup> olup, bunun 44 milyar m<sup>3</sup>'ü kullanılmaktadır (DSİ, 2015).

Ülkemizde son yıllarda yaşanan hızlı kentleşme ve sanayileşme, suya olan ihtiyacı büyük oranda artırmaktadır. Bu ihtiyacı karşılayabilmemiz ise doğal su kaynaklarımıza bağlıdır. Günümüzde önemli boyutlara varan çevre kirliliği olgusu, kaynak kullanımının sadece nicelik olarak değil, nitelik olarak da sınırlandırmaktadır. Bu durum "Yararlanılabilir Su Potansiyeli" bağlamında yalnızca suyun miktarını değil, kalitesini de ifade etmektedir. Bu ifadeyle, ülkemizde de suyun niceliği ile birlikte niteliğinin de bilinmesi ve gözlenmesi büyük önem taşımaktadır. Çevre kirliliğinin etkilediği en geniş alan su kaynaklarıdır. Su kaynaklarının kirlenmesi önemli ekonomik kayıplar getirmekle beraber, kirlilik türü ve yoğunluğuna bağlı olarak doğrudan canlı ve insan yaşamını tehdit eden bir unsurdur. Su kaynağı özelliklerinin konum (yer) ve zamanda nasıl bir değişim

içinde olduğunun anlaşılması, elde su kalitesini gösteren verilerin olması, bu verilerin de sürekli olarak toplanmasını gerektirir. Yüzey suları, su ihtiyacı çok fazla olan bölgelerde veya yer altı kaynakları olmayan bölgelerde kullanılır. Bunlar nehir suları, göl suları, deniz suları ve en önemlisi ise baraj sularıdır (Durhasan, 2006).

Türkiye su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı  $1.519 \text{ m}^3$  civarındadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının  $1.120 \text{ m}^3/\text{yıl}$  civarında olacağı söylenebilir. Bu sebeple Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir (DSİ,2015).

Türkiye'nin toplam yüz ölçümü  $783.577 \text{ km}^2$  ve Baraj ve tabii göller çıkıldığında kalan alan  $769.600 \text{ km}^2$  'dir. Türkiye'de dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120'den fazla tabii göl bulunmaktadır. En büyük ve en derin göllerimizden yükseltisi 1.646 m olan Van Gölü'nün alanı  $3.712 \text{ km}^2$ 'dir. İkinci büyük göl olan, İç Anadolu'daki Tuz Gölü'nün denizden yüksekliği 925 m alanı ise  $1.500 \text{ km}^2$ 'dir.

Türkiye'de göllerin toplandığı başlıca dört bölge vardır: Göller Yöresi (Eğirdir, Burdur, Beyşehir ve Acıgöl), Güney Marmara (Sapanca, İznik, Ulubat, Kuş Gölleleri), Van Gölü ve çevresi, Tuz Gölü ve çevresi (DSİ,2015).

Su geliştirme projeleri arasında önemli bir yeri olan barajlar enerji, sulama, içme suyu temini, taşkın kontrolü ve su depolama amaçlarına yönelik inşa edilmektedirler. Yıllarca barajlar çevre sorunlarına en az etki eden yapılar olarak tanımlanmışlardır. Barajlar, çevre için ilk olarak akla gelen, hava ve su kirliliği, radyoaktif atık vermesi gibi olaylara neden olmadıklarından, çevreyle ilişkileri başlangıçta çok fazla dikkate alınmamıştır. Ancak baraj sayılarının ve büyüklüklerinin artışı ile birlikte yaşanan çevresel sorunların baraj projesinin bitiminden sonra da artarak devam etmesi, tüm dünya ülkelerini bu konuda bazı kararlar almaya yöneltmiştir. Barajlar, su biriktirmek amacıyla hazne oluşturmak için bir akarsu vadisini kapatarak akışı engelleyen yapılardır. Bu tesisler insan yapısı, yapay set gölleridir. Büyük ölçüde sudan kaynaklanan zararları önlemek veya suyu yararlı bir şekilde kullanmak için suyun kontrolünü sağlayan barajlar, birkaç bin yıldır, hidroloji ve hidro mekanik konularında mevcut bilgilerin edinilmesinden uzunca yıllar önce inşa edilmeye başlamıştır. Enerji ve taşkın kontrolü faydalarının yanında sulak alan oluşturarak birçok endemik türe yaşam alanı sağlamaktadır (Çolak, 2007).

Özellikle 1950'lerden sonra nüfus arttıkça ve ulusal ekonomiler büyüdükçe devlet veya özel sektör tarafından dünyada inşa edilen baraj sayılarında artış olmuştur. Enerji ve su gereksinimini karşılamak için günümüze kadar en az 45000 büyük baraj yapılmıştır. Günümüzde dünyadaki nehirlerin en az yarısı, en az bir büyük baraja sahiptir (Balık, 2009).

Dünyada ilk barajın Nil nehri üzerinde M.Ö. 4 bin yıllarında inşa edildiği tahmin edilmektedir. Bu baraj sulama ve içme suyu ihtiyacı için kullanılmış olup uzunluğunun 110 m ve yüksekliğini 12 m olduğu bilinmektedir. Günümüzde hala kullanılan Tu-Kiang barajı Çin de M.Ö. 200 yıllarında inşa edilmiştir. Hindistan ve Sri Lanka (Seylan)'da 2000 yıl önce yapılmış barajlar vardır (Çolak, 2007).

Dünyada en çok baraja sahip olan 5 ülke Çin, A.B.D., Hindistan, Japonya ve İspanya'dır. Bu ülkelerde inşa edilmiş olan barajların oranı, tüm dünyadakinin %78'i kadardır (Balık, 2009).

Doğal göller dışında su kaynaklarının sulama-kullanma ve endüstri suyu temini, hidroelektrik enerji üretimi ve taşkın koruması amacıyla Türkiye'de 706 adet baraj gölü bulunmaktadır. Bunlardan bazılarının yüzey alanı; Atatürk Barajı 817 km<sup>2</sup>, Keban Barajı 675 km<sup>2</sup>, Karakaya Barajı 268 km<sup>2</sup>, Hirfanlı Barajı 263 km<sup>2</sup>, Altınkaya Barajı 118 km<sup>2</sup>'dir (DSİ, 2015). Sürdürülebilir, sürekli ve dengeli bir kalkınma için doğal kaynaklardan yararlanırken, gelecek nesillerin de bu kaynaklardan yararlanabilmesi için gerekli önemlerin alınması gerekmektedir (Govorushko, 2002). Doğal su kaynaklarından uzun süreli düzenli bir şekilde fayda sağlanması için bu kaynakların korunması gerekmektedir. Son yıllarda havza koruma planlarının oluşturulması çalışmaları hız kazanmış havza yönetimi için master planlar hazırlanmaya başlanmıştır. Dünyada sınırlı olan tatlı su kaynaklarının yüksek kalitede olanlarının korunması, ekolojik durumlarının ortaya konulması ve kötü durumda olanların ise iyileştirilmesi gerekmektedir (Carrol vd., 1996). Dünya nüfusu 20. yy. sonunda bir önceki yy.'la göre üç katına ulaşmış olup, bu artış oranı su kaynakları kullanımını altı kat arttırmıştır. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde, dünya nüfusunun % 40–50 oranında artacağı düşünülmektedir (Güngördü, 2007). Göller ve rezervuarlar birer içme su kaynaklarıdır. Bu kaynakların kirlenmesi insan sağlığı açısından oldukça önemli bir problemdir (Yetgin, 2009). Sularda kirlenmenin ölçülmesinde, suyun kalite durumunun tespitinde fiziksel ve kimyasal analizlerle birlikte biyolojik metotlar da kullanılmaktadır. Fiziksel ve kimyasal gözlemler mevcut koşullara yönelikken, biyolojik gözlemlerin katkılarıyla kirleticinin ortama ve canlılara olan etkileri de tespit edilmektedir.

Kimyasal analizlerle; atık sulardaki kirleticinin cinsi, sudaki çözünmüş oksijen miktarı, organik madde miktarı gibi parametreler belirlenebilir, ancak bazı durumlarda organik atık içeren suların karmaşık kimyasal yapısı analiz yöntemleri yetersiz kalabilmektedir (Ülgü, 2008).

Su kalitesi ve doğal dengenin bozulması sonucu, doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesi azalabilir ve hatta yok olabilir. Ayrıca, akarsular üzerinde elektrik üretimi ve sulama amaçlı inşa edilen hidroelektrik santralleri, baraj gölleri, sulama kanalları gibi yapılaşmalar beraberinde ekolojik farklılıklar oluşturabilir. Akarsuların doğal yapısı ve yataklarının bu yapılarından inşası sırasında değiştirilmesi bu ortamlarda yaşayan flora ve faunayı olumsuz yönde etkileyerek zamanla bazı türlerin sayılarının azalmasına ve bazı türlerin yok olmasına neden olabilmektedir (Durhasan, 2006).

Ülkemiz akarsular, baraj ve doğal göller yönünden oldukça zengin su kaynaklarına sahiptir. Bunlardan gereği gibi faydalanılması açısından ülkemizdeki iç suların, sularda yaşayan organizmaların ve bunların dağılımlarının bilinmesi önemlidir (Kumru, 2009).

Dünyada yapılan su kalitesi gözlem çalışmaları 19. yüzyılın sonlarında, Kolenati (1848) ve Kohn (1853)'un kirli sularda yaşayan organizmaların temiz sularda yaşayanlardan farklı olduğunu gözlemlmelerine dayanmaktadır (Bakır, 2007).

Plankton çalışmaları göllerin biyolojik çeşitliliği, kirlilik durumları ve trofik seviyeleri gibi konularda ekosistemler hakkında bilgi sağlama ve insanlar için kaliteli su ürünleri üretimi açısından önemlidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Baraj Göllerinin Genel Özellikleri

Limnoloji terminolojisinde baraj gölleri (=Rezervuarlar) bir nehrin aktığı vadiler üzerine insan eliyle bir set yapılandırılarak elde edilen durgun su yapıları veya yapay göller olarak tanımlanmışlardır (Sömek, 2011). Barajlar, akarsuların hidrolojik rejimleri üzerinde insan yapımı olarak en önemli etkilerden biridir (Perez vd., 1999). Baraj gölleri mevsimsel veya periyodik gerçekleşen dolular, insan kaynaklı boşaltımlar ve bunlara bağlı yüzey seviyesindeki azalış ve artışlar nedeniyle, fizikokimyasal ve biyoloji karakterleri kendine özgü olan ekosistemlerdir. Bu iniş çıkışlardan dolayı genellikle kararsız ortamlar olarak da tanımlanırlar (Sömek vd., 2005).

Göller karaların içinde yer almalarından ve denizlere göre daha küçük su kütleleri olmalarından dolayı çevresel değişimlerden denizlere oranla çok daha fazla ve hızlı etkilenmektedirler. Buna bağlı olarak, göller buldukları coğrafi konuma ve iklim koşullarına göre çok değişik özellikler göstermekte ve bunun sonucunda zengin tür çeşitliğine sahip olabilmektedirler. Baraj gölleri ise insanlar tarafından içme suyu eldesi, enerji üretimi ve sulama gibi amaçlarda kullanılmak üzere, akarsuların önüne inşa edilen setlerin ardında toplanan durgun su kütleleridir. Baraj gölleri de diğer göller gibi kara içinde yer almalarının yanı sıra, kendilerine özgü insan kaynaklı değişimleri de barındırması bu su ortamlarını daha da özel yapmaktadır. Dünyadaki baraj göllerinin %48'i sulama faaliyetleri için, %20'si enerji elde etmek için, geri kalanı ise kentsel ve endüstriyel alanlara su sağlamak için veya dinlenme vb. gibi amaçlarda kullanıldığı bilinmektedir (Özyalın ve Ustaoglu, 2008).

Baraj gölleri insanlar tarafından elektrik enerjisi elde etmek, sulama ve içme suyu sağlamak ya da su taşkınlıklarını önlemek için akarsu vadilerinin önlerinin çeşitli yapay setlerle kapatılması sonucu oluşan göllerdir. Barajların sayısı ve büyüklüğü her geçen gün artmaktadır. Ülkemizdeki akarsu vadilerinin derin olması baraj yapımını kolaylaştırmaktadır. Baraj göllerinin jeolojik yapısı doğal yapıya göre daha gençtir. Genel olarak günümüz baraj göllerinin çoğunluğu son 50-100 yıl içerisinde inşa edilmiştir. Dünyadaki nehirlerin akışı % 60 oranında kontrol edilmektedir ve 40,000 den fazla büyük baraj vardır. Yüksekliği 150 metreyi aşan 100'den fazla baraj bulunmaktadır. Barajların ve rezervuarların inşası tatlı sulardaki biyolojik çeşitliliğe de farklı şekillerde etki eder (Kırmızıgül, 2013).

Doğal göllerimizin dışında Türkiye’de 706 adet baraj gölü bulunmaktadır (DSİ, 2015). Bu baraj göllerimizin yüzey alanları birkaç km<sup>2</sup>’den 817 km<sup>2</sup>’ye (Atatürk Baraj Gölü), rakımları 26 m’den (Ürkmez Barajı) Doğu Anadolu’da 1500 m yükseltilere kadar uzanır (Arpaçay Barajı, rakımı:1430 m). Doğal göllerde olduğu gibi baraj gölleri ve içerisinde devam eden biyolojik hayatın dinamiği de havzasının jeolojik yapısından ve havza içindeki antropojenik kökenli faaliyetlerden doğrudan etkilenmektedir (Tenekecioğlu, 2011).

### **2.1.1. Baraj Göllerinin Hidrolojik Yapısı**

Baraj göllerinde fiziksel kimyasal ve biyolojik açıdan 3 farklı bölge ayırt edilmektedir. Bunlar, Nehir benzeri bölge, Geçiş bölgesi ve Göl benzeri bölge’ dir.

**Nehir benzeri bölge:** Akarsuyun baraj gölüne giriş yaptığı bölgedir. Bu bölge, diğer kesimlere göre daha dar, akış daha hızlı ve sığdır. Askıda katı madde ve bulanıklık yüksek, suları oksijence zengindir. Dışarıdan materyal girişi fazla olup, düşük ışık geçirgenliği fitoplankton gelişimini sınırlar.

**Geçiş bölgesi:** Diğer iki bölgeyi birbirine bağlayan bölgedir. Geçiş bölgesi daha geniş ve akışın yavaşladığı bölgedir. Bölge boyunca yüksek düzeyde bir sedimantasyon gerçekleşir ve askıda katı madde azalır. Işık geçirgenliği ve fitoplankton gelişimi artar.

**Göl benzeri bölge:** Doğal göllere benzer özellikler taşır. Genellikle derinlik fazla olup, sıcaklık tabakalaşması gözlenir. İnorganik parçacıkların sedimantasyonu yavaşlamıştır. Işık geçirgenliği fitoplankton gelişimi için yeterlidir. Ancak besin tuzlarının sınırlaması birincil üretimi kontrol eder. Bu üç bölge fitoplankton üretimi, biyokütlesi, ve bunları etkileyen fiziko-kimyasal parametreler açısından birbirinden farklı özellikler sergilemektedir (Sömek, 2011).

Baraj hacminin bir kısmı, baraj havzasından gelmesi beklenen sedimentin depolanması için ayrılmakta, diğer kısmı su depolamak için kullanılmaktadır. Akarsu havzasından gelen sedimenti depolamak için kullanılan kısma ölü hacim, su depolanacak kısma aktif hacim denilmektedir. Su alma tesisleri ölü hacim kotunun üstünde inşa edilir. Baraj havzasındaki yanlış arazi kullanımı ve doğal dengeyi bozucu faaliyetler baraja aşırı malzeme gelmesine neden olur, böylece ölü hacim kısa sürede dolar ve sediment aktif hacmi doldurmaya başlar. Aktif hacmin dolmaya başlaması su alma tesislerini olumsuz etkilemektedir. Barajların aktif hacimlerinden kaybetmeleri, gelen suyu depolayamayarak denizlere akıtmaları anlamına gelmektedir. İçme suyu sağlamada yeni kaynaklar yaratmak

kadar mevcut kaynakların kapasitesini devam ettirmek de gerçekçi ve akılcı bir uygulamadır.

Barajların dolma tehlikesi erozyon kontrol önlemleriyle azaltılarak en aza indirilebilir. Ana dere ve yan dere yataklarında eğimi azaltmak ve baraj gerisinde malzeme biriktirerek yamaçlara destek olmak amacıyla yapılan taşıntı barajlarının boyutlarını (depolama kapasitesini) belirlemek için havzadan beklenen sediman veriminin doğru saptanması gerekmektedir. Sediman verimi için gerekli olan akım ve sediman ölçümleri Türkiye'nin bazı akarsularında düzenli olarak yapılmaktadır. Ancak bu ölçümler, çok farklı iklimsel, topoğrafik, jeolojik özellikler ile toprak türü ve arazi kullanımına sahip ülkemizde yeterli ve yaygın değildir (Çelik, 2012).

### **2.1.2. Baraj Göllerinin Genel Su Kalitesi**

İçme ve kullanma suyu ihtiyacı sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak hızla artmaktadır. Baraj gölleri ve göletler limnolojik olarak akarsu ile durgun su arasında özellik gösterirler. Baraj gölleri ve göletlerin, yüksek akış hızı, suda yüksek askıda katı madde varlığı, yoğunluk akıntılarının oluşması, dışarı salınan suyun besin maddesi miktarına etkisi, kısa su değişim süresi gibi parametreler açısından doğal göllerden farklılıklar gösterdiği ve su toplama havzasının genişliği nedeniyle havzadaki kirlenmeden doğal göllere göre daha fazla etkilenebildiği görülmüştür (Bulut vd., 2011).

Ülkemizde ise, Dünya ortalamasından 4 kat, Avrupa ortalamasından 17 kat daha fazla miktarda toprağın akarsular tarafından sürüklenerek baraj, göl ve denizlere taşındığı bilinmektedir. Bu durum, bizim barajlarımız için de önemli bir tehdit kaynağıdır. Bugün için yirmiye yakın baraj veya gölette aşırı tortu birikimi nedeniyle önemli ölçüde kayıp meydana gelmiş ve bazıları da fonksiyonlarını kaybetmiş veya kaybetmek üzeredir. Genellikle sediman (çökel veya tortul) olarak adlandırılan bu maddeler su kaynağının ömrü üzerinde büyük etkiler yapar. Su kalitesi denildiğinde; suyun, sedimanın ve sudaki gösterge canlıların bir arada incelenmesi gerekir. Bu nedenle sediman kalitesi önemlidir. Su ve sediman kirliliğine, sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı ile zirai mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler gibi kirlilik kaynaklarının yoğun ve bilinçsiz kullanımı sebep olarak gösterilebilir. Azot ve fosfor sulardaki mikroorganizmalar için nütriyent kaynaklarıdır ve alglerin aşırı derecede çoğalmasına sebep olurlar. Alglerin aşırı derecede çoğalması su kirliliğindeki en ciddi sorunlardan bir tanesidir. Çoğalma sonucunda ortamın oksijeninde azalmalar olmaktadır (Kumcu, 2012).

Azot, evsel ve endüstriyel nitelikli noktasal kaynaklardan ve zirai kökenli alansal kaynaklardan yüzeysel su kaynaklarına ulaşır. Diğer önemli bir kaynak da atmosferdir. Bu örnekler azot derişimindeki artışların kontrolünün özellikle alansal kaynaklardan dolayı oldukça zor olduğunu göstermektedir. Azot derişimindeki değişmeler plankton türlerinde de farklılıklara sebep olur ve uzun vadede su kalitesine etkide bulunur. Ötrofikasyon öncelikle doğal göller, rezervuarlar (baraj gölleri), körfezler ve küçük nehirler gibi su dolaşımının çok az olduğu su bünyelerinde meydana gelir. Özellikle bir göl veya rezervuarda ötrofikasyon gerçekleşmeye başladıysa, aerobik flora ve fauna yok olabilir, uzun sürelerde sedimanların çok fazla birikmesiyle göller tamamen dolabilir. Sığ göller ise yok olabilir (Kumcu, 2012).

Barajlar üzerine kuruldukları akarsuları aşağı ve yukarı bölgelere ayırmakta ve akarsu ekosistemini büyük ölçüde değiştirmektedirler. Barajlar en çok üreme ve beslenme göçü yapan balıkları etkiler. Barajların dip sularında balıklar kadar diğer sucul canlıları da olumsuz olarak etkileyebilen karbondioksit ve metan gazları içermektedir. Bazı büyük barajlarda balıkların kanın da birikerek ölümlere sebebiyet veren N<sub>2</sub> gazı suyun döküldüğü nehir ağızlarında süper doygunluğa ulaşır. Barajlar ile kıyısız denizler ve östarin bölgelere sediment maddesi ve besin tuzu akışı kesilmiş olur. Böylece daha verimsiz hal alan bu bölgelerde tatlı su girdisinin azalmasının bir sonucu olarak da denizlerdeki tuzluluk oranındaki artış balıkçılık faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Nehirde yaşayan balık türleri sayısında azalma meydana gelse de avlanan balık miktarında 10 kata kadar artış görülmektedir. Dünyada 40-80 milyon insan baraj yapımı nedeni ile göç etmek durumunda kalırken ülkemizde de nüfusun yaklaşık %1'i baraj kurulan yerlerde barınmaktadır. Baraj gölleri ile doğal göller arasında bazı farklılıkları (Çizelge 2.1) şu şekilde sıralayabiliriz:

Yüzey alanı olarak doğal göllerle aynı alana sahip olan baraj göllerinde kıyı çizgisi uzunluğunun daha fazla olmasıdır, zira çok sayıda koya sahip olan baraj göllerinin kıyıları oldukça girintili çıkıntılıdır.

Doğal göllerde en derin alanlar orta bölgeye yakın yerler iken, baraj göllerinde su çıkış kısmında bulunmaktadır. Sıcaklık tabakalaşması doğal göllerde baraj göllerine göre daha kararlı bir yapı göstermektedir. Baraj göllerinde dış ortamdan gelen sediment yükü daha fazla ve suyun yenilenme süresi daha kısadır. Su kaybı doğal göllerde yüzeyden olurken baraj göllerinde hipolimniyondan olmaktadır. Baraj gölleri ile doğal göller arasındaki bir diğer farklılık su kotundaki değişimdir. Doğal göllerin su kotundaki değişim



baraj göllerine göre daha kararlı ve daha azdır. Baraj göllerinde su kotundaki fazla değişim littoralinde makrofit gelişimini azaltır. Hrabacek (1996)'e göre doğal göller ile baraj gölleri arasındaki en önemli ayırım baraj göllerinde makrofit kuşağının çok ender oluşmasıdır. Su tutmaya yeni başlamış olan ormanlık alanlarda kurulan baraj gölleri çok yüksek miktarda bitkisel kökenli ölü organik madde içerir bu durumda yoğun bakteriyel etkinlik sonucu toprakta bulunan yoğun civa elementi kendisinden 100 kat daha zehirli olan metil civaya dönüştürülmektedir. Bu durum yeni kurulmuş baraj göllerinden yakalanan balıkları tüketen insanlarda öldürücü etki yapabilir (Gülle, 2005).

Yapılan birçok çalışmada, baraj göllerinin; jeolojik zamanlar içerisinde doğmuş olan doğal göllerden belli ölçüde farklı olduğu sıklıkla ifade edilmiştir. Su tabakalarının karışımı, besin tuzu yüklemeleri, av-avcı ilişkileri, birincil üretim gibi prosesler hem doğal göllerde, hem de baraj göllerinde mevcut olup, fiziksel ve kimyasal parametrelerin ölçüm teknikleri de benzerdir. Ancak su seviyesi değişiklikleri, toplam su kitlesinin değişim süresi, termal tabakalaşma, bulanıklılık ve oksijen dinamikleri gibi, diğer parametreleri de etkileyecek potansiyeldeki değişkenlerin etki derecesi ve zamanlaması genellikle doğal göller ve baraj gölleri için farklılık gösterir. Göllerin sediman kalınlığı, çok eski zamanlarda oluşmalarından kaynaklı olarak rezervuarlardan daha fazladır. Dip sedimanları, nehir yoluyla gelen allohton ya da sistemin kendi biyolojik üretimiyle oluşan otokton maddelerden oluşur. Baraj göllerinin doğal göllere göre daha geniş alanlı bir havzadan etkilenmeleri, su tutma sürelerinin daha kısa olmasına neden olur. Böylece, baraj göllerinde su seviyesindeki düzensizlikler doğal göllere göre daha fazla ve daha sık görülür. Besin alımı, karışım, av-avcı ilişkileri, rekabet, birincil üretim, hava, su ve gaz alışverişi, sıcaklık tabakalaşması gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler doğal göllerde ve baraj göllerinde birbirine benzemektedir. Göl kirlenmesinde temel taşınım yolları, akarsular ve atmosferdir. Akarsuların partikül yükü çözülmüş ve askıdaki maddelerin miktarının önemli bir bölümü, erozyon ve kimyasal çözünme sonucu oluşur. Bu girdilerde, arazi kullanımındaki değişim ve asit yağmurları gibi nedenlerle artış olabilir. Göle giren kirlenmelerin büyük bir kısmı akarsular, endüstriler ve drenaj yoluyla taşınmasına karşılık, atmosferle kirlilik taşınımı küçümsenmemelidir. Atmosfer, çeşitli maddelerin uzun mesafelere taşınımını sağlar. Bu maddeler, fosil yakıtların yanma ürünleri (kükürt ve azot oksitleri, hidrokarbonlar), endüstri gaz atıkları ya da halojenli hidrokarbonlar olabilir (Kırmızıgül, 2013).

**Çizelge 2.1.** Baraj gölü ve doğal göl ekosistemleri özelliklerinin karşılaştırılması (Thornton vd., 1990'dan düzenlenmiştir Sömek, 2011)

Özellikler	Baraj Gölleri	Doğal Göller
<b>Coğrafik Dağılım</b>	Daha çok Güney yarıkürede, ve buzul etkisinden uzak bölgelerde	Daha çok kuzey yarıkürede ve buzul etkisindeki alanlarda
<b>İklim</b>	Yağış miktarı çoğunlukla düşük, buharlaşma fazla veya yağıştan fazla	Yağış miktarı genellikle buharlaşma kaybından fazla
<b>Drenaj havzaları</b>	Genellikle dar, uzamış göl tabanı veya drenaj havzasına sahiptir, Drenaj havza alanı göl alanı ile karşılaştırıldığında geniştir (100:1-300:1)	Dairesel, göl havzası çoğunlukla merkezi, Drenaj havza alanı göl alanı ile karşılaştırıldığında küçüktür. (10:1)
<b>Kıyı gelişimi</b>	Büyük, kararsız	Nispeten az, kararlı
<b>Su seviyesi dalgalanmaları</b>	Fazla, düzensiz	Az, kararlı
<b>Termal tabakalaşma</b>	Değişken ve düzensiz; nehirimsi ve geçiş bölgeleri çoğunlukla tabakalaşma için oldukça sığ	Doğal rejime uygundur, çoğunlukla monomiktik veya dimiktik
<b>İçeriye akış</b>	Çoğu zaman giriş nehir kollarıyla olur. Durgun yapıya girişim karmaşıktır (yüzey, orta, alt akışlarla olabilir). Akış sıklıkla eski nehir yatağı boyunca gerçekleşir.	Girişler küçük kollar yoluyla olur, Durgun yapıya girişim küçük ve dağınıktır.
<b>Dışarıya akış</b>	Su kullanımı nedeniyle çok düzensizdir. Boşaltım yüzeyden veya hipolimniyondan olur	Nispeten düzenli ve yüzeysendir.
<b>Boşalma oranları</b>	Kısa, değişken (günler veya birkaç hafta), yüzeysel boşalım ile artar, hipolimnetik boşalım ile tabakalaşma bozulur	Uzun, nispeten sabit (bir veya birkaç yıl)
<b>Sediment girişi</b>	Büyük drenaj havza alanı nedeniyle yüksektir, taşkın alanları büyüktür, deltalar geniş, kanallı ve geçiş hızlıdır	Oldukça düşüktür, deltalar küçük, geçiş yavaştır
<b>Su sıcaklıkları</b>	Biraz daha yüksektir (genellikle güney iklimlerde daha fazla)	Genellikle daha düşük (çoğu kuzey iklim bölgelerinde yoğunlaşmıştır)
<b>Çözünmüş oksijen</b>	Yüksek sıcaklık nedeniyle biraz daha düşüktür, horizontal değişkenlik su girişi ve çıkışları nedeniyle oldukça fazladır	Düşük sıcaklık nedeniyle biraz daha fazladır, horizontal değişkenlik azdır yaygındır
<b>Dış kaynaklı besin girişi</b>	Geniş drenaj alanı, daha çok insan faaliyeti, muazzam su seviyesi değişimleri nedeniyle genellikle daha yüksek, değişken ve çoğunlukla öngörülemez	Değişken fakat nispeten öngörülebilir, girişler littoral bölgenin biyojeokimyasal etkileşimleri ile yönetilir
<b>Fitoplankton</b>	Belirgin bir horizontal derecelenme vardır, hacimsel birinci üretim yukarı bölgelerden baraja doğru düşer, bölgesel birincil üretim nispeten horizontal olarak sabittir, ışık ve inorganik besin sınırlaması hakimdir	Vertikal ve mevsimsel derecelenme hakimdir, horizontal derecelenme azdır, ışık ve inorganik besin sınırlaması hakimdir

### 2.1.3. Baraj Göllerinin Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri

Baraj suları fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde içerisindeki organizmalara doğal ortam sağlamaktadır (Kagalou vd., 2002).

Fitoplankton kompozisyonu su karışımları, ışık, sıcaklık, besleyici elementler ve herbivorlar gibi birçok abiyotik ve biyotik faktörler tarafından kontrol edilmektedir. Bununla birlikte, fitoplankton dinamiği üzerine çalışan araştırmacılar su kolonundaki fiziksel kararsızlığın da tür kompozisyonlarındaki değişimlerin başlıca etkeni olduğunu ön

görmektedirler (Sömek vd., 2005). Yeni oluşan baraj gölleri ya da sulama faaliyetleri sonucunda, ekosistem ve iklim gibi çevre faktörleri ve buna bağlı olarak yaşayan bitki ve hayvanlarda bir kısım değişiklikler beklenmektedir. Bu değişiklikler sonucu ya bazı bitki ve hayvan türleri ortadan kalkabilmekte ya da tür popülasyonlarında bir takım değişiklikler olabilmektedir. Bu değişimlere karşılık, oluşan veya oluşacak yeni baraj göl alanlarındaki tatlısu, fauna ve florası da büyük bir potansiyele sahip olabilmektedir. Bu açıdan doğal kaynakların sürekli izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için survey çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Fiziksel ve kimyasal parametrelerin belirlenmesi de bu açıdan önem taşımaktadır. Su ortamlarında kirlenmeyi belirleyen belli başlı kriterler fizikokimyasal ve biyolojik faktörlerdir. Bir suda yaşayan canlıların biyolojik çeşitlilik, besin zinciri, su kalitesi ve suyun biyolojik yönden temizlenmesi gibi faktörler açısından büyük bir önemi vardır. Son yıllarda baraj göllerinin fiziko-kimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmalar artış göstermiştir (Özdemir vd., 2007).

Sucul ortamın verimliliği doğrudan besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplanktona bağlıdır. Günümüzde bunun bilincinde olan yetiştiricilik işletmeleri biyoteknolojik olarak özel koşullarda büyük bir titizlikle fitoplankton üretmektedirler ve yetiştiricilik yapılan su ortamının verimliliğinin artırılmasında kullanılmaktadırlar. Bunun yanı sıra kozmetik, gıda ve ilaç sanayinde de kullanılması bu canlılara daha fazla önem verilmesine neden olmuştur. Özellikle akuakültür ya da içme suyu eldesi için kullanılan baraj göllerinde fitoplankton açısından izlemenin sürekli hale getirilmesi kaçınılmazdır (Özyalın ve Ustaoglu, 2008).

Fitoplankton dinamiği üzerine çalışan araştırmacılar su kolonundaki fiziksel kararsızlığın da tür kompozisyonlarındaki değişimlerin başlıca etkeni olduğunu ön görmektedirler (Sömek, 2011).

#### **2.1.4. Baraj Gölleri ve Çevresel Problemleri**

Barajların ve rezervuarların inşası tatlı sulardaki biyolojik çeşitliliği çeşitli şekillerde etkilerler. Uluslararası anlaşmalar ve kuruluşlar, insanların biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirgeyebilmek için standartlar geliştirmişlerdir. Ekosistemde en tehlikede olanlar tatlı su organizmalarıdır. Barajlar bu tehlikenin başlıca sebeplerinden biri olup, verdikleri zararın en büyük kısmı nehirlerin doğal akış düzenlerini bozmalarından ve su canlılarının göç yollarını tıkamalarından kaynaklanmaktadır. Bu durum barajlara ve işletilmelerine karşı itirazlara sebep olmaktadır (Berkün vd., 2008).

Hidroelektrik santraller ve barajlar iklimsel, hidrolojik, ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel etkilere sahiptir. Üretime geçen bir hidroelektrik santralın su toplama kısmı (baraj gölü) çevresel etki yaratmaktadır. Baraj gölünün yüzey alanı itibariyle nehre göre daha geniş olması ve buharlaşmanın artmasından dolayı iklimsel etkiler oluşmaktadır. Bu şekilde havadaki nem oranı artmakta ve hava hareketleri değişmekte; sıcaklık, yağış, rüzgar olayları farklılaşmaktadır. Bu durumda yöredeki doğal yaşam, bitki örtüsü, tarım bitkileri, sucul ve karasal hayvan varlığı ani bir değişim içine girmekte, uyum sağlayabilen türler yaşamlarını devam ettirmektedirler (Kırmızıgül, 2013).

## **2.2. Siyanobakteri ve Siyanobakterinin Plankton İçindeki Yeri**

### **2.2.1 Siyanobakteri Sistematığı ve Siyanobakteriyel Sınıflandırmanın Gelişimi**

Siyanobakteri 3,5 milyar yıl önce klorofile ilk sahip olan ve oksijenli fotosentez yapan alg-bakteri arası organizmalardır. Mavi-yeşil alglerin erken Prekambriyen dönemde geliştiği ve ilk olarak atmosferik oksijenin artışından sorumlu olduğu varsayılmaktadır. Mavi-yeşil algler geniş ekolojik dağılıma sahip önemli primer üretici organizmalardır. Siyanobakteri türleri okyanus alanlarından, ılıman topraklara, tatlı su göllerine, hatta olağan dışı habitatlarda bile (kurak çöller, göller, sıcak kaynaklar) bulunabilmektedir. Siyanobakteri dünya genelinde tatlı su, acı su ve deniz planktonunun yaygın üyeleridirler. Toprakta ve kayalarda bulunabildikleri gibi bitki ve mantarlarla simbiyotik olarak da yaşayabilirler (İspirli, 2009).

Mavi-yeşil algler fototrofik prokaryotik canlılardır. Yüksek bitkilerdeki gibi birbirine bağlı Fotosistem I ve Fotosistem II'yi kullanarak oksijenli fotosentez yapan tek prokaryotik canlı grubudur. Çok sayıda türü bilinmektedir ve her bir türün morfolojisi diğer türlerden oldukça farklılık gösterir (Yüksel vd., 2009). Siyanobakterile ilgili en büyük tartışma bakteriler veya ökaryotik algler gibi sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağıdır. Siyanobakteri alg ve bakteri özelliği gösteren ototrof prokaryot organizmalardır. Siyanobakteri, 16S rRNA taşımaları ve moleküler biyolojisi nedeniyle bakteri özelliği gösterirler. Sirküler yapıda süper sarmal gene sahip olan en basit organizmalardır (Taş ve Taş, b.t.).

Siyanobakteri morfolojik olarak ele alındığında; mikroskobik, tek hücreli veya filamentli yapıda olduğu görülür. Bakteri olarak sınıflandırılması ise gerçek bir çekirdekleri ve zarla çevrili organellerinin bulunmamasından kaynaklanır. Az miktarda

peptidoglukan içeren hücre duvar yapıları Gram (-) bakterilerin hücre duvarını benzer özellik göstermektedir.

Hücre çeperlerinin müreïn yapısı ve azot tutma özelliğine sahip özelleşmiş hücrelerinin (heterokist) bulunuşu onları diğer alg gruplarından ayıran ve bakterilere yaklaştıran özellikleridir. Ancak, klorofil-a içermeleri ve oksijenik fotosentez yapmaları nedeniyle de alglerle ortak özelliklere sahiptirler (Köker, 2009).

Geleneksel olarak, foto-ototrofik prokaryotların bu grubu botanik kodlama sisteminde alglerin bir grubu olarak sınıflandırılmıştır. Fizyolojistler bu sınıflandırmayı morfolojilerini, gelişimlerini ve ekolojik özelliklerini temel alarak yapmışlardır. Doğal ortamdaki siyanofitlerin sınıflandırılması için geliştirilmiş olan bu sistem 150 cins ve bin kadar türü tanımlamakla birlikte bu sınıflandırma kültüre alınmış siyanobakterin sınıflandırılmasında pek çok yönden yetersiz kalmaktadır (Sandık, 2009).

Siyanobakteri, fotosentetik özelliklerinden dolayı uzun bir süre botanikçiler tarafından Botanik Kod'a göre sınıflandırılmış ve "mavi-yeşil alg" olarak isimlendirilmiştir. Gerçekte prokaryotik hücrenel organizasyona sahip olmaları bu organizmaların Bakteriyolojik Kod'a göre sınıflandırılması gerektiği görüşünün hakim olmasına neden olmuş ve Stanier vd., (1978) tarafından bu organizmaların Uluslararası Bakteriyolojik Kod'a göre isimlendirilmesi teklif edilmiştir. 1960'lı yıllarda siyanobakteriyel taksonomi ile ilgili şu iki önemli gerçek öne çıkmıştır, mavi-yeşil algler olarak isimlendirilen organizmalar hücrenel özellikleri bakımından tipik olarak prokaryot olup; prokaryotik hücre yapısı, yaygın bir grup özellik bakımından diğer tüm bakterilerden farklıdır. Bu iki temel nedene dayanılarak bu organizmaların bakteriler içinde ayrı bir grup olarak sınıflandırılmasının daha uygun olacağı görüşü ağırlık kazanmıştır. Bakteriyel taksonominin nomenklatürel dayanağı tip suştur. Botanik Kod, kültürleri nomenklatürel tip olarak tanımlamaz ve cansız botanik tip materyalleri (herbaryum örnekleri, tanımlama ve resim) kullanılır. Sonuç olarak bakteriyel taksonomistler Botanik Kod kuralları altında etkili olarak çalışamazlar. Tartışmaların sonucunda 1978 yılında, Uluslararası Sistematik Bakteriyoloji Komitesinin (ICSB) Fototrofik Bakteri Taksonomisi alt komitesi 1 Ocak 1979 itibariyle siyanobakterin ICNB (International Code for Nomenclature of Bacteria) hükümlerince yönetilmesi gerektiğini oy birliği ile kabul etmiştir. Siyanobakterinin isimlendirilme durumu ICSB/ICSP (International Committee on Systematic of Prokaryotes) ve fotosentetik prokaryot taksonomisi alt komitesi tarafından toplantılarda halen tartışılmaktadır (Özkul, 2008).

Botanik sınıflandırmanın tarihsel gelişimi Wilmotte (1994), Turner (1997) tekrar düzenlenmiştir. Rippka vd., (1979) ise ilk bakteriyolojik sınıflandırmayı oluşturdular. Böylece bakteriyolojik ve botanik olmak üzere iki ana sınıflandırmanın olduğu bildirilmektedir. Ancak bu sınıflandırmaların gelecekte daha yeterli genetik bilgi sağlanarak düzenlenmesi gerektiği bildirilmiş, mevcut sınıflandırmanın geçici olduğu kabul edilmiştir (Wacklin, 2006).

Temelde Rippka (1979, 1988) ve Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'nin sınıflandırmasına göre siyanobakteri beş Altbölüm olarak gruplandırılır: Altbölüm I, tek hücreli yada koloni oluşturan, 1–3 düzlemde ikiye bölünerek yada tomurcuklanarak üreyen; Altbölüm II, tek hücreli yada koloni oluşturan, çoklu hücre içi bölünme yada ikiye bölünme ile kombinasyon oluşturarak üreyen; Altbölüm III, filamentli heterokistsiz; Altbölüm IV, filamentli, heterokistsli, dallanma göstermeyen; ve Altbölüm V, filamentli, heterokistli, dallanma gösterendir.

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'de siyanobakteri Altbölüm tanımlama anahtarında öncelikle hücrelerin tek hücreli ya da filamentsiz olarak jel benzeri matriks ya da dış duvar yardımıyla birlikte bulunmaları veya filamentli olmaları, trikomların gerçek ya da yalancı dallanma ve uniseriat (tekli dallanma) veya multiseriat (çoklu dallanma) olmaları dikkate alınır. İkinci basamakta bölünme tipi önemlidir. Bir, iki ya da üç düzlemde ikiye bölünme, simetrik ya da asimetrik veya tomurcuklanma ile bölünme varsa taksonlar I. Altbölüm'e (Ordo Chroococcales) multiple (çoklu düzlemde) bölünme ile ata hücreden daha küçük yavru hücreler oluşuyorsa ya da çoklu ve ikiye bölünme görülüyorsa II. Altbölüm'e (Ordo Pleurocapsales) yerleştirilir. Filament oluşturan taksonların sınıflandırmasında da bölünme şekli dikkate alınır. Eğer ikiye bölünme periyodik ise veya genellikle bir düzlemden daha fazlaysa, multiseriat (çoklu dallı) trikom oluşumuna veya gerçek dallanmaya veya her ikisine birden yol açıyorsa taksonlar V. Altbölüm (Ordo Stigonematales) içine yerleştirilir. İkiye bölünme tek düzlemde, dallanmamış (yalancı dallanma görülebilir) trikom oluşturuyorsa Altbölüm seçimi trikomdaki farklılaşmış hücrelerin varlığına göre yapılır. Heterokistler, Altbölüm IV ve Altbölüm V'e ait suşların vejetatif hücrelerinin farklılaşmasıyla vejetatif hücrelerin arasında oluşturulur. Heterokistler, Altbölümlerin teşhisinde taksonomik bir karakter olarak önemlidir. İkiye bölünme sonucu dallanmamış ya da yalancı dallanma göstermiş bir örnek heterokiste sahipse Altbölüm IV (Nostocales) içinde değerlendirilirken heterokist bulundurmuyorsa

Altbölüm III (Oscillatoriales) içinde değerlendirilir. Akinetlerin oluşum düzeni genellikle heterokist konumuyla ilişkilidir (Özkul, 2008).

### 2.2.2. Siyanobakterinin Genel Özellikleri

Siyanobakteriye ait en eski fosiller, Batı Avustralya'da 3,5 milyar yıl yaşındaki jeolojik bir tortu olan apeks bazaltında bulunmuştur. Prekambriyen devirde yaşamın ilk şahitleri olan "stromatolitler" halen Avustralya'da mevcuttur. Stromatolitler, mavi-yeşil alglerin milyarlarca yıl boyunca yaşayıp yayıldığını göstermektedir. Avustralya'daki stromatolitlerle ilgili kimyasal bulgular, fotosentezin 2,7 milyar yıl öncesinde var olduğunu göstermektedir. Yaşamın yeryüzünde gelişimini ile ilgili daha sonraki olaylar, atmosferdeki oksijen seviyesinin artışına bağlı olmuştur.

4,65 milyar yıl yaşındaki gezegenimizin ilk atmosferinde oksijen (O<sub>2</sub>) bulunmadığı pek çok bilim insanı tarafından fikir birliği ile kabul edilmiştir. Bazı paleontolojik kanıtlar heterokisti olmayan siyanobakterinin 3,5 milyar yıl önce var olduğunu ileri sürmektedirler. Heterokistli formlar için kanıt olarak, 1,5–2 milyar yıl öncesine kadar uzanan dönemde Batı Afrika ve Sibirya'da kuvarslı kayalarda ve Avustralya'da silisli karbonatlı kayalarda akinetli fosiller bulunmuştur. En son filogenetik araştırmalarda filamentli türlerin ayrı dallanmalar yaptığı gözlenmiştir, ki bu oldukça önemlidir. Çünkü azot tespiti ve fotosentezin tam olarak gerçekleşmesi heterokistli siyanobakterinin varlığı ile başarılmıştır. Fotosentetik bakteriler arasında en önemlileri olan siyanobakteri iki, üç milyar yıl kadar önce oksijenli atmosferin oluşmasına büyük katkı sağlamışlardır. Siyanobakteride, atmosferik azotun fiksasyonunu katalizleyen nitrogenaz enzimine toksik etki yapan, atmosferik oksijen konsantrasyonunun yeteri kadar yüksek seviyeye ulaşmasından dolayı siyanobakterinin hetrosistli türleri gelişmiş ve Proterozoik devir boyunca yayılmıştır. Yeryüzü atmosferindeki oksijenin en az %50'si algler tarafından, geri kalanı ise alglerden gelişmiş olan kara bitkileri tarafından sağlanır (Taş ve Taş, b.t.).

Mavi-yeşil alg hücreleri morfolojik olarak 1 µm ile 100 µm arasında değişen büyüklüklerde olabilirler. Genellikle tek hücreli alglerdir. Tek hücreliler kokoid, çubuk, diskoid, yıldız şeklinde ya da ipliksi formda olabilirler. Çok hücreli formlar genellikle küresel olup koloni halinde bulunurlar (Köker, 2008).

İçlerinde koloni oluşturanları, birçok hücrenin dizilerek ipliksi yapıda ortaya çıkanları olduğu gibi yalancı dallanma gösterenleri de vardır. Çeşitli canlı grupları ile

simbiyont oluşturabilmektedirler (deniz diatomlarından *Rhizosolenia sp.*, *Cycas* bitkisinin köklerinde ve *Azolla* eğreltisinin yapraklarında) (Daşdemir, 2012).

Mavi yeşil algler basit olarak, serbest yaşayan ya da müsilaj kılıf içerisinde bulunurlar. Trikom olarak adlandırılan tek sıra hücrelerden oluşmuş yapıları vardır. Trikom bir müsilaj kılıf ile çevrili ise filament (ipliksi) olarak adlandırılır. Bir filament birden fazla trikomdan oluşabilir. Tek hücreli türlerde yaşam faaliyetlerini geçici olarak durduran tekli hücreler mesela pikoplanktonik türler (*Synechococcus sp.*) ya da onlarca hatta yüzlerce hücrenin bir araya toplandığı gruplar (*Microcystis aeruginosa*) vardır. Diğer tek hücreli türlerde az veya çok sayıda bireyin bir araya gelerek çok tabakalı polisakkarit yapılı ince kapsül veya kılıf ile çevrili ya da çevrili olmayan koloniler oluşturduğu (*Merismopedia sp.*, *Gloeothece sp.*, *Gloecapsa sp.*) görülür.

Tüm gerçek filament oluşturan siyanobakteride gözlenen hormogonyumlar, küçük trikom parçalarıdır ve ana filamentten koparak meydana gelir. Başka bir ortama tutunarak yeni bir filament meydana getirir. *Oscillatoria* ve *Cylindrospermum* gibi bazı basit ipliksi siyanobakteride tüm filament parçalanırken, diğerlerinde hormogonium özelleşmiş dalların ucunda üretilir. Bazı alglerde özelleşmiş ayrılma diskleri ya da nekritler hormogonyumun ana filamentten ayrılmasına yardımcı olurken, diğerlerinde filament parçalanır (Yüksel, 2009).

Hormogonyum kısa, hareketli, farklılaşmamış, çevrenin çeşitli uyarılarına sonucu gelişebilen filamentlerdir ve yeni yaşam alanlarına yayılmayı sağlar. Hormogonyum oluşumunun ve serbest bırakılmasının, çevresel şartlar (örn; fosfor eksikliğinde) ya da morfogenetik döngü ile ilgili bir zamanlama süreci ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Hormosist, hormogonyum benzeri, kısa zincirli hücreler dizisi olup dışında kın ya da kapsül bulunur (Özkul, 2008).

Mavi yeşil alglerin hücre çeperi birkaç tabakadan oluşur. Sadece en içteki iki tabaka tüm mavi yeşil alglerde aynıdır (Yüksel, 2005).

Tek hücreli, koloni oluşturan veya filamentli çok sayıda siyanobakteri lipopolisakkarit (LPS) dış zarının dış kısmında bir zarf yapısına sahiptir. Bu zarf yapısı, yoğunluğuna göre glikokaliks, kın, kapsül ya da sadece jel, müsilaj, slim olarak adlandırılır. Siyanobakterinin kını genellikle polisakkarit yapıdadır, fakat ağırlığının % 20'den fazlası polipeptittir ve türe bağlı olarak çok sayıda şeker tipi içerebilir (Özkul, 2008).



Peptidoglikan tabakası 10 nm ile bazı durumlarda 200 nm arası kalınlıkta olabilir. Müsilajlı kın birçok mavi yeşil alg türünde bulunmaktadır (Köker, 2009).

Mavi-yeşil alglerin hücre duvarı gram-negatif tiptedir, ancak siyanobakteriyel dış zar genelde gram negatiflerde bulunmayan yapıları da içermektedir. Bunlar arasında karotenoidler, lipit A'ya bağlı hidrosipalmitik asit gibi farklı doymuş yağ asitleri bulunmaktadır. Siyanobakteri lipopolisakkaritleri az miktarda bağlı fosfor içerir ayrıca gram negatif bakterilerin dış zarlarının yaygın bir lipopolisakkarit (LPS) bileşiği olan ketodeoksioktanatı sıklıkla bulundurmaz (Özkul, 2008).

Birçok mavi yeşil alg türünde bulunan müsilaj (glikokaliks) yapısında polisakkaritler, polipeptidler ve UV radyasyonundan korumakla bağlantılı çeşitli pigmentler bulunur (Köker, 2009).

Fibrilli yapıdaki müsilaj katmanın görevi hücreleri kuraklığa karşı korumaktır. Dışta bulunan çeperin yapısı, çevre koşullarına ve salgılanan müsilaj miktarına göre değişim gösterir ve de hücrenin kayarak ilerlemesinde de işlev görür. Kılıflar bazen renklidir. Kırmızı katmana sahip algler genellikle yüksek asidik topraklarda, mavi katmana sahip olan algler ise bazik topraklarda gelişim gösterirler. Sarı ve kahverengi örtüye sahip olan algler ise yüksek tuz konsantrasyonlu bölgelerde bulunurlar (Yüksel, 2009).

Mavi-yeşil alglerin üremeleri vejetatif ya da sporla üreme şeklindedir. Eşeyssel üremeye rastlanmaz (Köker, 2009).

Siyanobakteride gerçek üreme yapıları endosporlardır. Bunlar protoplastın bölünmesiyle oluşur (Yüksel, 2009).

Siyanobakteri hücreleri ikiye bölünerek (binary fission) çoğalırlar. Ayrıca çoklu bölünme (multiple fission), fragmentasyon (hormogonia) ile de çoğalırlar. Bazı filamentöz siyanobakteri türleri akinetler oluştururlar. Genetik varyasyon ise transformasyon ve konjugasyonla sağlanmaktadır (Köz, 2009).

Birçok siyanobakteride ikiye bölünme, hücrenin orta kısmından bölünerek iki eşit yavru hücrenin oluşması ile sonuçlanır. İkiye bölünme boğumlanarak tamamlanırsa ve oluşan yavru hücreler kın ile bir arada tutulmazsa tek hücreli populasyonlar oluşturulur. Bölünme iki ya da üç bölünme düzleminde ardı ardına gerçekleşir ve kın ya da jel hücrelerle birlikte bulunursa düzenli ya da düzensiz koloniler oluşur. Bölünme normal olarak sadece bir düzlemde olur ve ayrılma tamamlanmazsa kısa ya da uzun zincirli hücreler oluşur (trikom). Kınlı trikomlarda (kın + trikom = filament), kındaki bölgesel

zayıflık, trikomların dışarı doğru şişlik oluşturmaya ya da tek trikom fragmentinin kınıyla jelimsi tabakadan dışarı doğru uzanmasına (yalancı dallanma) izin verir (Özkul, 2008).

Mavi-yeşil alglerin bazı türleri yüzeylere yapışık olarak gelişirken, bazı türleri su sütununun tamamına dağılmış olarak bulunurlar. Mavi-yeşil alglerin çoğalmasında su sıcaklığı, güneş ışığı, yüksek besin maddesinin bulunması, otlanma, iklim gibi çeşitli faktörler etkilidir (Fakıoğlu vd., 2011).

Aşırı artış gösteren mavi yeşil alg türlerinin sedimentte hayatta kalmalarından sorumlu mekanizmalarından biri akinetlerdir. Ortam şartları değiştiğinde, kapsüllenme olur, pigmentasyon değişir, metabolitler depolanır ya da kullanılır. Fotosentez durdurulabilir ve RNA düzeyi önemli oranda artar. Akinetler bu gibi durumlara dayanıklıdır (Köker, 2009).

Akinetlerin, organizmanın uç koşullar altında hayatta kalmasını sağladığı ve vejetatif büyüme için uygun ortam oluşana kadar hücrenin üreme yeteneğini koruduğu için siyanobakteri popülasyonlarının uzun süre var olmasında önemli rol oynadıkları düşünülmektedir.

Akinetlerin hemen çoğu heterokistli siyanobakteride özellikle besin eksikliği ve/veya sınırlı ışık koşulları altında vejetatif hücrelerin farklılaşması ile oluşturulur. Akinetler, siyanofisin, glikojen, lipitler ve karotenoid pigmentlerinin birikmesinden dolayı oldukça granüllüdürler. Polifosfatlar yoktur fakat RNA içeriği fazladır, fotosentetik aktivite oldukça azaltılmış ya da tamamen durdurulmuştur (Özkul, 2008).

Akinetlerin fonksiyonu, olumsuz çevre koşullarına dayanmak ve şartlar düzeldiğinde yeni hücrelere dönüşebilmektir. Akinetler oldukça kalın bir zarfa sahip olup, sıcağa ve kurağa dirençlidirler. Akinetlerin çevre koşullarının elverişsiz olduğu dönemler boyunca resting hücreler olarak fonksiyon gösterdikleri düşünülür. Bu sayede, akinetleri olan siyanobakteri her şarta uyum sağlayabilirler ve ortam koşulları düzeldiğinde gelişmelerini sürdürebilirler (İspirli, 2009).

Bazı siyanobakteri türleri “heterokist” adı verilen özel hücreler üretirler. Dünya atmosferinin oksijenli olmasından dolayı azot bağlayan bakteriler nitrojenazlarını oksijenden bu yapılar ile korurlar. Azot bağlanması heterokistler içinde gerçekleşmektedir (şekil 2.1). Heterokistin hücre duvarı oldukça kalın olduğu için oksijen bu duvardan içeri geçememekte ve nitrojenaz enzimi çalışabilmektedir. Tüm diğer canlılar, bağlı azot bakımından prokaryotlara bağımlıdır; çünkü atmosferdeki azot gazını kendileri kullanamazlar. Siyanobakteride azot fiksasyonu, serbest oksijenin %10'dan daha az olduğu

zaman en iyi biçimde gerçekleşir. Daha yüksek konsantrasyonlarda oksijen heterokistten sızmakta ve nitrogenazı durdurmaktadır. Serbest oksijen konsantrasyonu %10'un üzerine çıktığında siyanobakteride fotosentez engellenmektedir. Siyanobakteri belki de Silüriyen öncesi dönemlerde oksijen kıtlığı olan ilkin atmosfer koşullarından gelen canlılar oldukları için düşük oksijen derişimlerinde daha iyi gelişim göstermektedirler. Bu düşüneyi destekleyen bir başka bulgu da heterokist ve normal olarak nitrogenaz oluşturmeyen türlerde nitrogenazı kodlayan genlerin varlığının saptanmış olmasıdır. Bu türler enzimi sentezleyebilir ve koşullar anaerobik olduğunda N<sub>2</sub> bağlayabilirler (Taş ve Taş, b.t.).

Siyanobakteri türleri kendileri için gerekli nutrient ve metabolitleri sitoplazmalarında depolama konusunda olağanüstü bir yeteneğe sahiptirler (İspirli, 2009).

Mavi yeşil alglerin esas depolama ürünleri glikojen olup, hücre sitoplazması içinde inklüzyonlar şeklinde sıkça rastlanır (Köz, 2009).

Bazı nutrientlerin bol olduğu durumlarda bu nutrientler yedek ürünler olarak siyanobakteri sitoplazmasında biriktirilirler. Örneğin, kullanılabilir azot kaynağının olmadığı durumlarda azotlu hücre bileşenlerinin sentezine ara verilir ve fotosentezin birincil ürünleri olan glikojen ve lipidlerin sentezine ve depolanmasına başlanır.

Siyanobakteri tarafından gerçekleştirilen azot fiksasyonu yeryüzündeki diğer canlı organizmaların gereksinimi olan en basit besinleri veren temel bir metabolik süreçtir. Bazı siyanobakteri türleri nitrojenaz enzimini kullanarak, azotu amonyuma (NH<sub>4</sub>, azotun gıda zincirine girebildiği form) dönüştürürler (İspirli, 2009).

Azot fiksasyonu nitrogenaz enzimi ile yalnızca anaerobik koşullara bağlıdır. Nitrogenaz, azot gazından amonyum üretimini son derece hızlandıran bir biyolojik katalizördür. Nitrogenazın bilinen biçimleri oksijen tarafından zehirlenir. Bunun nedeni de, nitrogenazın, dünya atmosferinde henüz oksijen yokken ortaya çıkmış olmasıdır (Taş ve Taş, b.t.).

Siyanobakteri eğer sadece güneş enerjisini kullanarak biyosentetik ve metabolik süreçlerini sürdürüyorlarsa, büyümeleri için azot, karbondioksit, su ve mineral elementler yeterli olur. Diğer nutrientlerin kullanılır olduğu fakat azotun baskın olarak sınırlandırıldığı koşullarda azot fikse eden siyanobakteri avantajlı duruma geçer ve aşırı üreyebilirler (İspirli, 2009).

Havanın serbest azotunu tutma olayı, büyük çoğunlukla heterokist içeren filamentli alglerde görüldüğü gibi heterokist içermeyen cinslerde de tespit edilmiştir (Gürbüz, 2008).

Siyanobakteri klorofil-a, karotenoidler, fikobiliproteinler gibi bazı pigmentleri üretirler. Çevresel koşullar siyanobakterin gelişimini ve pigment üretimini etkilemektedir (Ökmen vd., 2012). Siyanobakteri ve proklorofitler oksijenik, fotosentetik prokaryotlar olup, pigment kompozisyonları farklıdır (Sandık, 2009).

Fotosentetik pigmentleri tilakoyitler üzerinde yer alır. Hücre renkleri mavi yeşilden, menekşe-kırmızıya değişiklik gösterir. Menekşe-kırmızı renklilerde karotenoidler yeşil rengi maskeleyerek. Ultraviyole ışınlarını absorbe eden kılıf pigmentlere sahip olmaları, aşırı şartlara uyumlarında önemli rol oynar (Gürbüz, 2008).

Siyanobakteride bulunan büyük karotenoidler  $\beta$ -karoten, bunların hidroksil ile keto türevleri ve karotenoid glikozidlerdir. Siyanobakteriyel karotenoidlerin 2 temel fonksiyonu vardır, bunlar fotosentez için ışık biriktirmek ve fotooksidatif hasara karşı koruma sağlamaktır (Türkcan ve Ökmen, 2012).

Birçok mavi-yeşil alg türü önemli derecede çok yönlü metabolizmaya sahiptir (Şekil 2.2.). Siyanobakteri birincil üretici olup, sucul sistemin önemli bir parçasıdır. Klorofil, alg ve siyanobakteriyel hücrelerde fotosentez için ışık enerjisinin toplanmasında önemli bir pigmenttir (Ökmen vd., 2013).

Siyanobakteri diğer tüm prokaryotlardan ayıran fizyolojik/biyokimyasal özellik fotoindirgeyici olarak  $H_2O$  kullanılması ve sonucunda  $O_2$  açığa çıkarmasını sağlayan ikili fotosisteme sahip olmasıdır. Fotosistem I (PS I) ve Fotosistem II (PS II) olarak adlandırılan bu sistemler hücre sitoplazmasında bulunan tilakoid zarlar üzerinde yerleşiktir (Özkul, 2008).

Siyanobakteride tilakoid iki katlı tek tip zardan oluşur. Zar kalınlığı 7 nm dir. Siyanobakteri dikey hemidiskoidal ya da yarım küre şeklinde fikobilizomlara sahiptir, fikobilizomlar tilakoidin her iki yüzeyinde sıralanmış karmaşık protein yapısında pigmentlerdir. Fikobilizom birçok siyanobakteride klorofil a ile beraber ana ışık emici pigmenttir (Özkul, 2008).

Mavi yeşil alglerin fotosentezinde başlıca ışık yakalayan sistemin bileşenleri, tilakoid zar üzerinde ışık emici pigmentler de yerleşmiş durumdadır, klorofil a ve tilakoidlerin dış zar yüzeyine bağlı olarak bulunan ve suda çözünebilen kromoproteinler olan fikobiliproteinlerdir. C-fikosiyenin, allokofikosiyenin, C- fikoeritrin ve fikoeritrosiyenin olmak üzere 4 tip fikobiliprotein bulunur. Tüm mavi yeşil algler ilk ikisine sahip iken diğer ikisi bazı türlerde görülür. Fikobiliproteinlerin konsantrasyonu, ışık şiddetine ve büyüme koşullarına göre değişim gösterir (Yüksel, 2009).

Fotosentetik operasyon sırasında PS II' de, ilk ışık etkinliği ile ışık enerjisi suyun elektronlarının yüksek enerji seviyesine yükseltilmesi için kullanılır ve yan ürün olarak oksijen açığa çıkar. Elektronlar tilakoid lümen boyunca PS I' e taşınırken tilakoid zarlar boyunca bir proton motif güç oluşturulup, bu güç kullanılarak ATP sentezlenir. PS I'e ulaşan elektronlar ikinci bir ışık etkinliği ile tekrar yüksek enerji seviyesine ulaştırılır ve taşıdıkları enerji indirgeyici güç (NADPH) üretiminde kullanılır. Sonuçta PS II'de ilk ışık etkinliğinde üretilen enerji ATP sentezi için kullanılırken, PS I'de ikinci ışık etkinliğinde elde edilen enerji NADP indirgenmesi için kullanılmaktadır. Anaerobik koşullara uymak için heterokistler aynı zamanda önemli bir uyumla fotosistem II'lerini yitirmişlerdir. Yalnızca fotosistem I'i kullanarak ışıkta ATP üretebilmektedirler (Özkul, 2008).

Fotosentez sonucunda çıkardıkları oksijen bir gaz olduğu için hücreleri difüzyon yoluyla kolayca terk eder (Taş ve Taş, b.t.).

Bazı mavi-yeşil alglerin hücreleri 'gaz vakuelleri' denilen küçük düzensiz yapılara sahiptir. Bu yapılar algin suda yüzebilirliğini düzenlemekle görevli silindirik 'gaz kesesi' denilen deliklerde bulunur. Gaz keselerinin protein hücre duvarı atmosferik gazları geçirirken suyun geçişine izin vermez. Gaz vakuelleri düşük ışık yoğunluğunda üretilir, yüksek ışık yoğunluğunda yok olurlar. Hücreyi sudan daha az yoğun yaparak algin yukarı doğru hareket etmesini sağlar. Bu döngü mavi-yeşil alglerin büyümeleri için en uygun olan su katmanında bulunmalarını ve kendileri için gerekli olan besin tuzlarına erişimlerini sağlamaktadır (Köker, 2009).

Bu uyum siyanobakterinin dikey olarak göçüne, yani besin ve ışık gibi kaynaklara doğru ilerlemesine, hücreye zarar verebilecek aşırı ışıktan kaçınmasına imkan sağlar ve hücrelerin batmasını engeller. Gaz kesecikleri olmayan siyanobakterinin göçü su kütlesinin türbülansına bağlıdır. Hücre içi hacim ve karbonhidrat ve protein kompozisyonları değiştirilerek yüzme ayarlanır (Özkul, 2008).

Gaz vakuelleri bu organizmalara buoyansi yeteneği kazandırır. Planktonik türler, bu özellik sayesinde vertikal su kolonundaki pozisyonlarını ayarlayabilirler. Bu sayede büyümeleri ve hayatta kalmaları için en uygun ortamı bulurlar. Siyanobakteri farklı çevresel uyaranları (fotik, termal, kimyasal, yerçekimsel gibi) kullanırlar. Örneğin ışığın azaldığı ve büyüme oranının yavaşladığı durumlarda gaz vakuelleri artarak hücrelerin yüzeye çıkmasını sağlar ve böylece ışıktan daha fazla faydalanmalarına olanak verir. Diğer fitoplanktonik organizmalarla rekabette yüzebilirlik yeteneği büyük avantaj sağlar (İspirli, 2009).

Gaz keseleri, ışık yoğunluğu azaldığında ve gelişme hızı yavaşladığında daha belirgin duruma gelmektedir (Gürbüz, 2009).



Şekil 2.1. *Anabaena spiroides*



Şekil 2.2. *Oscillatoria sp.*

Sucul ortamların fitoplanktonunda özel bir öneme sahip olan mavi-yeşil algler, yıl boyunca yüksek sayılarda bulunmasalar da, uygun koşullar altında aşırı çoğalmalar yaparak ortamdaki dominant organizma grubunu oluştururlar. Aşırı çoğalma yaptıkları dönemler bölgeden bölgeye ve alg türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. *Spirulina sp.* gibi bazı mavi-yeşil alg türlerinin biyomasındaki aşırı artış, tropik bölgelerde insanlar için bir besin kaynağı olarak kullanılmalarından dolayı zaman zaman yararlı sonuçlar doğururken, *Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Anabaenopsis*, *Nostoc*, *Nodularia*, *Cylindrospermopsis* gibi aşırı çoğalan genoslardan bazıları toksin üretme yeteneğine sahiptirler. Siyanotoksin olarak adlandırılan bu maddeler, Cyanophyta grubu tarafından üretilen sekonder metabolitlerdir (Köker, 2009).

Isıya karşı geniş hoşgörü spektrumlarından dolayı, 0 °C`in altındaki sulardan, 70 °C` ye kadar sıcak sularda yaşayabilmektedirler. Basit beslenme isteğine sahip olduklarından birçok ekstrem alanda öncü olarak yerleşir ve hem fotosentez yaparak organik madde üretmek hem de havanın serbest azotunu fiske ederek diğer canlılar için yaşam alanı oluşturma yeteneğine sahiptirler. Siyanobakteri tatlı su ve denizlerde gelişen fitoplanktonun içerisinde baskın olarak bulunurlar ve sularda kirlenmeye yol açan alg patlamalarında yoğun miktarda görülürler (Acinas vd., 2009).

Besleyici elementlerce zenginleşmiş sularda sıcaklık artışı, durgun hava koşulları ve 6-9 arası pH aşırı alg üremelerinde karşılaşılan en önemli faktörlerdir. Sucul ortamlarda uygun şartlar oluştuğunda mavi-yeşil algler ökaryotik mikro algleri biyokütlece geçerler. Mavi-yeşil algler dünya çapında ötrofik tatlı sularda baskın fitoplankton grubudur. Sadece

ötrofik değil dönem dönem mezotrofik sularda da mavi-yeşil alglerin aşırı üreme olaylarına rastlanır. Başta azot ve fosfor olmak üzere besleyici elementlerce zenginleşen sularda uygun çevresel şartların oluşması ile birlikte fitoplankton tür kompozisyonunda önemli değişiklikler meydana gelmektedir (Ulcay vd., 2010).

Siyanobakterinin ötrofikasyona sebep olması ile sularda kirlilik meydana gelir. Bu yüzden siyanobakteri zararlı organizmalar olarak sıklıkla düşünülür. Hemen hemen meydana gelen siyanobakteriyel artışların yarısı toksiktir. Buna bağlı olarak tanımlanmış 2000 kadar tür ve suş`tan, 40`a yakını toksik olarak bilinmektedir (Sandık, 2009).

Sularda aşırı toksik mavi-yeşil alg artışları başta sağlık sorunları olmak üzere çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara neden olmaktadır. Yaygın olarak göl, baraj gölü, yavaş akan nehirler ve zaman zaman da lagüner alanlarda ortaya çıkan türler tarafından üretilen siyanotoksinler patolojik incelemelerde yaygın olarak hepatotoksin ya da nörotoksin sınıfı içerisinde incelenirler ve üretilen toksinler insan ve hayvanlarda hastalıklara hatta ölümlere neden olurlar (Köker, 2009).

### **2.2.3. Siyanobakteri ve Su Kalitesi**

Mavi yeşil alglerin sularda aşırı derecede artması, alg patlaması (algal bloom) olarak bilinir. Bu tür biyolojik faaliyetlerin artışı, özellikle suyun tat ve kokusunda değişikliğe ve su filtrelerinin tıkanmasına neden olur. Özellikle yüzey sularında ötrofikasyon sonucu aşırı alg artışı, suların içme suyu olarak kullanımını sınırlamakta, sağlık ve su kalitesi açısından tehdit oluşturmaktadır. Ötrofikasyon, siyanobakteri veya alg artışı, yüzeyde oluşan alg kitleleri, yüzen bitki yığınları ve bentik makrofit topluluklarının oluşmasına neden olur. Aşırı siyanobakteriyel artış ötrofik göllerde olduğu için, bu grup alglerin yüksek düzeyde azot ve fosfata ihtiyaç duydukları düşünülmüştür. Ancak suda çözülmüş fosfat yoğunluğunun düşük düzeyde olduğu dönemlerde bile siyanobakteriyel artışın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum siyanobakterinin biyokütlede 4–32 kat artış sağlayacak ve 2–4 kez bölünmesine yetecek kadar fosfatı depolamasından kaynaklanmaktadır (Köker, 2009).

Siyanobakteri türleri derin su tabakalarında sentezledikleri karbonhidratlar ile gaz keselerini sentezlerler. Bu gaz keseleri ile suda ışık ve besleyici elementlere bağlı olarak pozisyon alırlar. Yüzey sularında oluşan birikimlere neden olan organizmalar genel olarak gaz kesecikleri ile yüzebilen siyanobakteri türleridir. Işık yoğunluğuna bağlı olarak gaz keselerinin sayılarında değişimler olabilmektedir. Işık yoğunluğundaki azalması

durumunda gaz keselerinin sayısı artar ve siyanobakteri yükselerek su yüzeyinde birikirler. Ancak CO<sub>2</sub> yetersizliğinden dolayı yüksek ışık şiddetinden uzaklaşmak için suyun daha düşük seviyelerine inmelerini sağlayacak mekanizmayı başlatamazlar (Pitois vd., 2000).

Siyanobakteriyel patlamalar yüksek yoğunlukta olduğu zaman sudaki oksijen miktarının azalmasına bağlı olarak aerobik canlıların ölümüne sebebiyet verir. Bu patlamalara neden olan cinsler genellikle yapısında gaz kesesi bulunan *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* ve *Planktothrix*'dir. Bunların yanı sıra tek hücreli (*Synechococcus* gibi) ve koloni oluşturan pikosiyanobakteri türleri de (*Snowella* ve *Merismopedia* gibi) genellikle tatlı sularda yoğun olarak bulunabilir. Oligotrofik tatlı su göllerinde pikosiyanobakteri özellikle birincil üretime önemli katkılar yapmaktadır (Callieri ve Stockner, 2002).

Toksik siyanobakteri türleri durgun su kütlesi, yeterli nütriyent ve güneş ışığı gibi optimum koşullar sağlandığında aşırı üreyebilir. Aşırı üreyen siyanobakteri ortama siyanotoksin salabilir. Normalde siyanotoksinler hücre içerisinde tutulurlar ve hücre bütünlüğü bozulmadığı sürece kolayca ortama salınmazlar, ancak bozunma sürecinde hücreler bütünlüklerini kaybederler ve böylece biyotoksinler serbest kalır. Siyanobakterinin aşırı üremesi ile sudaki çözünmüş oksijen azalır ve sonuç olarak balık ve diğer sucul organizmalarda toplu ölümler oluşur (İspirli, 2009).

Mavi-yeşil alg artışları dünyada ötrofikasyonun bir sonucu olarak görülür ve bu göllerin besin tuzu açısından zenginleşmiş ötrof karakterde göller olduğu düşünülür. Ancak, mavi-yeşil alglerin baskın olduğu göller gözden geçirildiğinde, bu göllerin farklı trofik seviyeye sahip (oligotrofiden ötrofiye kadar) oldukları görülür. Genel olarak, Türkiye göllerinde aşırı çoğalan türlerin başında *Microcystis sp.* gelmektedir ve bu türün yüksek sayılara ulaştığı göller sığ ve besin tuzu açısından zengin göllerdir (Akçaalan, 2004).

Mavi-yeşil alg türlerinden bir çoğu toksin üretebilir (*Microcystis*, *Planktothrix*, *Nostoc*, *Nodularia*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Schizothrix*, *Cylindrospermopsis*, *Coelosphaerium*, *Gomphosphaeria*, *Synechococcus*, *Trichodesmium*), toksin üretmeyen türlerde görülen aşırı artışlar da ekosistemi olumsuz etkilemektedir (Köker, 2009).

Bir su kaynağında meydana gelen aşırı siyanobakteri artışları seneden seneye toksik olup olmamalarına göre değişiklik gösterebilir. Mikroskobik olarak ayırt edilemeyen aynı türe ait farklı suşların, örneğin toksik ve toksik olmayan suşlar, aynı kompozisyonda



bulunmaları bu duruma en uygun örnektir. Bununla birlikte, farklı laboratuvar koşullarında bazı türlerin yüksek ya da düşük toksisite gösterdikleri bilinmektedir. Işık yoğunluğu, sıcaklık, besin tuzları ve iz elementler gibi çevresel parametreler laboratuvar koşullarında sağlanarak ve siyanotoksin üretimi üzerindeki etkileri bakımından incelenmiştir. Işık yoğunluğu ve toksin üretimi üzerine yapılan çalışmaların sonuçları farklı suşlar ve farklı ışık yoğunlukları nedeniyle çok değişkendir. Bununla birlikte yapılan çalışmalara göre, birçok siyanotoksinin düşük ışık yoğunluğunda düşük toksin konsantrasyonuna ve yüksek ışık yoğunluğunda da yüksek toksin konsantrasyonuna sahip olduğu belirtilmiştir. Azot ve fosfor gibi besin tuzları mavi-yeşil alglerin gelişimleri için çok önemlidir. Besi ortamında bulunan N konsantrasyonunun 1/10 ve 1/20 azaltıldığında toksisitenin kayda değer şekilde azaldığını rapor etmiştir. Bununla birlikte, P konsantrasyonundaki aynı orandaki azaltmaların toksisiteyi çok az azalttığını göstermiştir (Köker, 2009).

Siyanobakteri türleri genel olarak 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, 6-9 pH aralığında maksimum büyüme oranına sahiptir. Siyanobakteri türlerinde görülen aşırı üremeler ılıman ve kuzey su kütlelerinde en çok yaz mevsiminde yaşanmaktadır (Anonim, 2004).

Toksin miktarı üzerinde en önemli etkenin sıcaklık olduğu belirtilmiştir. Sıcaklık seviyesi yükseldikçe toksin miktarı artar. Ayrıca toksin miktarı üzerinde pH miktarında etkisi büyüktür, artan pH değeri toksin miktarında artışına sebep olabilmektedir. Buna bağlı olarak genellikle siyanobakteri patlamaları alkali ortamlarda görülmektedir (Idroos ve Manage, 2014).

### **2.2.3.1. Siyanotoksin İçeren Suların İyileştirilmesi**

Toksin içeren suların temizlenmesi, toksin yoğunluğu ve patlama materyalinin azaltılması için birtakım kimyasal ve mekanik yöntemler geliştirilmiştir. Bu amaçla siyanobakteri patlaması görülen sulak alanlarda, kitlenin hareketini önleyen filtreler ve engeller kullanılmıştır (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Geleneksel çöktürme yöntemi, demir ve alüminyum tuzları ile içme sularında mavi-yeşil alglerin çökmesine dayalıdır. Bu yöntemin eksikliği, hücreler öldükleri zaman toksin açığa çıkması ve başka bir yöntem kullanarak da toksinin uzaklaştırılması gerekliliğidir (Fakıoğlu vd., 2011).

Ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon kullanımı ile mavi yeşil alglerin uzaklaştırılması etkili bir yöntemdir. Hatta bazı ultra filtrelerde toksin emilimi de vardır (Gürbüz, 2009).

Koagülasyon yöntemi ise, alüminyum sülfat ve ferrik klorit ilave edilerek, küçük moleküllerin birleşmesi ile daha büyük partiküllerin oluşturulması ilkesine dayanır. Koagülasyon, siyanobakterinin uzaklaştırılması için kullanılmış ve bu işlem sonrası siyanobakteri hücreleri yok edilmiştir. Ancak suda çözünmüş toksinlerin uzaklaştırılmasında, bu yöntem başarısız kalmıştır. Ayrıca bu işlemin hücrelerin parçalamasına ve toksin salımına neden olacağı da bildirilmiştir. Toksinin uzaklaştırılmasında, aktif karbon, filtrasyon, klorlama,  $FeCl_3$  ile yüzdürme, sedimentasyon, kum filtrasyonu ve aktif karbon filtrasyonu gibi pek çok yöntem beraber kullanılarak bir sistem oluşturulmuş ve sadece aktif toz karbonun toksin yoğunluğunu toksik seviyenin altına indirmediği görülmüştür. Klorlama işlemi de sudaki toksinlerin indirgenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle yapılan çalışmada en az 0,5 mg/L klor derişiminin 30 dakika etkiye süresinde siklik peptitlerin % 95'ini yok ettiğini tespit edilmiştir. Ancak bu yöntemle parçalanmış örneklerde fare denemesi yapılmış ve farelerde artan karaciğer hasarı tespit edilmiştir. Bu nedenle klorlama işleminin, siyanotoksinlerin yok edilmesinde etkili bir yöntem olmadığı bildirilmiştir. Klorlama mikrosistin ve silindrospermopsin yıkımında etkili bir yöntemdir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

UV ile yapılan deneylerde mikrosistin-LR ve mikrosistin-RR'nin hızla çözündüğü gösterilmiştir. UV ışınları kullanılarak gerçekleştirilen yöntemin suda mikrosistinlerin başarılı şekilde yok edilmesinde kullanılabileceği, ancak oldukça pahalı olduğu bildirilmiştir. Buna rağmen çalışmalar devam etmiş, titanyum dioksit, UV ışığı ve hidrojen peroksidin birlikte uygulanması ile geliştirilen yöntemin, işlenmemiş sularda toksinin indirgenmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir (Gürbüz, 2008).

Toksinlerin indirgenmesinde uygulanan bir diğer yöntem ozonlamadır. Bu öncelikle sudaki renk ve kötü kokunun giderilmesinde, virüs ve bakterilerin etkisiz duruma getirilmesinde kullanılmıştır. Ozon kullanımı, siyanotoksin miktarını saptanabilir seviyenin altına indirmiştir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Ozonlama mikrosistin ve anatoksin-a yıkımında etkilidir. Silindrospermopsin yıkımına etkisi tam olarak tespit edilmemiştir (Fakıoğlu vd., 2011).

Toz ve tane haldeki aktif karbon kullanılarak, sudaki mikrosistinlerin başarılı bir şekilde indirmediği, yapılan çalışmalar sonucunda bildirilmiştir. Pek çok yöntemde olduğu gibi bu yöntemin de ekonomik olmadığı gösterilmiştir. Yine aktif kömür ve hindistan cevizi kömürü ile yapılan bir çalışmada, farklı gözenek açıklıklarına sahip ağaç kömürünün, mikrosistin indirgenmesinde daha başarılı olduğu bulunmuştur. Aktif karbon

yönteminin mikrosistin ve saksitoksin yıkımında etkili oldukları, ancak anatoksin-a da etkili olmadıkları bildirilmiştir (Fakıoğlu vd., 2011).

Granüler aktif karbon kullanımı mikrosistin ve saksitoksin uzaklaştırılmasında etkili bulunurken, anatoksin-a da etkili bulunmamıştır (Gürbüz, 2008).

Hidrojen peroksit ve Potasyum permanganat mikrosistin-LR yıkımında kullanılmaktadır. Bir diğer oksidan olan klor oksit, kuvvetli bir oksidandır; ancak mikrosistin yıkımında kullanılan miktarı önemlidir. Siyanobakteri kontrolünde virüsler ve myxobacteria üyeleri biyolojik ajanlar olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda myxobacteria üyelerinin virüslerden daha önemli olduğu ileri sürülmüştür (Oberholster vd., 2004).

Takenaka ve Watanabe (1997), Japon'ya daki bir gölde bir *Pseudomonas aeruginosa* ırkını mikrosistin LR yıkımında kullanarak, mikrosistinin Adda zincirinde biyolojik bozunma olduğu ifade etmişlerdir.

#### **2.2.4. Siyanobakteri Toksinleri**

Siyanotoksinler siyanobakterinin doğal olarak ürettiği toksin gruplarıdır. Siyanotoksinler farklı kimyasal yapıdaki bileşik gruplarına sahiptir. Bunlar sitotoksinler ve biyotoksinler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Sitotoksinlerin algler ve memeli hücreleri için toksik etkisi daha yüksektir. Bunların enzimleri, antibiyotikleri ve antikarsinojenik faktörleri ve kimyasal yapıları daha kompleks yapıdadır. Biyotoksinler ise insanlar için ölümcül etkide olabilecek derecede toksiktir. Biyotoksinler; nörotoksinler (sinir sistemini etkileyen; anatoksin-a, anatoksin-a(s), saksitoksin ve neosaksitoksin), hepatotoksinler (karaciğeri etkileyen; mikrosistin, nodularin ve sisilindrospermopsin) ve dermatotoksinler (lyngbyatoksin A, apysiatoksinler ve lipopolisakkaritler) olarak gruplara ayrılmaktadır (Makowski ve Wardas, 2001).

Siyanotoksinler kimyasal yapılarına göre gruplandırıldığında ise, siklik peptidler (mikrosistin ve nodularin); nörotoksik alkaloidler (nörotoksinler ve silindrospermopsin); ve lipopolisakkaritler olmak üzere siyanotoksinler üç ana grup içerisinde toplanmaktadır. Siklik peptidler diğerlerinden daha toksiktir (Anjos vd., 2006).

Siyanotoksinleri üreten yaygın siyanobakteri türleri: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix rubescens*, *Microcystis* sp., *Gleotricha* sp., *Anabaena* sp., *Aphanizomenon* sp., *Schizothrix* sp., *Synechocystis* sp., *Oscillatoria* sp., *Nostoc* sp., *Hapalosiphon* sp., *Nodularia* sp. ve *Anabaenopsis* sp.'dir Siyanotoksinler

genellikle siyanobakteriyel hücrelerin içinde bulunur ve stres altındayken ya da hücre parçalanıp dağıldığında serbest kalırlar. Zehirlenmeler, genel olarak, hayvanlar bütün bir hücreyi sindirdikleri zaman olur (Anonim, 1999).

Mikrosistin (Siklik peptid), *Anabaena*, *Aphanocapsa*, *Hapalosiphon*, *Microcystis*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Planktothrix*; Nodularin (Siklik peptid), *Nodularia*; Anatoksin-a (Alkaloid), *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*; Anatoksin-a(S) (Alkaloid), *Anabaena*, *Oscillatoria*; Apilisiyatoksin (Alkaloid), *Schizothrix*; Silindrospermopsin (Alkaloid) *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Raphidiopsis*, *Umezakia*, Lingbiyatoksin-a (Alkaloid) *Lyngbya*; Saksitoksin (Alkaloid) *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Lyngbya* tarafından üretilir (Carmichael ve Li, 2006).

Lipopolisakaridler ise çoğu siyanobakteri türü tarafından üretilir ve temas eden doku için potansiyel irritanttır (Anonim, 1999).

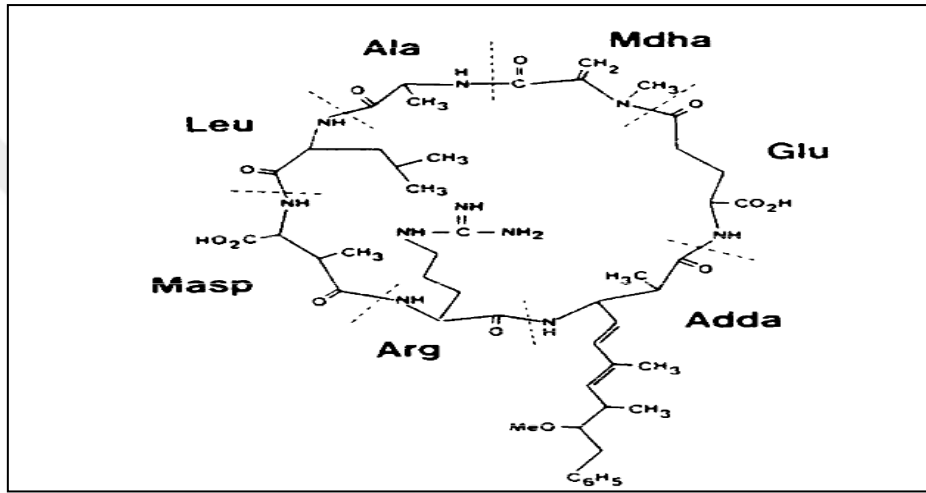
Mikrosistin, Nodularin ve Silindrospermopsinin memelilerde birincil hedef organı karaciğerdir. Anatoksin-a ve Anatoksin-a(S) sinapslara etki ederken, Saksitoksin nöron aksonunu etkiler. Apilisiyatoksin deri üzerinde etkisi görülürken, Lingbiyatoksin-a deri ve gastrointestinal sisteme etki eder (Anonim, 1999).

Tatlı sulardan okyanuslara kadar değişen farklı su ortamlarında siyanobakterinin ürettiği siklik peptid yapısındaki toksinler mikrosistin ve nodularin olarak bilinmektedir. Diğer siklik polipeptitler olan siyanopeptolin ve anabaenopeptinlerin daha az toksik olduğu bildirilmektedir. Pek çok siklik toksin hidrofilik karakterde olup, genellikle omurgalı hücre zarından geçememekte ve bu nedenle enerji gerektiren taşıma sistemleri ile alınmaktadır. Fare karaciğerinde yapılan deneyler siklik peptitlerin taşınmasında, organik anyon taşıyıcılarının sorumlu olduğunu göstermektedir. Bu nedenle mikrosistin ve nodularinin hücre zarlarından karaciğer gibi organik anyon taşıyıcısı olan organlara geçebildiği tespit edilmiştir. (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Mikrosistinler; ilk olarak *Microcystis aeruginosa*'dan izole edilmiş olan önemli bir hepatotoksin grubudur. Şimdiye kadar 80'nin üzerinde varyantı (mikrosistin-LR, mikrosistin-YR gibi) izole edilmiştir (WHO, 2004).

Yapısal olarak bu toksinler monosiklik heptapeptidlerdir. D-alanine 1 pozisyonunda,  $\gamma$ -bağlı D-glutamik asit 6 pozisyonunda, 2 ve 4 pozisyonunda iki değişkenli L-aminoasitler,  $\beta$ -bağlı D-erythro- $\beta$ -methilaspartik asid (Masp) 3 pozisyonunda, 3-amino-9-methoxy-2, 6, 8-trimethyl-10-phenyldeca-4, 6-dienoik asit (ADDA) 5 pozisyonunda ve N-methyl dehidroalanine (MDha) 7 pozisyonundadır. Yapısal varyantlar 2 ve 4

pozisyonlarındaki L-aminoasitlerin çeşitliliğinden kaynaklanır. Adda ise siyanobakteri toksinlerine özel, nadir görülen bir amino asit olarak belirtilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucu aminoasit kombinasyonlarına ilişkin, mikrosistin –LR (leucine-arginine), mikrosistin –RR (arginine-arginine), -YR (tyrosine-arginine) ve -YA (tyrosine- alanine) şeklinde 4 farklı formu sıklıkla tespit edilmekte, en etkili olanının mikrosistin–LR olduğu bilinmektedir. Acı sularda hakim olan siyanobakteri *Nodularia spumigena*'dan izole edilen nodularin ise mikrosistine benzer aminoasitler içermektedir. Mikrosistinde 7 aminoasit varken nodularinde 5 aminoasit bulunmaktadır (Kahraman ve Küplülü, 2012).



Şekil 2.3. Mikrosistin-LR'nin kimyasal yapısı (MacKintosh vd., 1990)

Mikrosistinler hücre içinde ya serbest olarak ya da membrana bağlı olarak bulunurlar. Araştırmalara göre mikrosistin üretimi stres altındayken veya fosfor, azot, demir ve çinkonun ortamda sınırlandırıldığı durumlarda gerçekleşir ya da genetik olarak yürütülür (İspirli, 2009).

Mikrosistinler, hücreler yaşlandığında veya öldüğünde serbest kalırlar ve pasif olarak hücresel içerikten sızarlar. Eritme yeteneği olan *Pseudomonas* gibi bakterilerin ya da aşırı alg üremesini kontrol altına almak için kullanılan kimyasalların etkisiyle genç hücrelerden de toksin salınımı olabilir. Mikrosistin varyantları içinde en toksik olarak bilineni mikrosistin-LR'dir. Çoğu yaygın mikrosistin varyantının değişken aminoasitleri mikrosistin-LR (L: lösin), RR (R: arjinin) ve YR (Y: tirozin)'dir.

*M. aeruginosa* birçok peptit üretir, bu peptitlerin bazıları oldukça toksiktir. Siyanotoksinlerin içinde en yaygın olanı mikrosistindir ve sentezi için organizmanın içinde

bir genetik materyalin bulunması gerekmektedir. Bu genetik materyalin lokalize olabileceği farklı bölgeleri araştırılmış ve nükleotitte, tilakoitde ve daha az olarak da hücre duvarı ile zarında tespit ettiklerini bildirilmiştir (İspirli, 2009).

Mikrosistinler karanlık bir doğal su ortamında aylarca hatta yıllarca dayanabilirler. Bunların yüksek sıcaklık (40°C) ve düşük/yüksek pH'da hidrolizinin yavaş olduğu gözlenmiştir. Yoğun güneş ışığı altında mikrosistinler yavaş bir şekilde fotokimyasal bozunmaya ve izomerizasyona uğrar. Suda çözünebilir hücre pigmentlerinin (muhtemelen fikobiliproteinlerin) varlığıyla bu reaksiyon oranı artar. Yaz güneşi altında mikrosistinler günde yaklaşık % 40'ı azalır. Daha derin ve bulanık sularda bu bozunma oranının daha yavaş olduğu düşünülebilir. *M. aeruginosa*'nın neden olduğu aşırı üreme ortamlarından özütlenen mikrosistinlerin doğal su kütlelerinde 2-3 hafta içinde biyolojik bozunmaya uğradığı belirlenmiştir (İspirli, 2009).

Mikrosistinlerin, insan ve hayvan intoksikasyonlarını içeren birçok vakadan sorumlu olduğu gösterilmiştir. Siyanobakterinin tahminen 150 cinsi, zararlı toksin üretebilme özelliğine sahiptir (Yalçın, 2012).

Nodularin; filogenetik çalışmalar sonucu nodularinin sadece *Nodularia spumigena* Mertens tarafından üretildiği tespit edilmiştir (Köker, 2009). *Nodularia spumigena* ani çoğalmaları genellikle toksiktir ve bir hepatotoksin olan nodularini üretmektedirler. Nodularinin yapısı ve biyolojik aktivitesi mikrosistine benzemekte olup, heptapeptid hepatotoksindir (Demirel, 2010).

Silindrospermopsin ilk olarak *Cylindrospermopsis raciborskii*'den izole edilmiştir. *Aphanizomenon ovalisporum*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Umezakia natans*, *Raphidiopsis curvata* ve *Anabaena bergii*'ninde silindrospermopsin ürettikleri tespit edilmiştir (Mihali vd., 2008).

Belli siyanobakteriyel suşlarının doğal olarak ürettiği toksindir. Silindrospermopsin toksikolojik araştırmalarda hepatotoksik alkaloid sınıfı içerisinde göstermiştir (Demirel, 2010).

Fare deneylerinde toksinin en önemli etkisi karaciğerde görülmüş, bu toksin izole edilmiş hayvan hücrelerinde protein sentezini geri dönüşümsüz olarak engellemiştir (Yılmaz, 2010).

Avustralya'nın tropikal ve subtropikal bölgelerindeki içme sularında sağlık sorunlarına neden olmuştur. Saf silindrospermopsinin LD<sub>50</sub> değeri 24 saatte 2,1 mg/kg'lık doz, 5-6 günde 0,2 mg/kg'lık doz olarak belirlenmiştir (Gürbüz, 2008).

Anatoksinler; günümüzde tanımlanan nörotoksik alkaloidler; anatoksin-a, homoanatoksin-a ve anatoksin-a (s)' dir (Osswald vd., 2007a).

Siyanobakterideki biyokimyasal veya fiziksel özellikleri tam olarak belirlenmemiştir. (Osswald vd., 2007b).

Anatoksinler sadece siyanobakteriden *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermum*, *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Raphidiopsis*, *Planktothrix*, *Arthrospira*, *Nostoc* ve *Phormidium* da tanımlanmıştır (Osswald vd., 2007a).

Saksitoksinler denizel organizmalardan dinoflagellatların ürettiği toksinlerdir. Saksitoksin üreten siyanobakteri türleri ise genellikle; *Aphanizomenon flos-aquae*, *Lyngbya wollei* ve *Cylindrospermopsis raciborskii* ve *Anabaena lemmermannii* olup, yapıları kompleks ve değişkendir (Wiese vd., 2010).

PSP toksinlerinin dinoflagellatlar ve siyanobakterideki üretimini nütriyent (azot ve fosfat vb.) içeriği, tuzluluk ve sıcaklık gibi çevresel etkenlerin düzenlediği rapor edilmiştir (Pearson vd., 2010).

Lipopolisakkarid (LPS) endotoksinler; *Anabaena flos-aque*, *A. cylindrica*, *Oscillatoria tenuis*, *O. brevis* tarafından türetilmektedir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Serbest yaşayan veya simbiyont olan bazı siyanobakteri tarafından üretilen, nörotoksik bir diğer toksin  $\beta$ -N-Metilamino-L-Alanin (BMAA)'dir. Son yıllarda birçok siklik ve doğrusal peptit tanımlanmıştır. Bunlardan bir kısmının proteaz engelleyiciler olduğu belirlenmiş, bir kısmının ise biyolojik etkinliği halen tanımlanamamıştır (Kahraman ve Küplülü, 2012).

### **2.2.5. Siyanobakteriyel Toksinlerin Çevre Sağlığına Etkileri**

Siyanobakteri toksinleri insan ve hayvan sağlığı için tehlike oluşturmaktadır. Özellikle balıkların üremek ve yumurta bırakmak için buldukları kıyısal bölgelerdeki siyanobakteri patlamaları önemli bir tehdit unsurudur. Siyanobakteri toksinlerini içeren suların içilmesi, aspire edilmesi ve bu sularla temas yoluyla etkilerinin ortaya çıkması söz konusudur. Zehirlenmelerde özellikle karaciğer rahatsızlığı ve böbrek yetmezliği olan kişilerle, çocukların vücut ağırlıklarına göre daha çok su tüketmeleri sebebiyle daha fazla risk taşıdıkları bildirilmektedir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

### 2.2.5.1. Hayvanlar Üzerine Etkisi

Siyanotoksinlerin toksin etkinliği hayvan türlerinin hassasiyetine; hayvan tarafından maruz kalınan miktara; hayvanın cinsiyeti ve yaşına ve siyanotoksine maruz kalan hayvanın midesindeki diğer besinlerin miktarına bağlı olarak değişir (İspirli, 2009).

Intra peritoneal yolla mikrosistine maruz bırakılan akvaryum balıkları mikrosistine farelerden 30 kat daha az duyarlı bulunmuştur (İspirli, 2009).

Siyanotoksin zehirlenmeleri içme sularına karışan toksinler nedeniyle evcil hayvanlarda da rapor edilmiştir. Amerika'nın farklı eyaletlerinde mikrosistinler nedeniyle evcil hayvanlarda zehirlenmeler belirlenmiştir (Yalçın, 2012).

Siyanobakteriden kaynaklanan toksik zehirlenme vakalarına ait bilgiler, antik çağlara kadar uzanmaktadır. Bilinen en eski vaka, birkaç bin yıl önce Nil Nehri'nde görülen ve suya kırmızı renk veren *Planktothrix (Oscillatoria) spp'*in ortaya çıkması ile olmuştur. Bulunan bir yazıtta, nehirdeki suyun kan rengine dönüştüğü, balıkların tümünün öldüğü ve nehrin kötü koktuğu anlatılmış, bu nedenle Mısırlıların suyu içemedikleri belirtilmiştir. Günümüz Mısırlı araştırmacılar nehrin sulama kanallarında ve nehirde toksik *Oscillatoria agardhii* ve toksik *Oscillatoria tenuis* bulunduğunu bildirmiştir. Danimarka Çiftçi Koruma Topluluğu 1833'de yazları sakın havada, yerel suda yeşil renk görüldüğünü ve büyükbaş hayvanların bu sudan içmesi durumunda ayakta duramadıklarını, yere yığıldıklarını ve pek çok balık ölümlerinin gerçekleştiğini rapor etmiştir. Avustralya'da Alexandria Gölü'nde *Nodularia* görülmüş ve büyükbaş hayvanların, koyunların, atların ve domuzların bu sudan içerek zehirlendikleri bildirilmiştir. Bu kez 19. yüzyılda yine aynı gölde siyanobakteriyel tabaka tespit edilmiştir. Finlandiya'da da pek çok toksik *O. agardhii* artışına rastlanmıştır (Gürbüz, 2008).

Kaliforniya Salton Sea Gölü'nde yaz aylarında 38 °C'ye ulaşan sıcaklık derecesiyle beraber siyanobakteri artışı sonucu göldeki balıklar ve göç yolu üzerindeki su kuşlarında (*Podiceps nigricallis*) ölümler görülmüştür. 1992 yılında bölgede yaklaşık 155.000 su kuşu ölümü bildirilmiş ve yapılan çalışmalarda su ve doku örneklerinde mikrosistin tespit edilmiştir (Carmichael ve Li, 2006).

*Misguruns mizolepis* (çoprabalığı) ile yapılan bir çalışmada ise. Mikrosistin-LR'nin embriyo ve yavru gelişimi üzerine olumsuz etkileri (küçük kafa, kıvrılmış vücut yapısı ve kuyruk gibi) bildirilmiştir, ayrıca karaciğer ve kalpte de hasara yol açtığı belirtilmiştir (Liu vd., 2002).



Tayvan'da farklı ötrofik göllerde 9 siyanobakteri (*M. aeruginosa*) türü tespit edilerek, mikrosistin –LR ve –RR'nin farelerde toksik etkileri araştırılmış, mikrosistin-LR ve –RR'nin toksisite değerleri sırasıyla 252- 8 µg/kg fare ve 221- 2 µg /kg fare (LD<sub>100</sub>) olarak bildirilmiş, ölen farelerin karaciğerlerinin şişkinlik, koyulaşma ve kanamalı olduğu belirlenmiştir. Karşılaştırmalı olarak LD<sub>50</sub> değeri mikrosistin-LR için 50 µg/kg fare, mikrosistin-RR için 600 µg/kg fare olarak tespit edilmiştir (Lee vd., 1998).

Gökkuşluğu alabalıklarıyla yapılan bir başka araştırmada ise 24 saat boyunca mikrosistin-LR'ye maruz kaldıkları zaman karaciğer kütlelerinde % 18 oranında bir artış ve osmotik denge kaybı görüldüğü bildirilmiştir (Best vd., 2003).

### 2.2.5.2. İnsan Sağlığına Etkisi

Toksin üreten mavi-yeşil algler insanlarda kısa süreli veya kronik hastalıklara neden olurlar. Mavi-yeşil alg patlamalarının görüldüğü sulara temas eden insanlarda deri döküntüleri, yanık, tahriş ve kabarma gözlenir. Ayrıca deride alerjik semptomlar da meydana gelebilir. Toksik mavi-yeşil alg patlamalarının bulunduğu sulara yaşayan özellikle kabuklu su ürünlerinin tüketilmesi karaciğerde hasar, nörotoksik etki ve tümör oluşumuna neden olur. Bunun dışında içme suyu olarak kullanıldığında gırtlakta tahriş, solunum güçlüğü, bulantı, kusma, baş ağrısı, ishal, ateş görüldüğü bildirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, 50 µg/L klorofil a değeri ve 20 µg/L mikrosistin değeri bir göl için orta seviyede risk, 5000 µg/L klorofil a değeri ve 2000 µg/L mikrosistin değeri ise yüksek seviyede risk olarak kabul edilmektedir (Fakıoğlu vd., 2011).

İnsanlarda mikrosistin kaynağı genel olarak kullanılan içme sularıdır. Siyanobakteri toksinleri açısından içme suyunun içilebilirlik seviyesi 1 µg/L 'dir (Bouaïcha vd., 2002).

Mikrosistin besinlerle alındığında organik anyon transport proteinleri ile karaciğere taşınır ve protein fosfataz 1 ve 2A'nın inhibisyonu ile toksisitesini göstermektedir. Protein fosfatazın inhibisyonu yapısal filamentlerin aşırı fosforilasyonuna, hücre iskeleti degradasyonuna ve hepatik yapının bozulmasına yol açmaktadır. Hepatositlerde meydana gelen büzülme ve küçülmeler karaciğer dokularında hasara neden olmaktadır. Bu bölgesel doku hasarı, organ yıkımı ve hemorajik şok ile sonuçlanmaktadır. Mikrosistin için, toksisite dereceleri tespit edilmiştir. Örneğin en yaygın form olan mikrosistin-LR'nin, farelerde LD<sub>50</sub> değeri 50 µg/kg iken, nadir görülen mikrosistin-RR için öldürücü doz 600 µg/kg 'dan daha fazladır. Aynı zamanda bu toksinlerin öldürücü olmayan

dozlarına bile maruziyetin kanser oluşumuna neden olduğu gözlemlenmiştir (Yalçın, 2012).

Microcystin mide bağırsak yolunda sindirime karşı direnç göstermektedirler. Toksinler safra asidi taşıyıcı sistemi gibi aktif taşıyıcı sistem ile karaciğerde yüksek konsantrasyonlara ulaşır. Microcystin ve nodularin birçok hücrel faaliyet için gerekli olan PP1 ve PP2 serine protein fosfataz için engelleyicilerdir. Protein fosfataz enzimleri, hücre büyümesi, tümör oluşumunu engellemesi gibi çeşitli hücrel işlemler için hayati önem taşır (Köker, 2009).

Siyanobakteriyel alkaloid toksin olan silindrospermopsin ilk olarak 1979 Avustralya'da 148 kişinin hepatoenteritis teşhisi ile hastaneye kaldırılmasıyla tanımlanmıştır. Bu salgın daha sonra içme suyu kaynağında *Cylindrospermopsis raciborskii* aşırı artışı ile ilişkilendirilmiştir (Köker, 2009).

Saksitoksinin özellikle tatlı sularda *Anabaena circinalis* ve *Oscillatoria* türleri tarafından üretildiği, tatlı su midyelerine aktarılabilirdiği ve alglerle (örneğin; dinoflagellalardan *Alexandrium spp.*) beslenen deniz midyelerinde toksin birikiminin oluştuğu açıklanmaktadır. Bu toksinler de sinir sistemi üzerindeki Na<sup>+</sup> kanallarını bloke ederek sinir impulslarının iletimini engellemektedir. Paralitik deniz kabukluları zehirlenmesine (PSP) neden olan tetradoksine benzer şekilde etki gösteren saksitoksinin mide bulantısı, kusma, yüzde dilde ve dudaklarda uyuşma, ekstremitelerde paraliz, konuşma ve nefes alma güçlüğüne neden olduğu, ölümün respiratorik paraliz sonucu meydana geldiği belirtilmektedir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Nodularin, üreten algin ani çoğalması akut durumlarda karaciğer yetmezliğine neden olduğundan suda yaşayan hayvanlar için tehlike oluşturmaktadır. Günümüze kadar nodularin zehirlenmesine atfedilen hiç bir insan ölümü kaydedilmemiş olmasına karşın, toksine uzun süreli maruz kalması durumunda insan sağlığı için potansiyel tehlike oluşturmaktadır (Demirel, 2010).

Lipopolisakkarid (LPS) endotoksinler; Siyanobakteri tarafından üretilen LPS endotoksinler bakteri tarafından üretilen daha az zehirli olmasına rağmen siyanobakteri toksinlerine maruz kalan insanlarda gastroenterit hastalıklardan sorumlu olabilir (Demirel, 2010).

Alkoloitler, sinir sistemi üzerindeki Na<sup>+</sup> kanallarını bağlayıp nöronların çalışmasını engeller. Bu durumda kaslar çalışmaz, aşırı şekilde gevşer ve solunum yavaşlar. Ağız, yüz,

dil ve uzuvlarda karıncalanma ve uyuşukluk hissedilir. Mide bulantısı ve kusma görülür (Gürbüz, 2008).

$\beta$ -N- Metilamino-L- Alanin (BMAA), kaslarda zayıflamaya neden olduğu belirtilmiştir. Bu bileşik parkinson hastasının beyin dokusunda bulunmuştur (Gürbüz, 2008).

Siyanotoksinlerin insanlar üzerine etkisinin dünyada pek çok örneği vardır. İçme suyu kaynağı olarak kullanılan nehirlerde *Cylinchrospermopsis raciborski* artışıyla ortaya çıkan hepato-enterit sonrası 140 çocuk, 10 yetişkin öldüğünü rapor etmiştir (Odokuma ve Isirima, 2007).

1996 yılında Brezilya’da 131 hastanın 116’sında kusma, kaslarda zayıflık gibi rutin zehirlenme belirtileri fark edilmiş, bu hastaların 100’ünde akut karaciğer hasarı gelişirken, 52’sinde “Caruaru Sendromu” olarak tanımlanan semptomlar belirlenmiştir. Bu semptomun sebebi klorlama ve filtreleme işlemi uygulanmamış sulara karışan siyanotoksinlerin tüketilmesi sonucu meydana gelmiştir. Yapılan analizler sonucunda suda tespit edilen mikrosistinler, aynı zamanda hastaların kan ve karaciğerinde de bulunmuştur (Yalçın, 2012).

1995 yılında Avustralya’da 852 denek ile yapılan bir çalışma da sularla eğlence amaçlı temastan sonra görülebilen yan etkiler epidemiyolojik olarak kanıtlanmıştır. Sonuç olarak, suyla teması takip eden 7 gün içinde deneklerde ishal, kusma, grip belirtileri, ürtiker, ağızda yaralar, ateş, göz ya da kulaklarda tahrişler görülmüştür (İspirli, 2008).

Siyanobakteriyel gastroenterit vakasının 1931 yılında Ohio Nehri’nden kaynaklandığı, daha sonra ise Zimbabve’de bir su deposunda *Microcystis spp.* artışına bağlı olarak gelişen zehirlenmelerde çocukların büyük oranda etkilendiği bildirilmektedir. İsveç’te ise 1994 yılında *Plantktothrix agardhii* kaynaklı mikrosistin içeren işlem görmemiş nehir suyunun bir şeker fabrikasında kullanımı sonucu 304 insandan 121’inde bulantı, kusma, diyare, kas krampları semptomlarının gözlemlendiği bildirilmiştir.

Benzer vakaların, Avustralya’da *Cylindrospermopsis raciborskii* izole edilen sulardan da kaynaklandığı rapor edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, 1996 yılında Brezilya’da bir hemodiyaliz merkezinde tedavi gören 117 hastanın diyaliz için kullanılan sudaki mikrosistinlere maruz kaldığı, 100 hastada karaciğer yetmezliği belirlendiği ve 56’sının öldüğü rapor edilmiştir. Ölenlerden en az 44’ünün mikrosistin zehirlenmesine ilişkin tipik semptomları (mide bulantısı, kusma, görme bozukluğu, kas yorgunluğu ve karaciğerde ağrı ve büyüme) olarak bildirilmiştir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

## 2.2.6. Siyanobakteri Farklı Kullanım Alanları

Yakın zamanlara kadar sucul habitatlardaki besin ve enerji akışının, diyatom ve dinoflagellatlar gibi büyük fitoplanktonlar üzerinden beslenen zooplanktonlar aracılığıyla, balıklar gibi daha büyük organizmalara doğru olduğu düşünülmekteydi. Son zamanlarda bu görüş değişmiştir. Sucul birincil üretimin büyük bir kısmının küçük ökaryotik algler ve siyanobakteri tarafından yapıldığı ve bu üretimin önemli bir miktarının protozoonlar tarafından tüketildiği bilinmektedir. Aynı zamanda birincil üretimin önemli bir kısmı çözülmüş organik madde olarak ortama salınmakta ve bu maddeler bakteriler tarafından kullanılmaktadır. Bakteriler diğer organizmaların ölmesinden ve salgılarından oluşan organik maddeleri de besin olarak kullanırlar. Protozoonlar, bakteriler üzerinden beslenerek bu kaynakları da zooplanktonlar aracılığı ile besin ağının daha ileri kısımlarına pompalayan anahtar organizmalar olarak karşımıza çıkarlar (Şenler ve Yıldız, 2010).

Son yıllardaki çalışmalar Cyanobacteria'nın vitamin ve yakıt kaynağı olarak değerini ortaya koymuştur. Ayrıca Cyanobacteria birçok farmasötik ürün açısından da önemli potansiyele sahiptirler. Bazı siyanobakteri türleri atmosferik azot tespiti yapabildiğinden tarımsal uygulamalarda ve küresel azot döngüsünde işlevleri vardır (Daşdemir, 2012).

Siyanobakteri geniş habitatlara yayılmış prokaryotik fotootroflar olup özellikle sel basmış pirinç alanlarının doğal bileşenleridir (Gülbenzer ve Ökmen, 2012).

Azotlu kimyasal gübrelere göre daha fazla yararlanmak için pirinç ekim tarlalarına azot sağlayıcı siyanobakteri aşılanmaktadır, böylece alanın azot yönünden zenginleştirilmesi de sağlanmış olur (Billam, 2006).

Genelde bakterilerde, tuzluluk ve ozmotik stres birbirine benzemekte iken, bunun siyanobakteri de farklı olduğu rapor edilmiştir. Serbest yaşayan formlar tuzluluk/su durumunun farklı olduğu habitatlarda sıklıkla yoğun olarak bulunmaktadır. Ozmotik ve tuzluluk stresine siyanobakterinin adaptasyonu üzerine çalışmalar Borowitzka tarafından başlatılmıştır. Bundan sonraki çalışmalar tatlı su, deniz ve acı su habitatlarına karakteristik farklı siyanobakteri türlerinin tuz stresi ve ozmotik stres direncinin fizyolojik mekanizmasına yönelmiştir. Bu habitatlar altında gelişmeye adapte olmuş siyanobakteride farklı ozmotik koruyucular sentezlenmektedir (Gülbenzer ve Ökmen, 2012).

Toprak ve sularda serbest yaşayan mikroorganizmalar tarafından bağlanan azotun yılda yaklaşık 45-100 kg /ha arasında değiştiği, dikkat çekici bir unsur olarak, sadece siyanobakterinin bağladıkları azot miktarının ise yılda 28 kg/ha olduğu bilinmektedir.

İklim şartları ÷lkemize benzeyen Asya ve G÷ney Avrupa ÷lkelerinde, siyanobakteri biyog÷bre olarak kullanılmaktadır. G÷n÷m÷zde Hindistan'da yaklaşık 2 milyon, Burma'da 40 bin, Çin'de 20 bin ve Amerika'da yaklaşık bin hektar tarım arazisinde siyanobakteri biyog÷bre olarak kullanılmaktadır. ÷lkemizde bu durum baklagil ekim alanlarında *Rhizobium* t÷rlerinin kullanımı ile sınırlıdır. Azot tespitinin ışık, sıcaklık ve nemlilik gibi çevresel fakt÷rlerden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle çevresel fakt÷rlere dirençli, azot bağlama yeteneği fazla olan suşların izole edilmesi kaliteli g÷bre eldesinde önemli bir aşamadır. Biyog÷bre maliyetinin, inorganik g÷bre maliyetinin dörtte biri kadar olması biyog÷bre kullanımını cazip hale getirmektedir (Ökmen ve Dönmez, 2007).

Mikroalglerin de ürün verimini arttırdığı ve ayrıca toprak stabilizasyonunu sağladığı bilinmektedir. Uzun süreli inorganik g÷bre kullanımının hem ürün hem de toprak verimini olumsuz yönde etkilemesi ve pahalı bir yöntem olması tercih edilebilirliğini azaltmaktadır (Ökmen ve Dönmez, 2007).

Birçok ÷lkede özellikle siyanobakterinin tarım alanında “başlatıcı kültür” olarak kullanımı yaygın iken, ÷lkemizde bu konu *Rhizobium* cinsi ile sınırlı kalmıştır. Bu nedenle ucuz ve kaliteli g÷bre eldesi için araştırmacılar, siyanobakterinin üzerinde yoğunlaşarak bunların çevresel fakt÷rlere cevaplarını araştırmışlardır. G÷n÷m÷ze kadar yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan kanı, ucuz ve kaliteli biyog÷bre eldesinde siyanobakteriden yararlanmanın kaçınılmaz olduğu yönündedir (Ökmen ve Dönmez, 2007).

G÷n÷m÷zde gıda sanayisinde özellikle içecek ve şekerleme sanayisinde yapay mavi renkli boyaların kullanımı kısıtlanmakta ve doğal mavi renkli boyaların kullanımına olan ilgi giderek artmaktadır. Fikosiyaninin, gıda, ilaç ve kozmetik sanayilerinde, doğal bir pigment olarak, karsinojen olduğundan şüphe edilen sentetik pigmentlerin yerini alabileceği bildirilmiştir. Bu bağlamda siyanobakteriden elde edilen, doğal ve mavi renkli bir pigment olan fikosiyanin üretimi dikkat çekmektedir (Akoğlu ve Çakmakçı, 2011).

Fikosiyanin dünyada çeşitli firmalar tarafından ticari olarak üretilmektedir. Siyanobakterinin fonksiyonel gıda olarak tüketimi fikosiyaninin kullanım alanlarından bir diğerini oluşturmaktadır (Akoğlu ve Çakmakçı, 2011).

Besinsel değerlerinin ötesinde tüm siyanobakterinin fikosiyanin içerikleri nedeniyle, bağışıklık sistemini uyardığı, antioksidan, antiinflamatuvar, antiviral, antikanser ve kolesterol düşürücü etkiler gösterdiği öne sür÷lm÷ştür (Akoğlu ve Çakmakçı, 2011).

Fikosiyanobilerin kimyasal yapısı güçlü bir antioksidan olduğu bilinen bilirubin kimyasal yapısı ile benzerlik göstermektedir (Akoğlu ve akmakçı, 2011).

Bir dizi bozulmuş fizyolojik durumun fikosiyanin (C-PC) uygulaması ile düzeltilebildiği ve birçok vakadaki sağlık üzerine olan bu olumlu etkinin, C-PC'nin antioksidan ve radikal parçalayıcı etkisi aracılığıyla olduğu ifade edilmiştir. C-PC'nin NADH-oksidaz gibi diğer bazı enzimleri de inhibe ederek, memeli hücrelerinde ve deney farelerinde gen düzenlenmesini etkilediği, hücre çoğalmasını önlediği ve kanserojenik hücrelerde apoptozisi (programlı hücre ölümü) uyardığı gözlenmiştir (Akoğlu ve akmakçı, 2011).

Ayrıca sivrisinek larvaları ile aynı ekolojik nişi paylaştıkları ve larvalar siyanobakteri ile beslendikleri için sivrisinek kontrolünde ilgi çekici olmuşlardır. Larvalar üzerinde toksik etkili madde üreten *Bacillus thuringiensis*'in ilgili genlerinin *Anabaena* sp. PCC7120 suşuna aktarılmasıyla sivrisinek popülasyonlarının kontrol edilmesinde kullanılma potansiyeli mevcuttur (Özkul, 2008).

Deterjanlar ve kimyasal gübre atıkları kentsel suların ve yüzme alanlarının kimyasal içeriğini değiştirir. Artan N ve P derişimi toksin üreten siyanobakteri popülasyonunda çok yüksek artışlara (patlama veya “bloom” oluşumuna) neden olur. Aşırı üreme sonucu bu toksinler evcil ve yabani hayvanların ölümüne neden olmaktadır. İnsanlar da bu toksinlere maruz kalabilirler, fakat suların arıtılması ile kısmi olarak siyanobakteri filtre edilir ve toksinlerin su içindeki yoğunluğu seyreltilmiş olur. Bu olumsuz tabloya rağmen siyanobakter evsel, zirai ve endüstriyel kökenli atık suların iyileştirilmesinde de kullanılmaktadır (Özkul, 2008).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

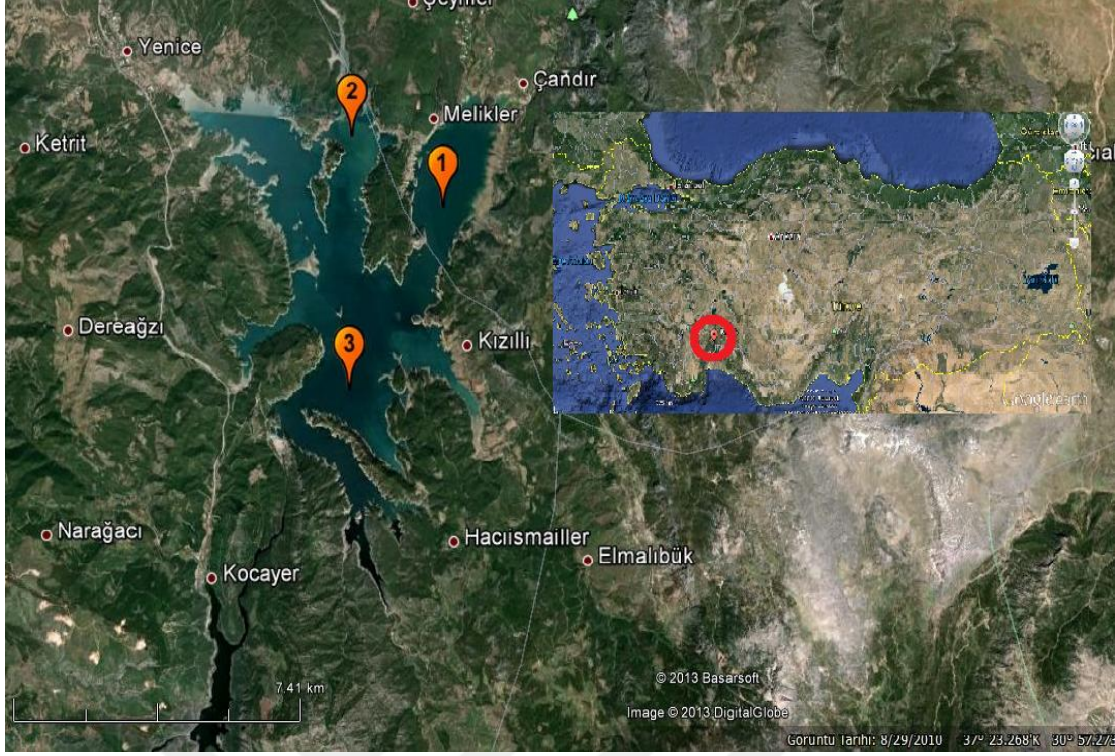
#### 3.1. Çalışma Alanı ve Örneklem Yeri

Aksu Nehri üzerinde kurulmuş bulunan Karacaören I Baraj Gölü (KBG)'nün en büyük kaynağını Aksu ve Göksu Çayı oluşturur. Bunun dışında, kış ve ilkbahar mevsimlerinde önemli bir kaynağı da Kızıllı Çayı'dır. Baraj gölü, Aksu ve Kovada Çayı Aracılığıyla Kovada ve Eğirdir Gölü ile de bağlantılı olup, Kovada Gölü'ne 50, Eğirdir Gölü'ne 75 km uzaklıktadır. Karacaören I Baraj Gölü ve su toplama havzası Akdeniz iklim kuşağında bulunmaktadır. Ancak, havzanın tamamının tipik Akdeniz İkliminin etkisi altında olduğunu söylemek mümkün değildir. Aylık sıcaklık değerleri dikkate alındığında havza için en soğuk ay Ocak (1,4 °C), en sıcak ay ise Temmuz (28,1 °C) dur. Baraj gölünün de içinde bulunduğu Aksu Çayı Havzası'nda yıllık nispi nem oranı % 60'dır. Karacaören I Baraj Gölü'nün su toplama havzasında yer alan, Isparta İli, Eğirdir, Sütçüler, Ağlasun ve Bucak ilçelerinde ortalama yağış 802 mm/yıl'dır (Gülle, 2005).

5580 km<sup>2</sup> büyüklüğündeki havzada, akış miktarı 5,45 l/s/km<sup>2</sup>, akım miktarı 14 mm/yıl ve yağışın (802 mm/yıl) akışa geçme oranı % 1,78'dir (Anonim, 1995). Aksu çayı havzasından Karacaören I Barajı'na dökülen su miktarı uzun yıllar (1970 - 1990) ortalama değerlerine göre, aylık  $79,632 \times 10^6$  m<sup>3</sup>'tür (Anonim, 1995). Deniz seviyesinden yüksekliği 250-275 m, ortalama derinliği 27 m, en derin yeri 65 m'dir. Yüzey alanı 45,5 km<sup>2</sup>, hacmi 1234 hm<sup>3</sup>'tür (Gülle, 2005).

#### Örneklem istasyonları

Araştırma kapsamında Temmuz 2013-Haziran 2014 tarihleri arasında KBG üzerinde belirlenen üç örneklem noktasından, su kalitesi, siyanobakteri örneklemeleri aylık dönemler halinde yapılmıştır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** KBG uydu görüntüsü ve örneklem bölgeleri. Göl üzerinde, 1: Isparta Çayı (Aksu) giriş bölgesi 2: Çandır Deresi (Göksu) giriş bölgesi ve 3: Göl ortası

### 3.2. Su Kalitesi Örneklerinin Alınması ve İncelenmesi

Su örneklerinin fiziksel parametre ölçümleri; su sıcaklığı, çözülmüş oksijeni, oksijen doygunluğu, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve Secchi diski görünürlüğü arazi çalışmaları sırasında; bulanıklık ise laboratuvarında ölçülmüştür.

Su örneklerinin kimyasal analizleri (Toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat, klorür, askıda katı madde, çözülmüş katı madde, kalsiyum, magnezyum, amonyum, nitrit, nitrat, toplam azot, toplam fosfor, silikat, sülfat, klorofil a, KOİ, BOİ) laboratuvarında titrimetrik, spektroskopik ve enstrümantal yöntemler kullanılarak ölçülmüştür.

Su kalitesi açısından Çizelge 3.1’de gösterilen parametreler ilgili yöntemler ile analiz edilmiştir.



**Çizelge 3.1.** Su kalitesi parametreleri analiz yöntemleri

<b>Ölçüm/analizi yapılan parametreler</b>	<b>Analiz yöntemleri</b>
<b>Fiziksel Analizler</b>	
Su Sıcaklığı (°C)	Enstrümental ölçüm
pH	Enstrümental ölçüm
E.İlet.(25°C'de µS/cm)	Enstrümental ölçüm
A.K.M (mg/l)	Gravimetrik Metot
Tuzluluk (ppt)	Enstrümental ölçüm
Bulanıklık (NTU)	Enstrümental ölçüm
S.D.G. (m)	Secchi Diski aletiyle yerinde ( <i>in-situ</i> ) ölçüm
Çöz.O <sub>2</sub> .(mg/l)	Enstrümental ölçüm
Çöz.O <sub>2</sub> .Doy. (%)	Enstrümental ölçüm
<b>Kimyasal Analizler</b>	
Nitrat-N (mg/l)	İyon Kromatografi
Top. Azot-N (mg/l)	
Top. Fosfat –P (mg/l)	İyon Kromatografi
Sülfat (mg/l)	İyon Kromatografi
Bikarbonat (mg/l)	Titrimetrik Metot
Karbonat (mg/l)	
Klorür (mg/l)	İyon Kromatografi
Majör Katyonlar (mg/l) Ca, Mg, K	İyon Kromatografi
Klorofil- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Spektrofotometrik Metot
<b>Diğer Analizler</b>	
T.Ç.K.M. (g/l)	Gravimetrik Metot
T. Amonyak-N (mg/l)	Spektrofotometrik Metot

### 3.2.1. Fiziksel Analizler

#### **Su Sıcaklığı (°C) Ölçümleri :**

Sıcaklık ölçümü arazi şartlarında YSI marka – SCT metre cihazı ile yerinde (*in-situ*) ölçüldü.

#### **pH Ölçümleri:**

Arazi şartlarında YSI marka - pH metre cihazı ile yerinde (*in-situ*) ölçüldü.

#### **Elektriksel İletkenlik (25°C’de $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) Ölçümleri:**

İletkenlik ölçümü arazi şartlarında YSI marka - SCT metre cihazı ile yerinde (*in-situ*) ölçüldü.

#### **Askıda Katı Madde (mg/l) :**

0,45  $\mu\text{m}$  gözenekli cam elyaf filtre kullanılarak, 103-105 °C’de 60 dk kurutma işleminden sonra ve 0,1 mg hassasiyetli elektronik terazide tartımı yapılarak ölçüldü.

#### **Tuzluluk (ppt) Ölçümleri :**

Tuzluluk YSI marka - SCT metre cihazı ile yerinde (*in-situ*) ölçüldü.

#### **Bulanıklık (NTU) Ölçümleri:**

WTW marka IR-Turb 330 Turbiditemetre cihazı kullanılarak ölçüldü.

#### **Secchi Diski Görünürlüğü (m):**

Secchi Diski aletiyle yerinde (*in-situ*) ölçüm yapılarak belirlendi.

#### **Çözünmüş O<sub>2</sub>.(mg/l):**

Arazi şartlarında YSI marka - Oksijenmetre metre cihazı ile yerinde (*in-situ*) ölçüldü.

#### **Çöz.O<sub>2</sub>.Doy. (%):**

Su örneklerinin çözünmüş oksijen konsantrasyonu YSI marka - Oksijenmetre metre cihazı ile yerinde (*in-situ*) ölçüldü.

### 3.2.2. Kimyasal Analizler

#### **Nitrat-N (mg/l):**

Oto-örnekleyici içeren DIONEX IC-3000 çift pompalı İyon Kromatografi Cihazı ile ölçülmüştür.

#### **Toplam Azot-N (mg/l):**

Oto-örnekleyici içeren DIONEX IC-3000 çift pompalı İyon Kromatografi Cihazı ile ölçülmüştür.

#### **Toplam Fosfat –P (mg/l):**

Oto-örnekleyici içeren DIONEX IC-3000 çift pompalı İyon Kromatografi Cihazı ile ölçülmüştür.

#### **Sülfat (mg/l):**

Oto-örnekleyici içeren DIONEX IC-3000 çift pompalı İyon Kromatografi Cihazı ile ölçülmüştür.

#### **Bikarbonat (mg/l) - Karbonat (mg/l):**

Titrimetrik Metot - Standardize edilmiş 0,02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile çözeltiyle; Fenol ftalein (pH 8.3) ve miks indikatör (pH 4.5) kullanılarak, örneklerin alındığı aynı gün potansiyometrik titrasyon yöntemiyle ölçülmüştür.

#### **Klorür (mg/l):**

Oto-örnekleyici içeren DIONEX IC-3000 çift pompalı İyon Kromatografi Cihazı ile ölçülmüştür.

#### **Majör Katyonlar ( Ca, Mg, K, mg/l)**

Alınan numuneler arazi ortamında 0,45 µ naylon membran şırınga ile filtre edildikten sonra tek kullanımlık numune şişelerine alınarak, %1 lik HNO<sub>3</sub> ile asitlendirilmiş (pH<2), analiz için korunaklı ambalajlar içerisinde saklanarak ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry*) cihazında analiz edilmiştir.

### **Klorofil-a (mg/m<sup>3</sup>):**

3 L'lik amber renkli cam şişelere alınan örnekler, ışık ve sıcaktan korunaklı olarak saklanmış (buzdolabı şartlarında) ve en geç 12 saat içerisinde muamele edilmiştir. Su örneklerinin süzülmesinde 1,2 µm gözenekli GF/C cam yünü süzgeç kağıtları kullanılmıştır. Süzme (filtrasyon) işlemi vakum altında, süzgeç kağıtları tamamen tıkanıncaya kadar yapılmıştır. Süzülen fitoplankton %90'lık aseton çözeltisinde özütlenerek, absorbans değerleri spektrofotometrede okunmuş ve formülden hesaplanmıştır (APHA, 2005).

### **3.2.3. Okuma ve Hesaplama**

Tüp içeriği dağıtılmadan 3 ml supernatant 1 cm ışın yollu spektrofotometre küvetine alınarak, önce 750 nm (A<sub>750B</sub>) ve ardından 665 nm (A<sub>665B</sub>) dalga boyunda absorbans ölçüldü ve değerler kaydedildi. Spektrofotometre küvetine 2 damla 0,1 N hidroklorik asit eklenerek, küvet ters düz edilerek karıştırıldı ve 90 saniye sonra 750 nm (A<sub>750A</sub>) ve 665 (A<sub>664A</sub>) nm dalga boylarında absorbans ölçülerek kaydedildi ve hesaplamalar aşağıdaki şekilde yapıldı (Eaton vd., 1995).

$$\text{Klorofil a } (\mu\text{g/l}) = \frac{26,7 * (664b - 665a) * v_2}{v_1 * L}$$

664b= asit eklemeyen önceki okumaların düzeltilmesi ( 664b = A<sub>664B</sub>- A<sub>750B</sub>)

665a= asit ekleme sonrası okumaların düzeltilmesi (665a = A<sub>664A</sub>- A<sub>750A</sub>)

V<sub>1</sub>= süzülen örnek hacmi (m<sup>3</sup>)

V<sub>2</sub>=ekstrakt ( tüpteki toplam aseton) hacmi (l)

L= ışın yolu (küvet) uzunluğu (cm)

### **3.3. Plankton ve Su Kalitesi Örneklem ve Analiz Yöntemleri:**

Siyanobakteri örneklerinin kalitatif incelemesi için 55 mikron gözenekli plankton keşesi 10 m den eğik çekim yapılarak alınan plankton örnekleri 250 mL.'lik plastik şişelere konulmuş ve alınan örneklerin %4 formaldehit ile fiksasyonu sağlanmıştır.

Kantitatif incelenmesi için ise 3,5 L hacimli Üniversal su örnekleme şişesi ile 1, 5, 10 ve 20 m derinlikten alınarak örneklerden sayım işlemleri gerçekleştirildi. Numuneler

lugol ( 100ml suyun içinde tamamen çözünen 10 gr potasyum iyodür üzerine 5 g iyodin oranında hazırlanan) çözeltilisinde sabitlenerek karanlıkta korundu.

### **3.3.1. Mikroskopik Hücre Sayımı**

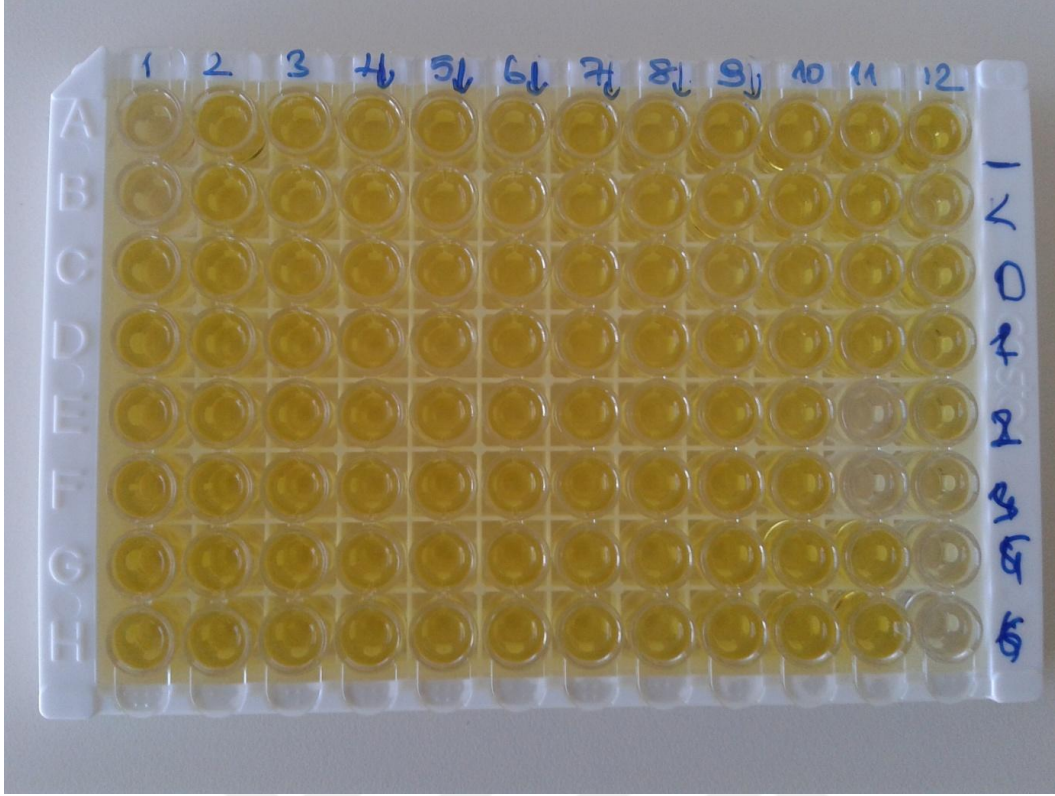
Siyanobakteri yoğunluğunun belirlenmesinde 1 litre su örneği 2 µm naylon filtreden vakum altında süzülerek 10 mL'ye yoğunlaştırılan örnekten Sedgewick-Rafter ve Neubeaur lamaları ile hücre yoğunlukları (iplik/ml) belirlenmiş olundu. Sayılacak örnekler homojenize edildikten sonra, pastör pipeti ile bir miktarı alınarak sayıma hazır hale getirilen kamaraya doldurulmuş ve hücrelerin tüm kamara alanına homojen olarak dağılması sağlandıktan sonra sayım işlemine geçilmiştir.

Kamaranın üzerinde lamelin oturacağı yer hafifçe ıslatılmış ve lamel kamara üzerine hiç hareket etmeyecek şekilde yapıştırılmıştır. Sayım işlemi 3 kez tekrar edildikten sonra ortalaması alınarak mL'deki hücre sayısı hesaplanmıştır.

### **3.3.2. Mikrosistin-LR (MC-LR) Toksinlerinin Analizleri, ELİSA Yöntemi**

Göl suyundan 10 mL'lik tüplere, yüzey ve dip sularından 12 ay'lık sürede, gölden doğrudan alınan su örneklerindeki MC-LR analizleri Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) ile yapılmıştır. Analiz için su örneklerinin hazırlanması ve ELİSA yöntemi piyasadan ticari olarak temin edilmiştir.

Standart solüsyonlardan, pozitif kontrol ve su örneklerinden kuyucuklara 100 µl ilave edilerek üzerine önce 50 µl enzim konjugat, sonra 50 µl antikor çözeltilisinden ilave edilerek 30 sn karıştırıldı. Mikropleyt oda ısısında 90 dakika bekletildi, sonrasında mikropleyt ters çevrilerek boşaltıldı ve 3 kez yıkandı. Sonra herbir kuyucuğa 150 µl renk solusyonu ilave edilerek, 20 dakika karanlıkta bekletildi (Şekil 3.2). Daha sonra üzerine 50 µl durdurma çözeltilisinden ilave edilerek 450 nm dalga boyunda ölçüm yapıldı (Şekil 3.2.a). Örneklerdeki toksin düzeyleri bilgisayar programında hesaplandı. ELISA yönteminin tespit edilebilir limiti 0,10 mg/L'dir, geri kazanım oranı ise %95'dir.



Şekil 3.2. Mikropleyt görüntüsü



Şekil 3.3. ELISA testi cihazı

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Su Kalitesi

Çalışma boyunca KBG’nde belirlenen su kalitesi değerleri Çizelge 4.1.’de özet olarak verilmiştir. Bu değerler ilişkin aylar ve istasyonlar bazında ölçülen veriler EK 1’de verilmiştir.

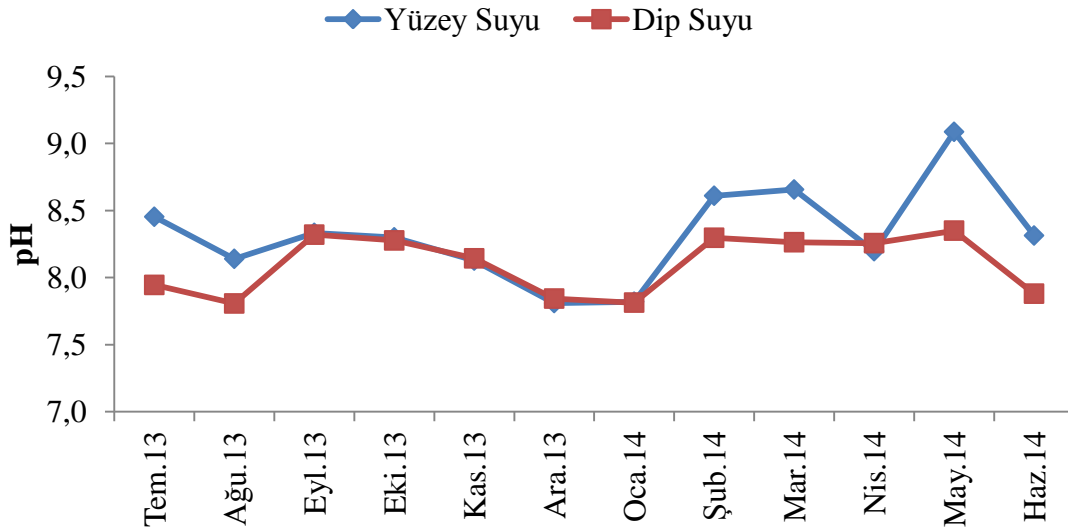
**Çizelge 4.1.** KBG Su kalitesi yüzey ve dip suları minimum (Min.), maksimum (Maks.) ve ortalama (Ort.) değerleri (n=12).

Parametre	Yüzey Suyu			Dip suyu		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
pH	7,73	9,25	8,49	7,74	8,60	8,17
Sıcaklık (°C)	11,2	31	21,1	9,6	25,2	17,4
Tuzluluk (g/L)	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,3
Elektiriksel İletkenlik(µS/cm)	245,8	314,2	280,0	242,0	345,0	293,5
Özgül İletkenlik(25 °C) (µS/cm)	298,8	364,3	331,5	287	396	341,5
Seki Diski Görünürlüğü (cm)	100	500	300	-	-	-
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	4,20	16,35	10,28	0,08	10,35	5,22
Oksijen Doygunluğu (%)	53,5	186	120	4,8	110	57,4
Askıda Katı Madde (mg/L)	0,4	11,20	5,80	0,8	51,3	26,1
Karbonat (mg CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> / L)	0,00	10,80	5,40	0,00	3,60	1,80
Bikarbonat (mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / L)	119,59	203,8	161,7	161,00	229,4	195,2
Toplam Alkalinite (mg CaCO <sub>3</sub> / L)	110,0	167,0	138,5	132,00	188,0	160,0
Kalsiyum (mg Ca <sup>+2</sup> /L)	19,24	56,90	38,07	18,43	52,00	35,22
Magnezyum (mg Mg <sup>+2</sup> /L)	6,80	27,80	17,30	10,20	26,70	18,45
Toplam Sertlik (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	96,00	198,0	147,00	100	206	153,00
Nitrit Azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /N/L)	0,01	0,052	0,031	0	0,1	0,05
Amonyum Azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	0,016	0,093	0,0545	0,01	0,22	0,12
Nitrat Azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	0,00	0,45	0,23	0,05	0,90	0,48
Toplam Azot (mg N/L)	0,02	0,35	0,19	0,06	1,17	0,61
Toplam Fosfor (mg P/L)	<0,01	0,10	0,10	<0,010	0,11	0,11
Biyokimyasal O <sub>2</sub> İhtiyacı(mgO <sub>2</sub> /L)	2,18	4,11	3,15	1,53	4,62	3,08
Kimyasal O <sub>2</sub> İhtiyacı (mg O <sub>2</sub> /L)	4,00	15,70	9,85	3,70	16,82	10,26
Klorofil a (µg/L)	0,17	54,07	27,12	0,07	12,68	6,38
Bulanıklık (NTU)	1,70	12,70	7,20	1,20	21,20	11,20
Çözünmüş katı madde (mg/L)	136	237	187	133	269	201
Sodyum (mg Na <sup>+</sup> /L)	1,99	3,82	2,91	1,91	4,33	3,12
Potasyum(mg K <sup>+</sup> /L)	0,54	0,87	0,71	0,59	0,96	0,78
Sülfat (mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /L)	13,26	40,43	26,85	13,73	221,92	117,83
Florür (mg F <sup>-</sup> /L)	0,09	0,26	0,18	0,11	0,27	0,19
Klorür (mg Cl <sup>-</sup> /L)	7,49	13,83	10,66	7,44	20,77	14,11

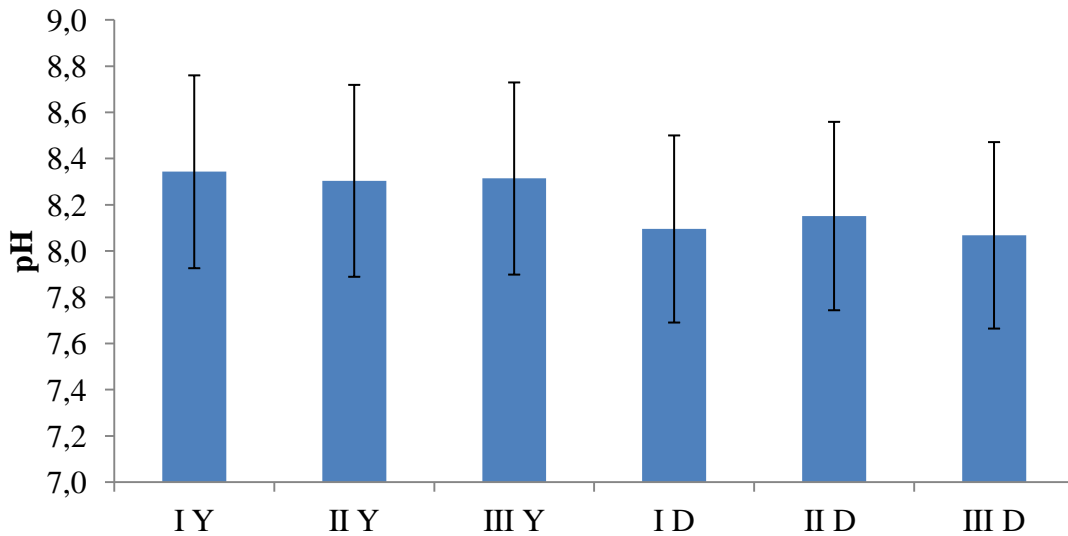
Aylara ve istasyonlara göre su kalitesi parametrelerindeki değişimler aşağıda açıklanmıştır.

#### 4.1.1. pH

Belirlenen pH değerleri göl yüzeyinde en düşük 7,73 (III. İst. Ocak 2014), en yüksek 9,25 (I. İst. Mayıs 2014); dip suyunda en düşük 7,74 (I. İst. Haziran 2014), en yüksek 8,6 (I. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.1). İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu pH değişimleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Yüzey ve dip suyu pH değerleri değişimi

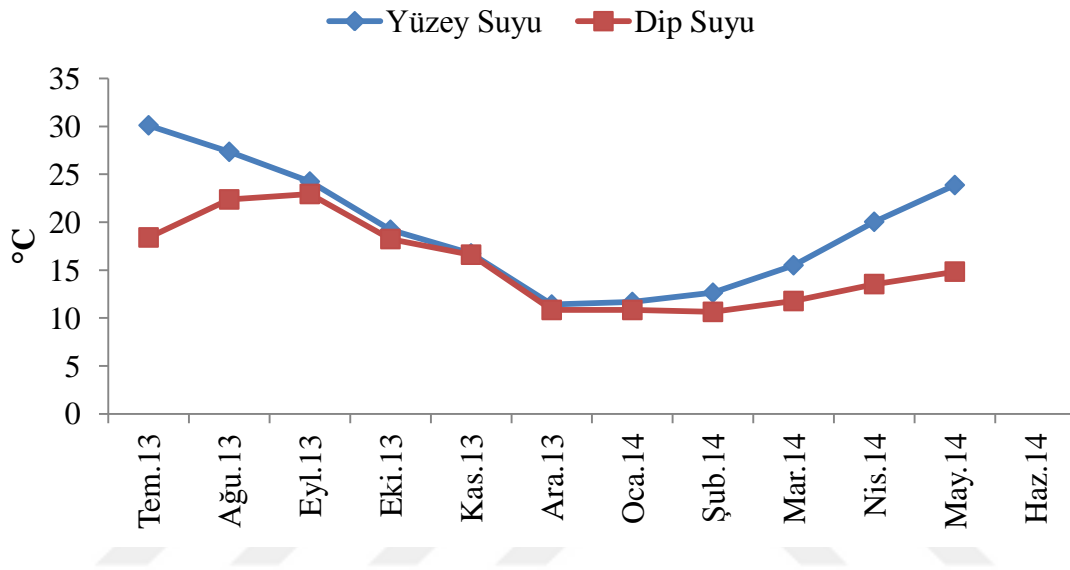


Şekil 4.2. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu pH değişimleri

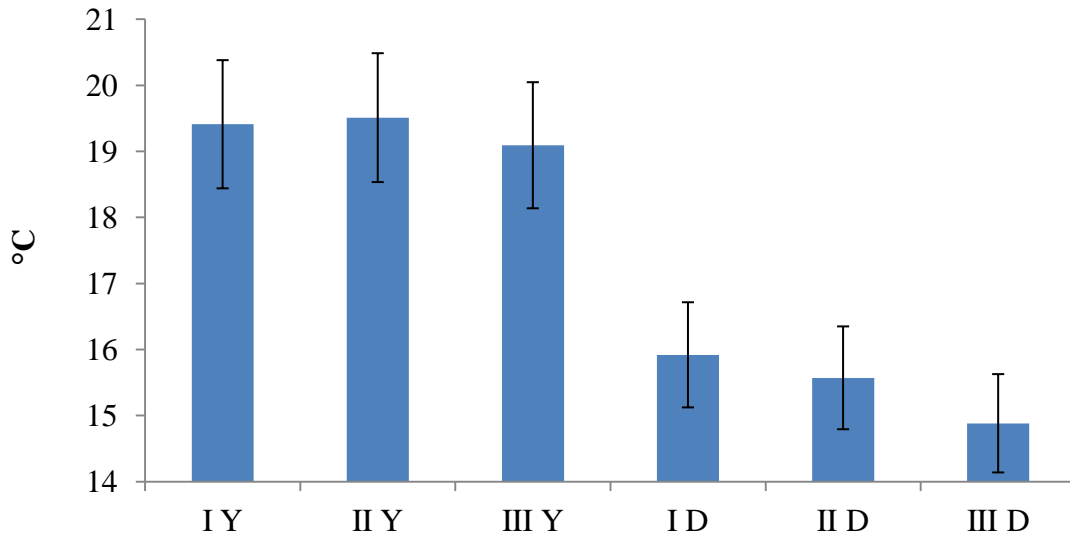


#### 4.1.2. Su Sıcaklığı

Belirlenen sıcaklık değerleri göl yüzeyinde en düşük 11,2 °C (I. İst. Aralık 2013 ve Ocak 2014), en yüksek 31 °C (II. İst. Temmuz 2013); dip suyunda en düşük 9,6 °C (I. İst. Ocak 2014), en yüksek 25,2 °C (I. İst. Ağustos 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.3). Yüzeysel su ve dip suyu arasındaki sıcaklık değerleri fark önemli olmuştur (Şekil 4.4).



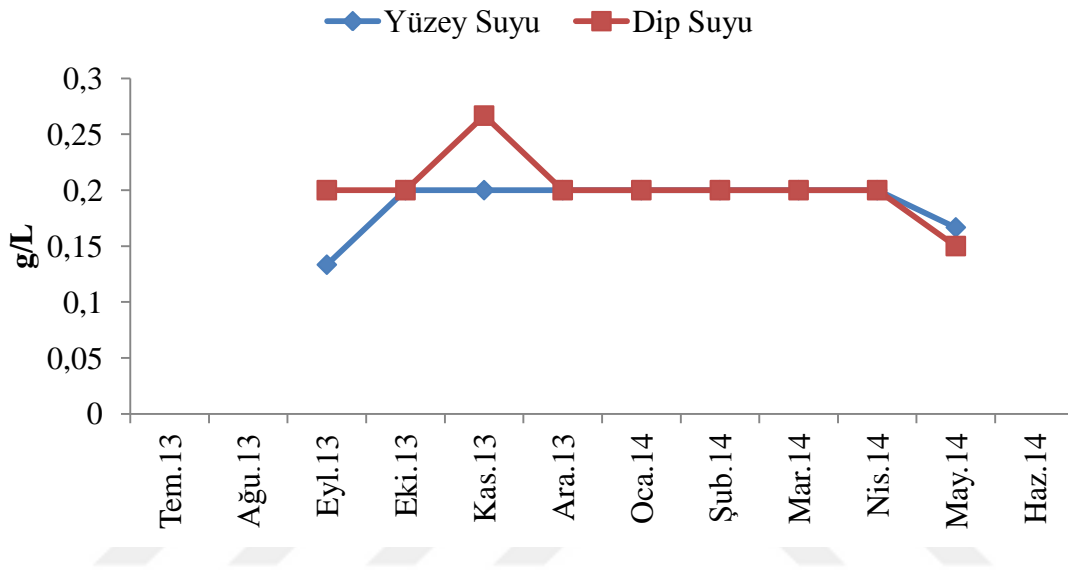
Şekil 4.3. Yüzeysel ve dip suyu su sıcaklığı değerleri değişimi



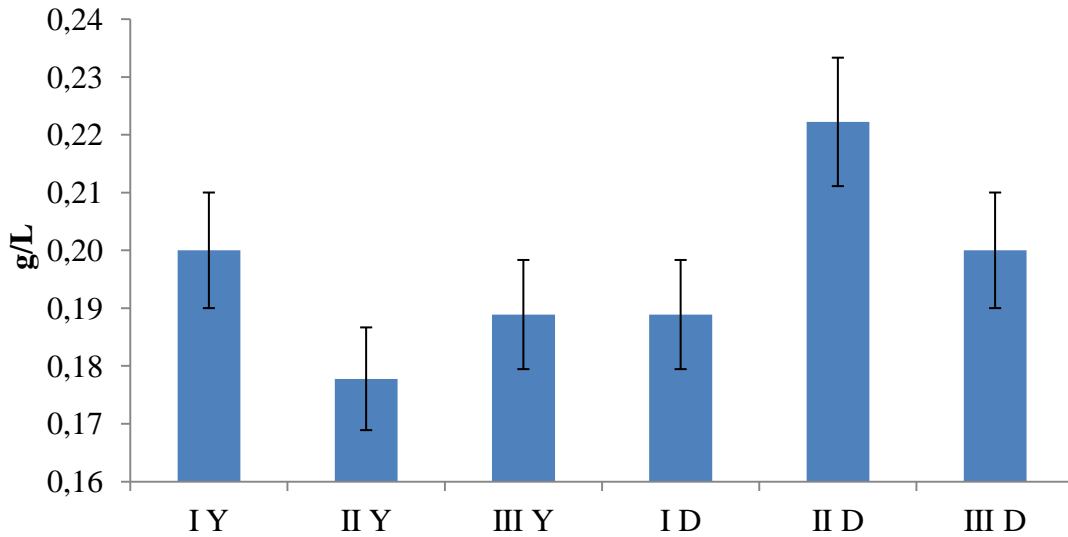
Şekil 4.4. İstasyonlar arası ve yüzeysel-dip suyu su sıcaklığı değişimleri

### 4.1.3. Tuzluluk

Belirlenen tuzluluk değerleri göl yüzeyinde en düşük 0,1g/L (sadece II. - III. İst. Eylül 2014 ve II. İst. Mayıs 2014), en yüksek 0,2 g/L (Eylül 2013 ve Mayıs 2014 dışında tüm zamanlar); dip suyunda en düşük 0,1 (I. İst. Mayıs 2014), en yüksek 0,4 g/L (II. İst. Kasım 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5 ve 4.6). II. istasyon dip suyu tuzluluk miktarı diğer istasyonlara göre yüksek bulunmuştur.



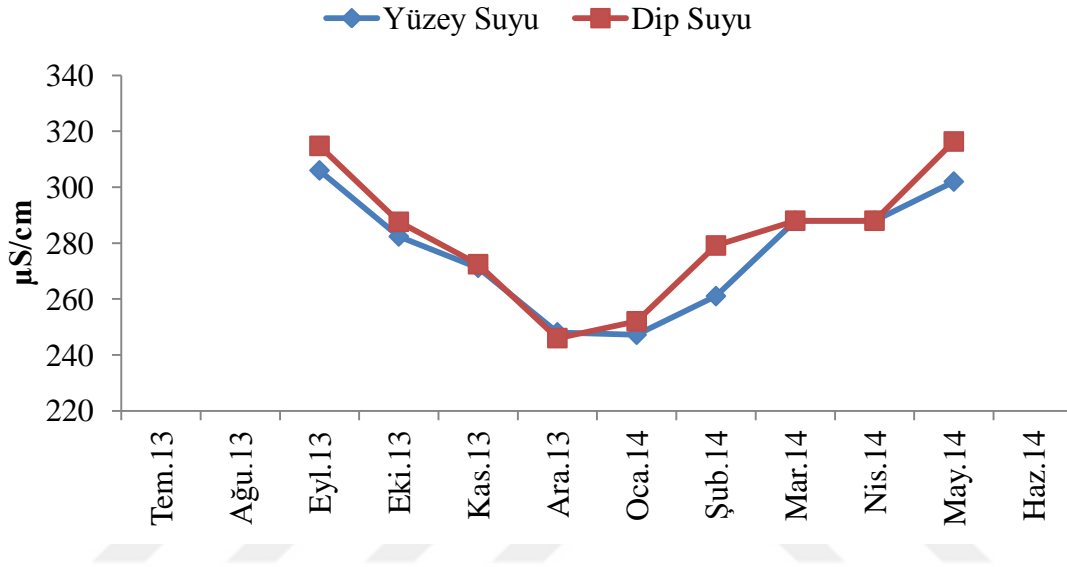
Şekil 4.5. Yüzey ve dip suyu tuzluluk değerleri değişimi



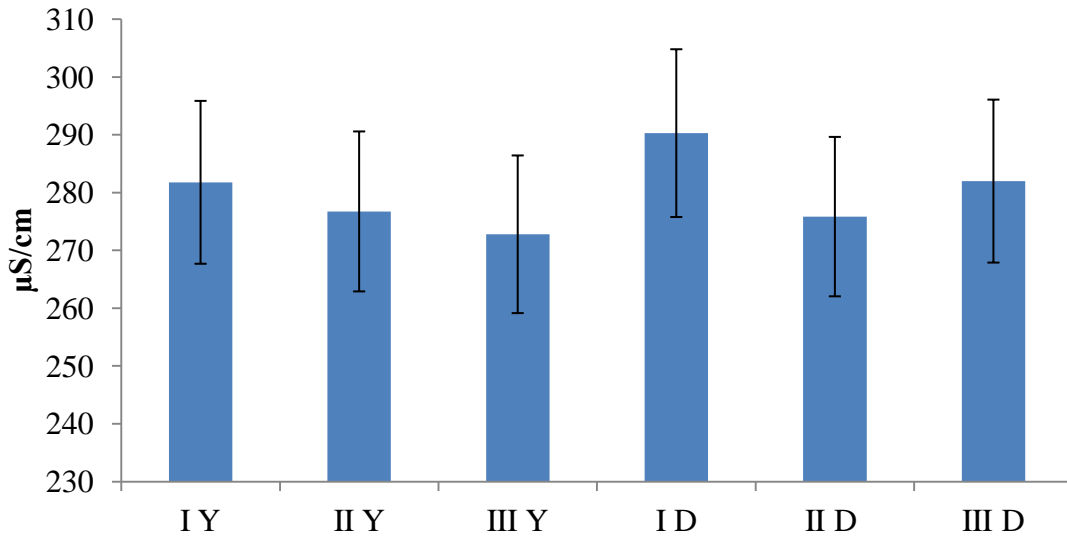
Şekil 4.6. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu tuzluluk değişimleri

#### 4.1.4. Elektriksel İletkenlik

Belirlenen elektriksel iletkenliği göl yüzeyinde en düşük 245,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (3. İst. Ocak 2014), en yüksek 314,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (1. İst. Eylül 2013); dip suyunda en düşük 242,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (1. İst. Aralık 2013), en yüksek 345  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (3. İst. Mayıs 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.7). İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu iletkenlik değişimleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Şekil 4.8).



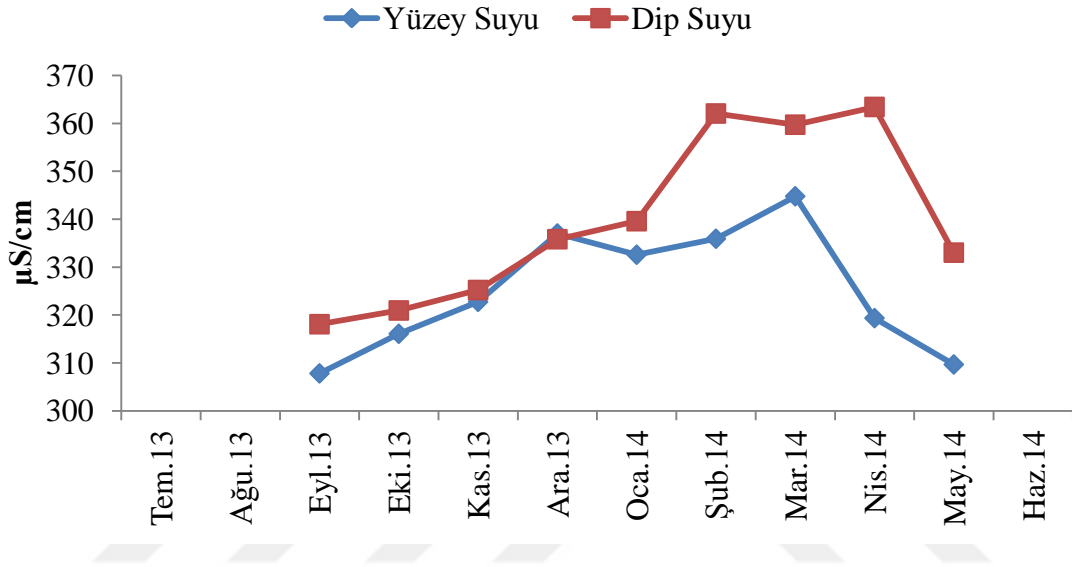
Şekil 4.7. Yüzey ve dip suyu elektriksel iletkenlik değerleri değişimi



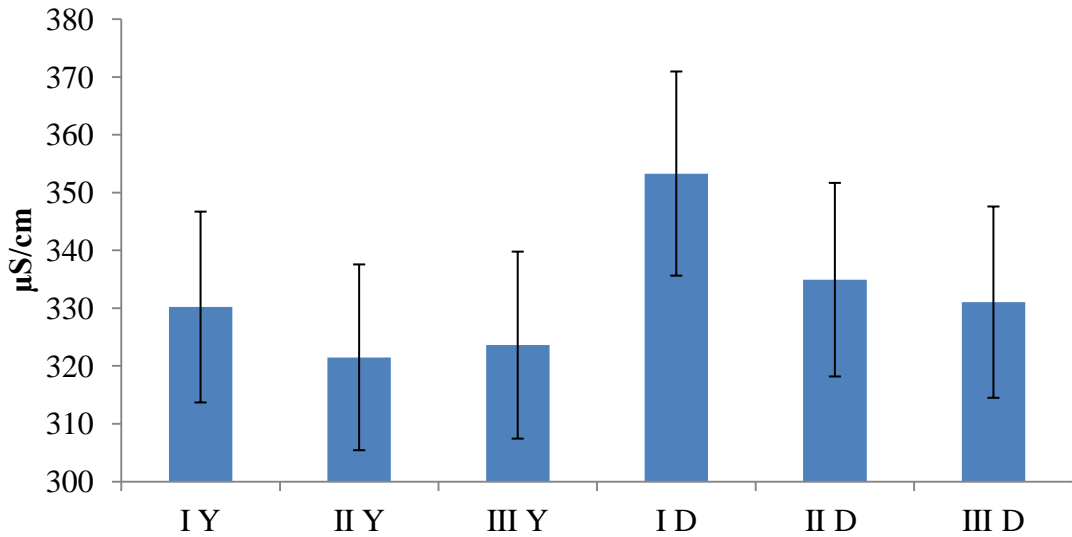
Şekil 4.8. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu elektriksel iletkenlik değişimleri

#### 4.1.5. Özgül İletkenlik (25 °C' de $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

Belirlenen özgül iletkenlik değerleri göl yüzeyinde en düşük 298,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (II. İst. Eylül 2013), en yüksek 364,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (I. İst. Mart 2014); dip suyundan düşük 287  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (III. İst. Mayıs 2014), en yüksek 396  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (I. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.9). İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu iletkenlik değişimleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Şekil 4.10).



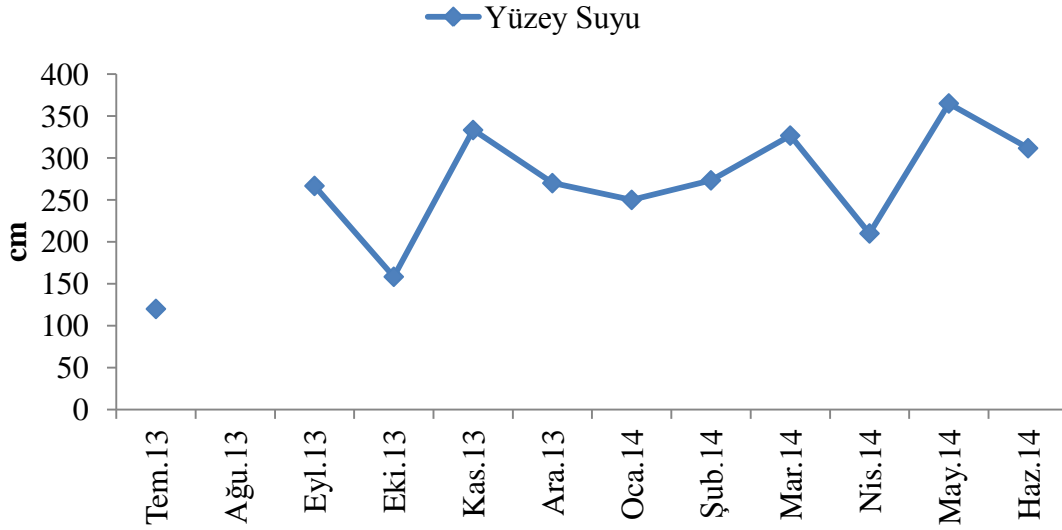
Şekil 4.9. Yüzey ve dip suyu özgül iletkenlik değerleri değişimi



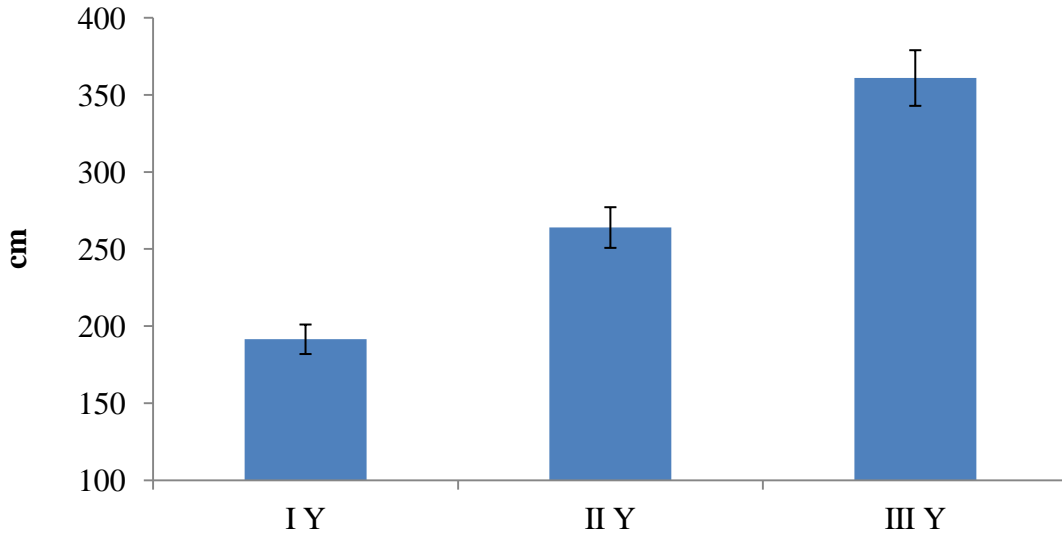
Şekil 4.10. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu özgül iletkenlik değişimleri

#### 4.1.6. Secchi Diski Görünürlüğü

Belirlenen Seki diski görünürlüğü değerleri göl yüzeyinde en düşük 100 cm (II. İst. Ocak 2014), en yüksek 500 cm (III. İst. Mayıs 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11). İstasyonlar arası Secchi diski değişimleri arasındaki fark önemli çıkmıştır (Şekil 4.12).



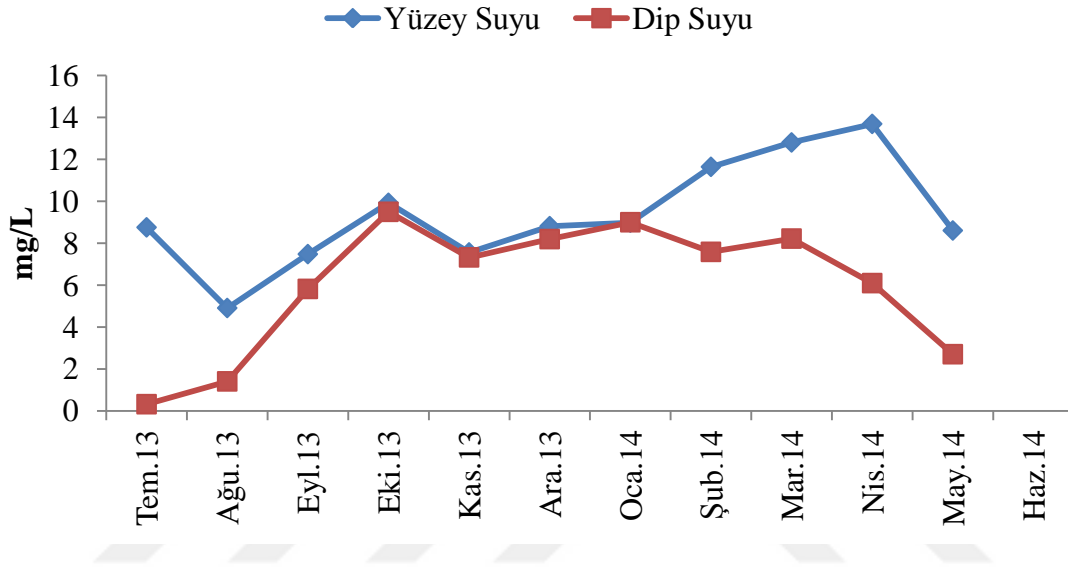
Şekil 4.11. Yüzey suyu secchi diski görünürlüğü değerleri değişimi



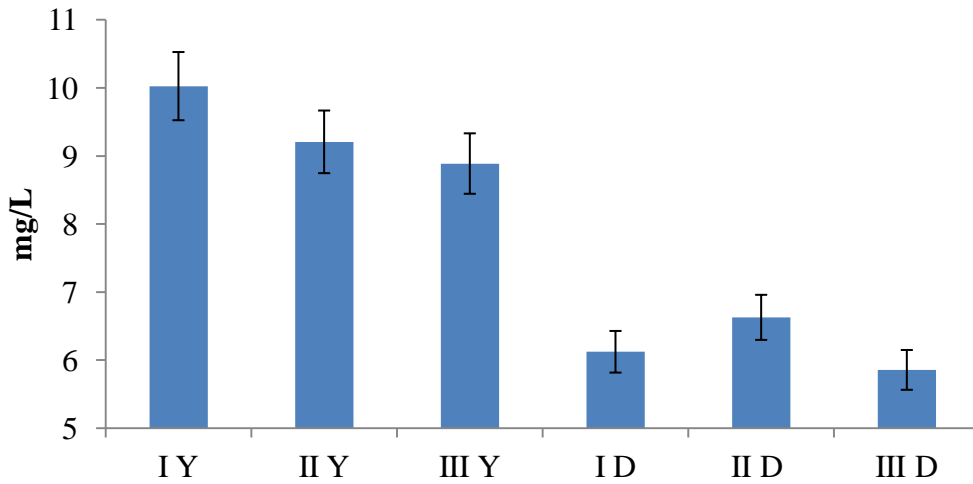
Şekil 4.12. İstasyonlar yüzey suyu secchi diski görünürlüğü değişimleri

#### 4.1.7. Çözünmüş Oksijen

Belirlenen çözünmüş oksijen değerleri göl yüzeyinde en düşük 4,2 mg/L (I. İst. Ağustos 2014), en yüksek 16,35 mg/L (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük 0,08 mg/L (I. İst Temmuz 2013), en yüksek 10,35 mg/L (II. İst. Ekim 2013) olarak ölçülmüştür. Şekil 4.13). Yüzey istasyonları arası ve dip istasyonları arası farklılık önemsiz iken; yüzey ve dip suyu değişimleri arasındaki fark önemli olmuştur (Şekil 4.14).



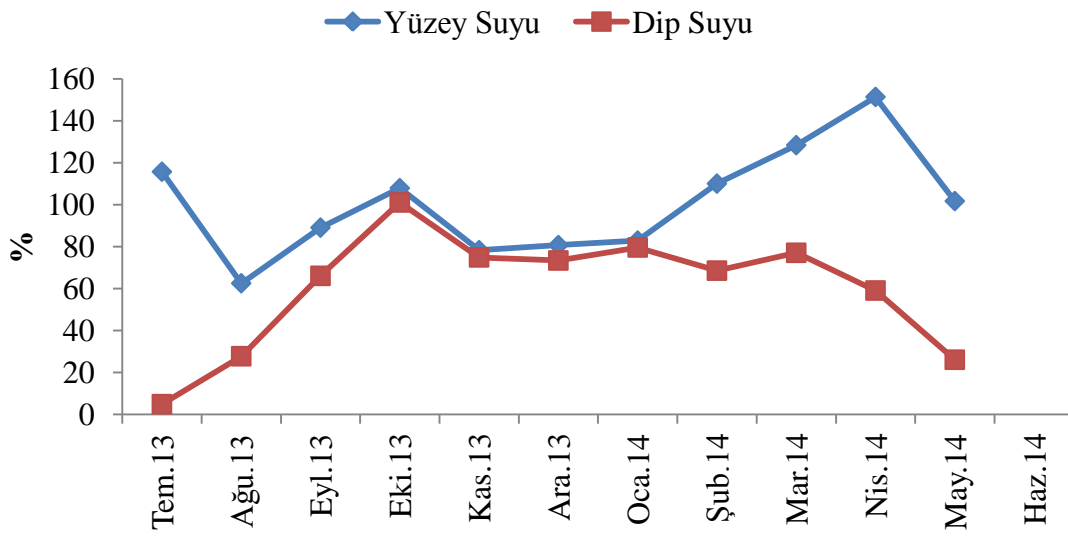
Şekil 4.13. Yüzey ve dip suyu çözünmüş oksijen değerleri değişimi



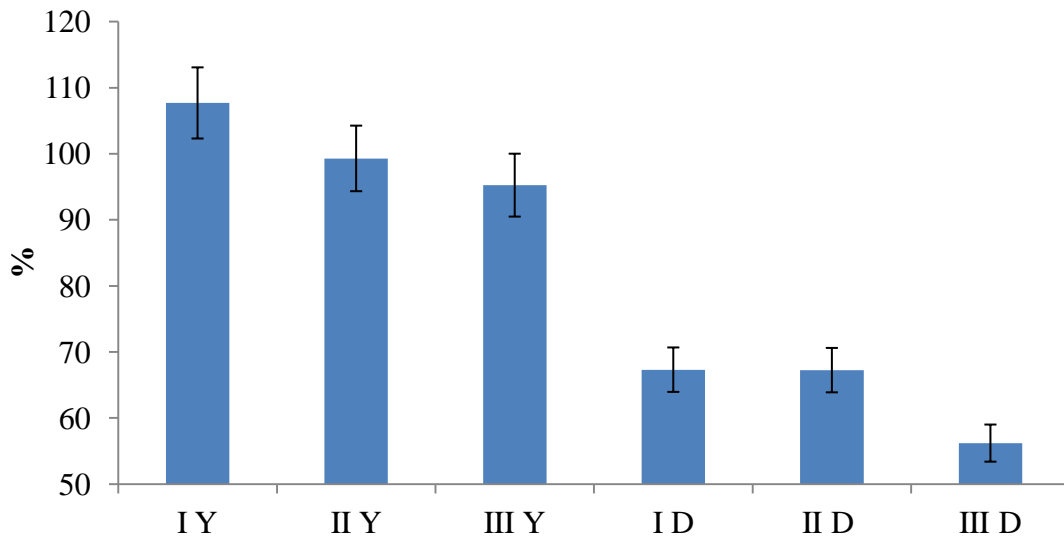
Şekil 4.14. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu çözünmüş oksijen değişimleri

#### 4.1.8 Oksijen Doygunluğu

Belirlenen oksijen doygunluęu deęerleri göl yzeyinde en dűřuk % 53,5 (I. İst. Aęustos 2013), en yűksek % 186 (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en dűřuk % 4,8 (III. İst. Temmuz 2013), en yűksek %110 (II. İst. Ekim 2013) olarak ۆlçűlműřtir (Őekil 4.15). Yűzey istasyonları arası farklılık ۆnemsiz iken; dip istasyonları arasındaki farklılık ۆnemli olmuřtur. III. İstasyon dip suyu deęeri dięerlerinden ۆnemli derecede dűřuk bulunmuřtur. Ayrıca yűzey ve dip suyu deęiřimleri arasındaki fark da ۆnemli olmuřtur (Őekil 4.16).



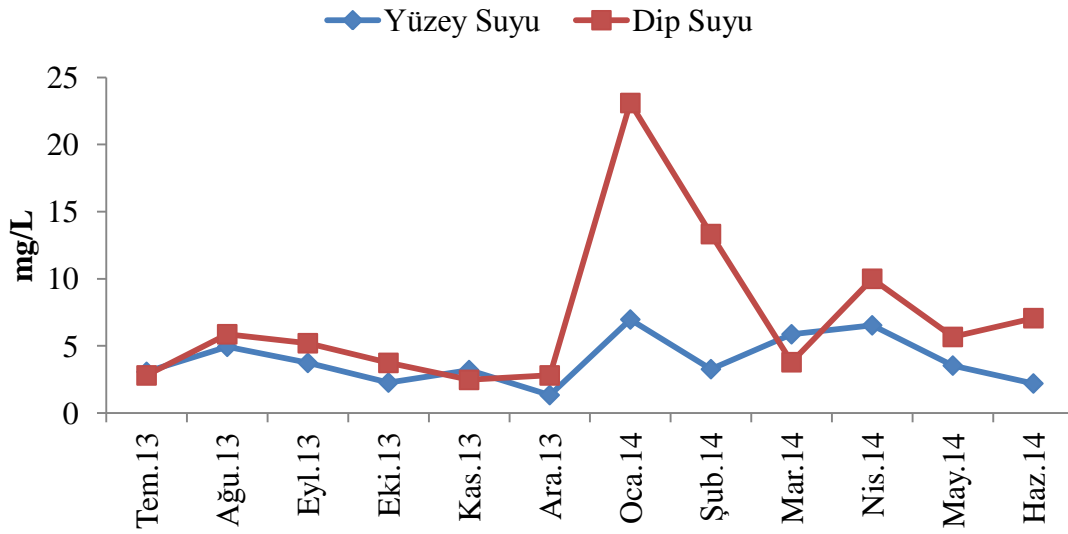
Őekil 4.15. Yűzey ve dip suyu oksijen doygunluęu deęerleri deęiřimi



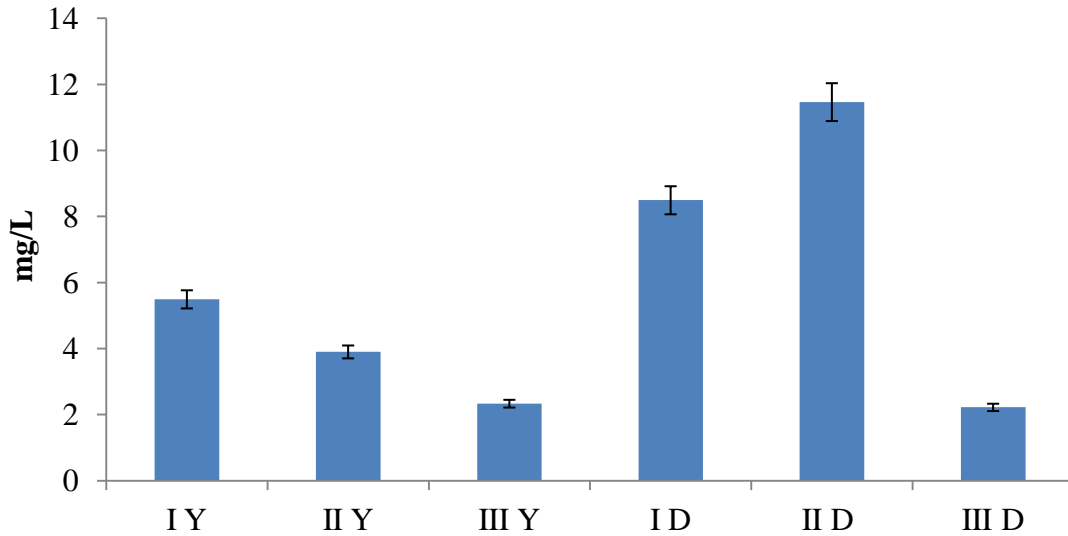
Őekil 4.16. İstasyonlar arası ve yűzey-dip suyu oksijen doygunluęu deęiřimleri

#### 4.1.9. Askıda Katı Madde

Belirlenen askıda katı madde miktarı değerleri göl yüzeyinde en düşük 0,4 mg/L (III. İst. Aralık 2013), en yüksek 11,2 mg/L (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük 0,8 mg/L (III. İst. Aralık 2013), en yüksek 51,3 mg/L (II. İst. Ocak 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.17). III. istasyon yüzey ve dip suları arasındaki akm değişim değerleri önemli çıkmamıştır, ancak I. ve II. İstasyonlarda yüzey ve dip suyu akm miktarı değişimi önemli çıkmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Yüzey ve dip suyu askıda katı madde değerleri değişimi

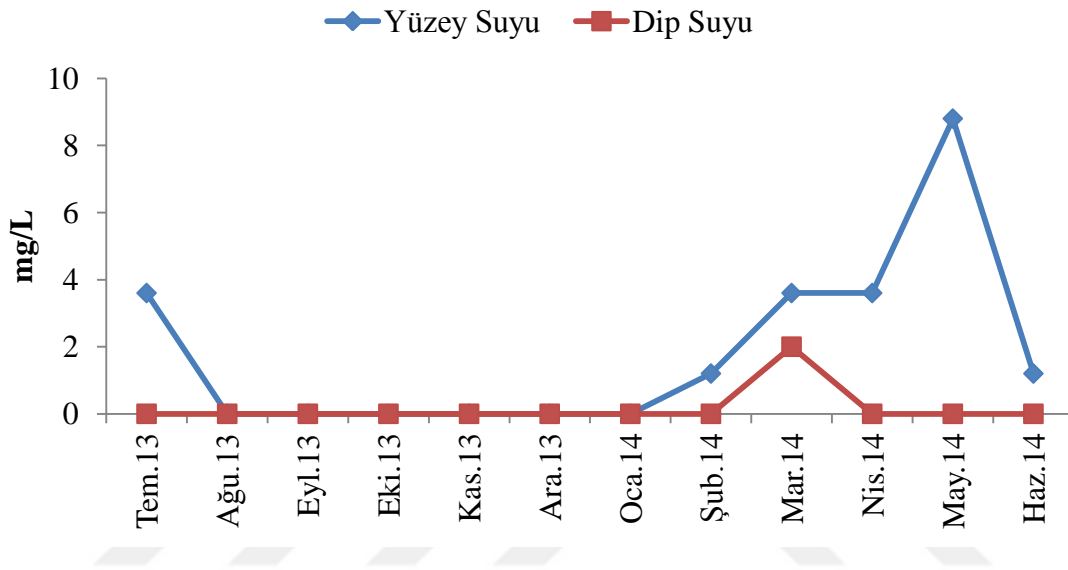


Şekil 4.18. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu askıda katı madde değişimleri

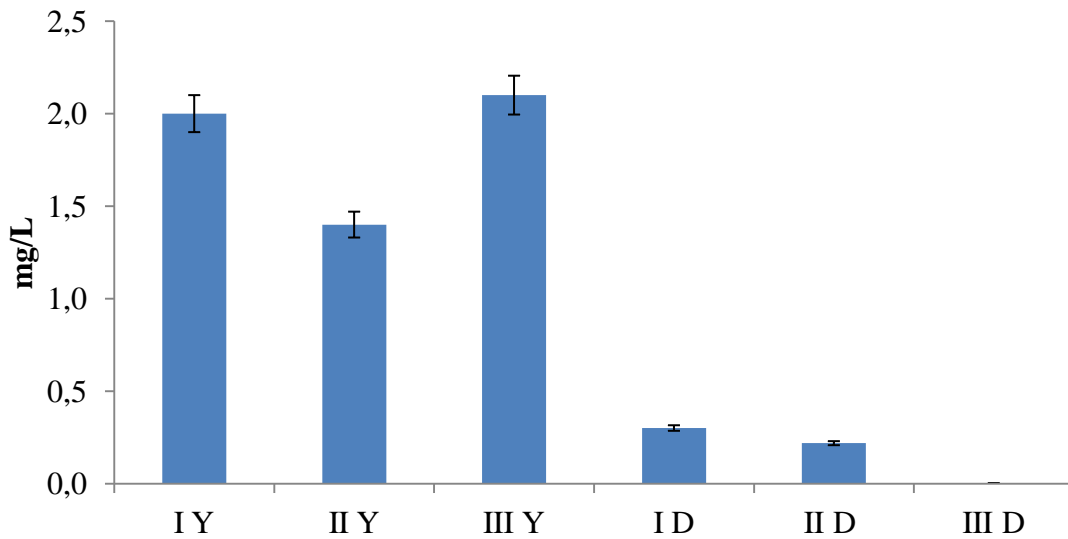


#### 4.1.10. Karbonat (CO<sub>3</sub>)

Belirlenen karbonat değerleri göl yüzeğinde en düşük 0 mg CO<sub>3</sub>/L ( Ağustos 2013- Ocak 2014 ayları arasında), en yüksek 10,8 mg CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>/L (III. İst. Mayıs 2014); dip suyunda en düşük 0 mg CO<sub>3</sub>/L (Mart 2014 ayı dışında tüm aylarda), en yüksek 3,6 mg CO<sub>3</sub>/L (I. İst. Mart 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.19). İstasyonlar arası ve yüzey dip suyu karbonat miktarı arasındaki fark önemli çıkmıştır (Şekil 4.20).



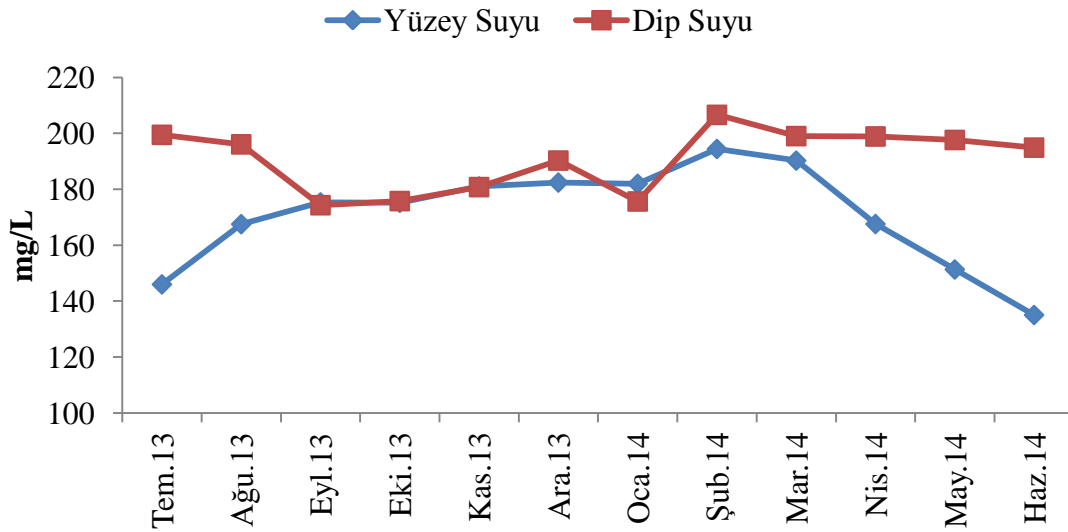
Şekil 4.19. Yüzey ve dip suyu karbonat değerleri değişimi



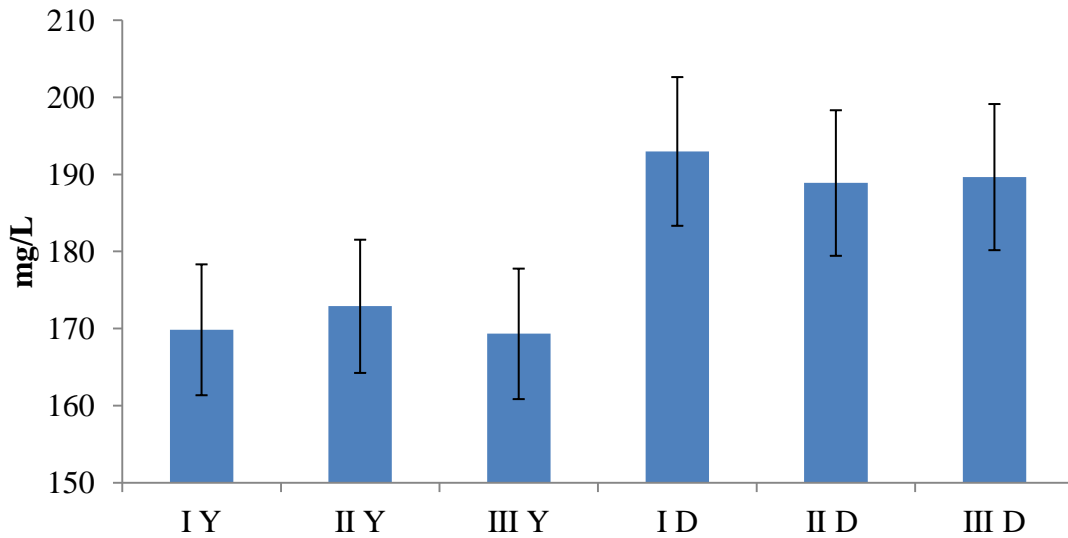
Şekil 4.20. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu karbonat değişimleri

#### 4.1.11. Bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ )

Belirlenen bikarbonat değerleri göl yüzeyinde en düşük 119,59 mg  $\text{HCO}_3$  /L (III. İst. Haziran 2014), en yüksek 203,80 mg  $\text{HCO}_3$  /L (II. İst. Şubat 2014); dip suyunda en düşük 161 mg  $\text{HCO}_3$  /L (I. İst. Ocak 2014), en yüksek 229,42 mg  $\text{HCO}_3$  /L (I. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.21). Yüzey istasyonları arası ve dip istasyonları arası bikarbonat değerleri değişimi kendi aralarında önemsiz iken, yüzey ve dip suyu bikarbonat değerleri değişimleri arasındaki fark önemli olmuştur (Şekil 4.22).



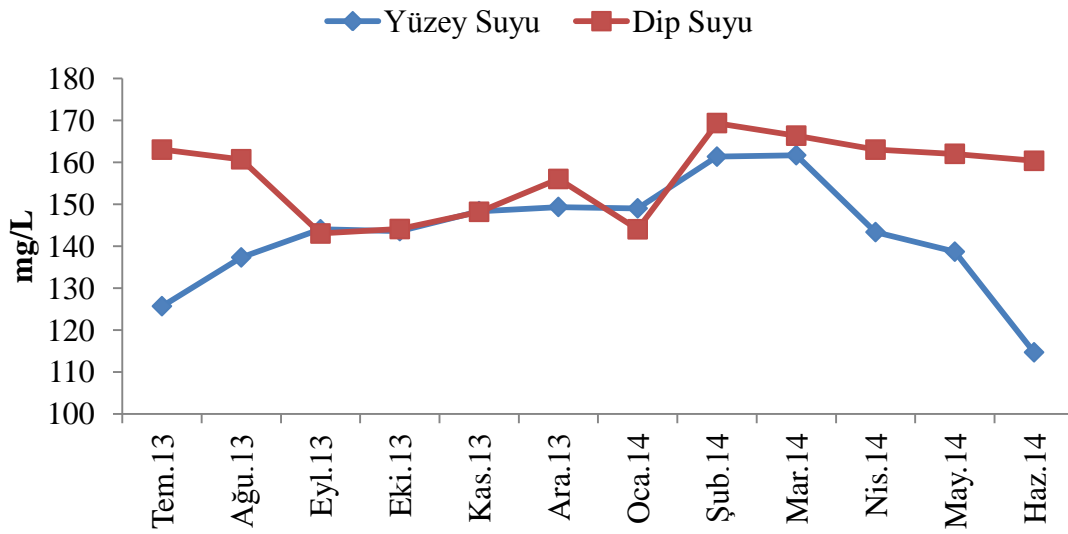
Şekil 4.21. Yüzey ve dip suyu bikarbonat değerleri değişimi



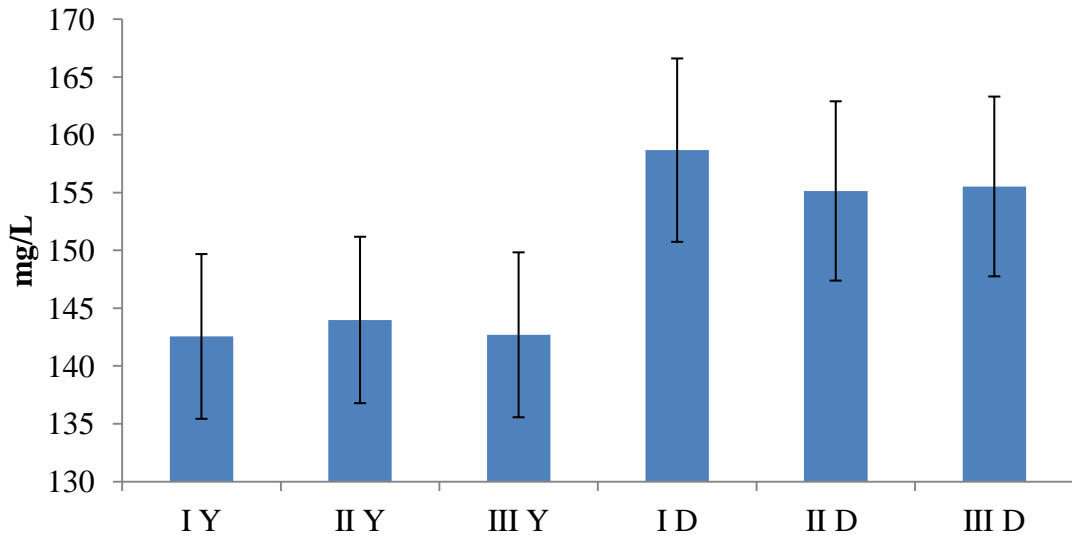
Şekil 4.22. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu bikarbonat değişimleri

#### 4.1.12. Toplam Alkalinite

Belirlenen toplam alkalinite değerleri göl yzeyinde en dükük 110 mg CaCO<sub>3</sub>/L (III. İst. Haziran 2014), en yüksek 167 mg CaCO<sub>3</sub>/L (II. İst. Şubat 2014); dip suyunda en düşük 132 mg CaCO<sub>3</sub>/L (I. İst. Ocak 2014), en yüksek 188 mg CaCO<sub>3</sub>/L (I. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.23). İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam alkalinite değişimleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Şekil 4.24).



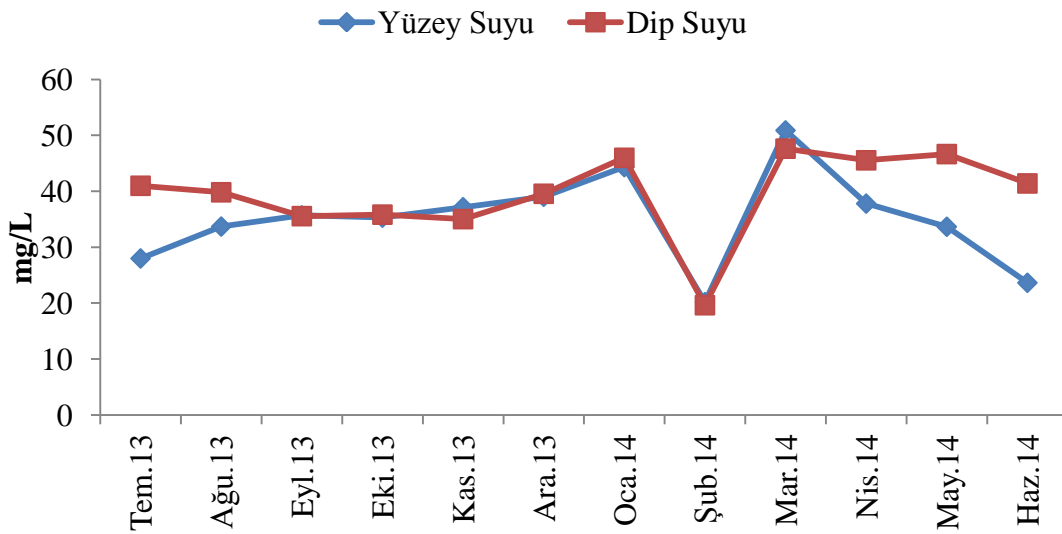
Şekil 4.23. Yüzey ve dip suyu toplam alkalinite değerleri değişimi



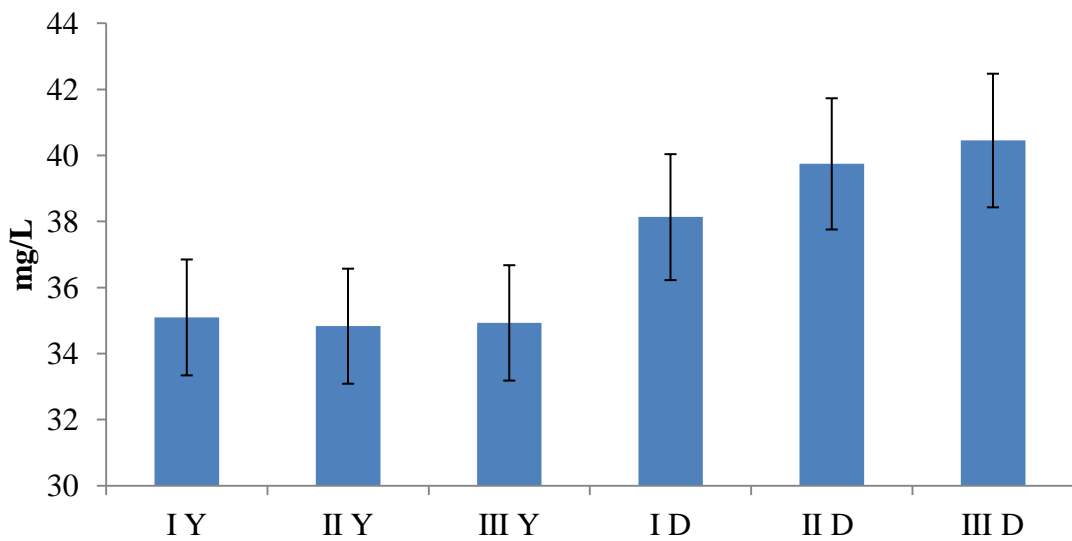
Şekil 4.24. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam alkalinite değişimleri

#### 4.1.13. Kalsiyum

Belirlenen kalsiyum değerleri göl yüzeyinde en düşük 19,24 mg Ca/L (II. İst. Şubat 2014), en yüksek 56,9 mg Ca/L (I. İst. Mart 2014); dip suyunda en düşük 18,43 mg Ca/L (I. İst. Şubat 2014), en yüksek 52 mg Ca/L (III. İst. Ocak 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.25). Yüze istasyonları arası ve dip istasyonları arasında kalsiyum miktarı değişimleri önemsiz iken, yüze suyu istasyonları ile dip suyu II. ve III. İstasyonlarda ölçülen kalsiyum değerlerindeki fark önemli çıkmıştır (Şekil 4.26).



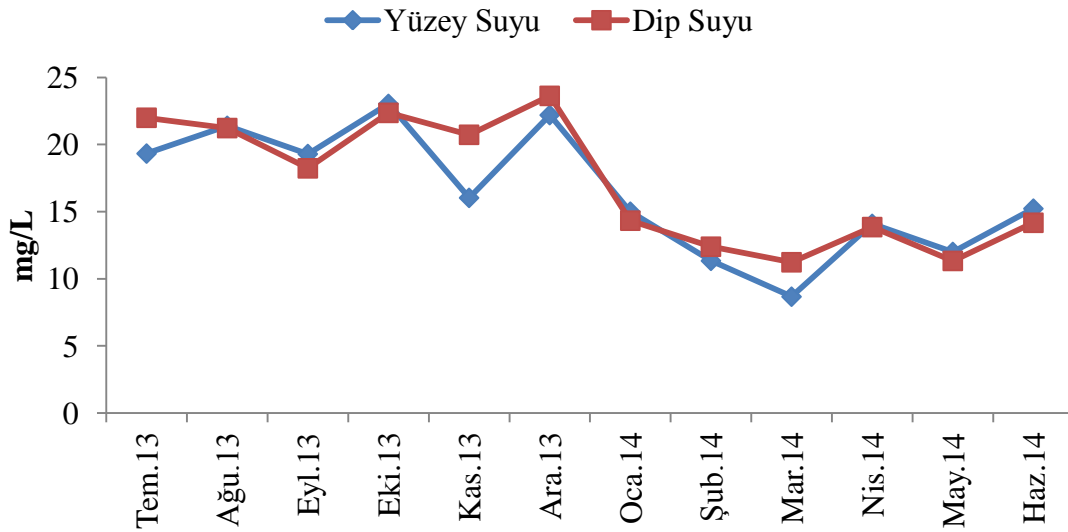
Şekil 4.25. Yüze ve dip suyu kalsiyum değerleri değişimi



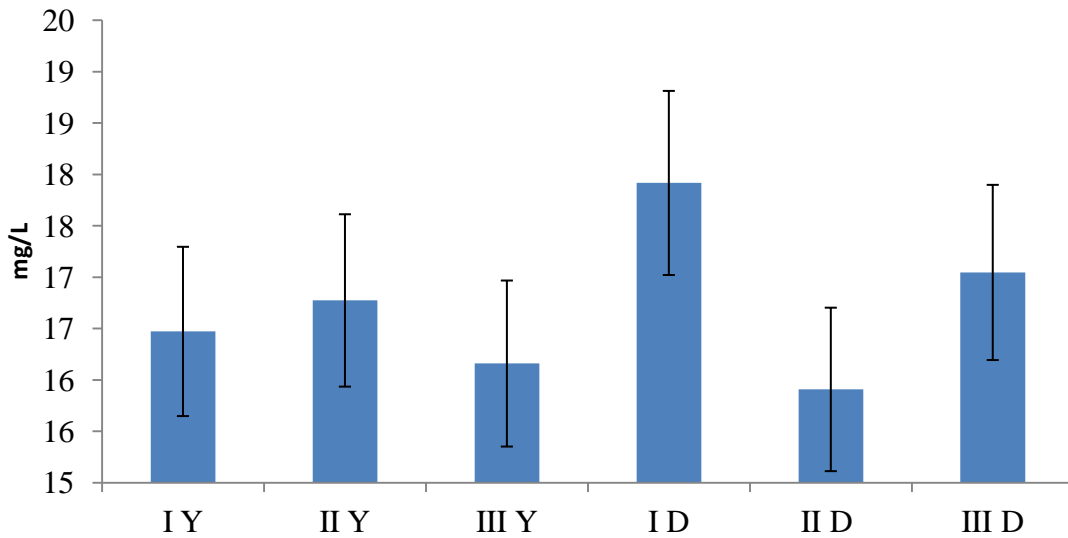
Şekil 4.26. İstasyonlar arası ve yüze-dip suyu kalsiyum değişimleri

#### 4.1.14. Magnezyum

Belirlenen magnezyum değerleri göl yüzeyinde en düşük 6,8 mg Mg/L (I. İst. Mart 2014), en yüksek 27,8 mg Mg/L (II. İst. Ekim 2014); dip suyunda en düşük 10,2 mg Mg/L (III. İst. Mart 2014), en yüksek 26,7 mg Mg/L (I. İst. Aralık 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.27). İstasyonlar arası ve yüzey dip suyu magnezyum miktarı değişiminde sadece III. İstasyon yüzey suyu ile I. istasyon dip suyu arasındaki fark ile I. Ve II. istasyonların dip suları arasında magnezyum miktarı değişimi önemli çıkmıştır (Şekil 4.28).



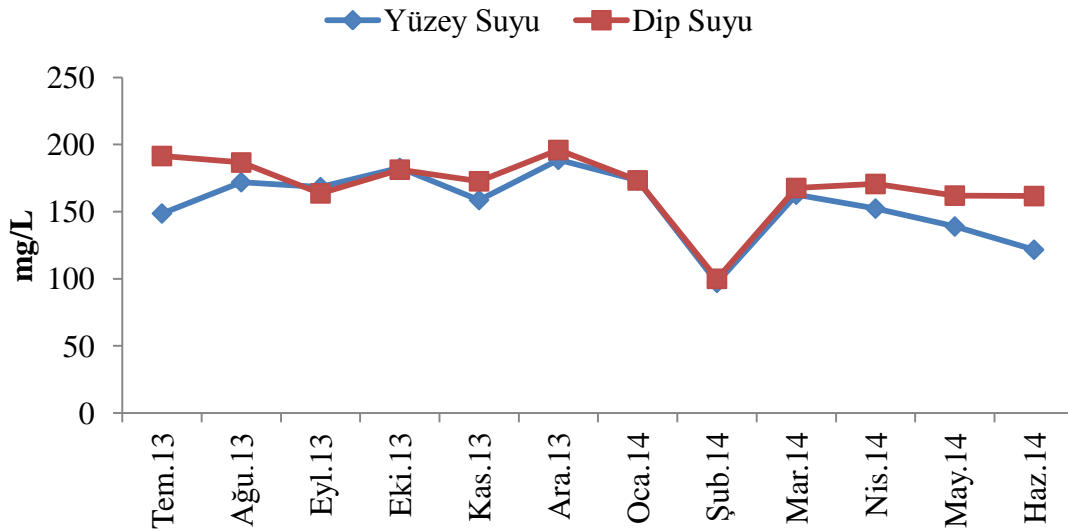
Şekil 4.27. Yüzey ve dip suyu magnezyum değerleri değişimi



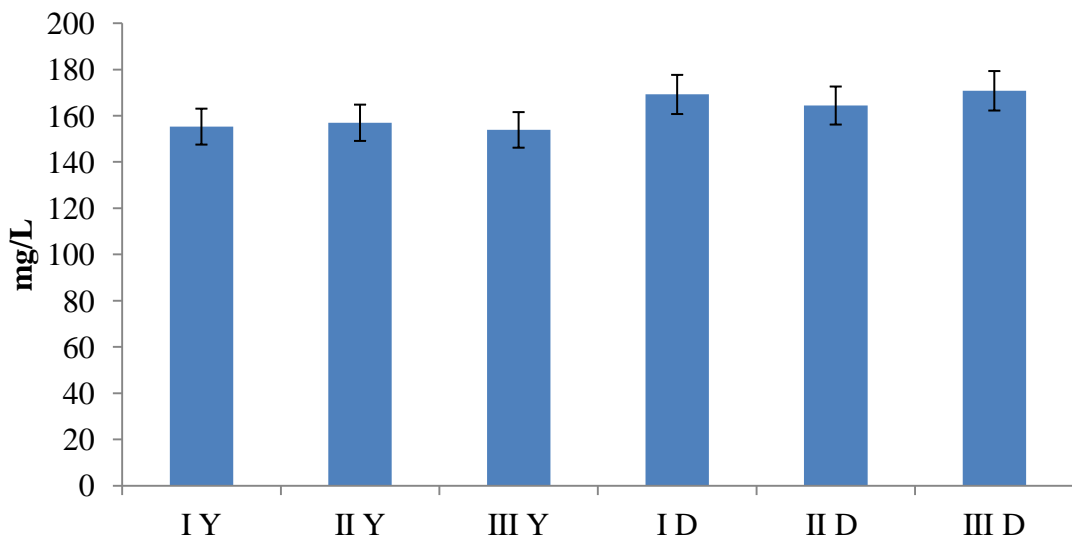
Şekil 4.28. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu magnezyum değişimleri

#### 4.1.15. Toplam Sertlik

Belirlenen toplam sertlik değerleri göl yüzeyinde en düşük 96 mg CaCO<sub>3</sub>/L (II. İst. Şubat 2014), en yüksek 198 mg CaCO<sub>3</sub>/L (II. İst. Ekim 2013); dip suyunda en düşük 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L (I.,II. ,III., İst. Şubat 2014), en yüksek 206 mg CaCO<sub>3</sub>/L (I. İst. Aralık 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.29). İstasyonlar arası ve yüzey dip suyu toplam sertlik değişimleri arasındaki fark sadece III. İstasyonun yüzey suyu ve dip suyu arasında önemli olmuştur(Şekil 4.30).



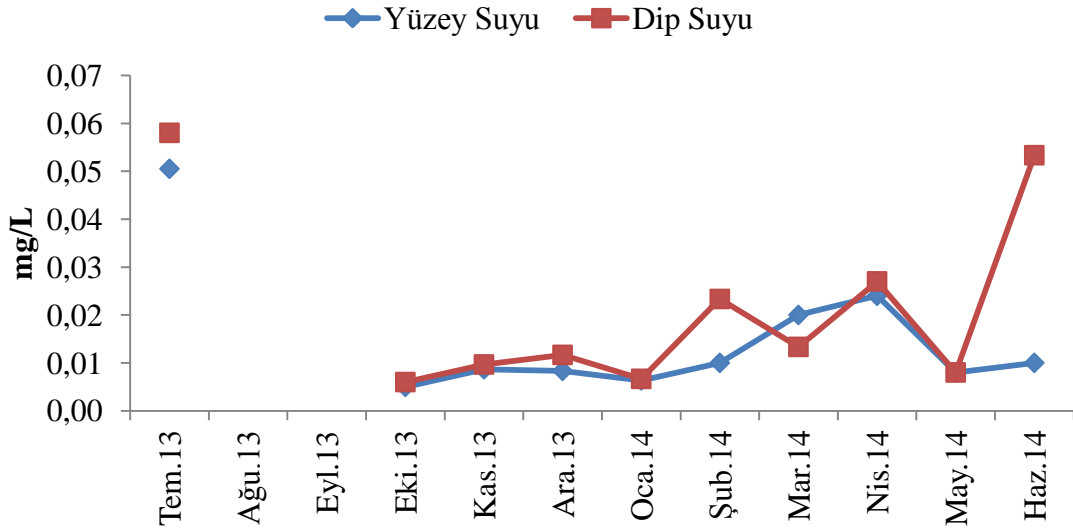
Şekil 4.29. Yüzey ve dip suyu toplam sertlik değerleri değişimi



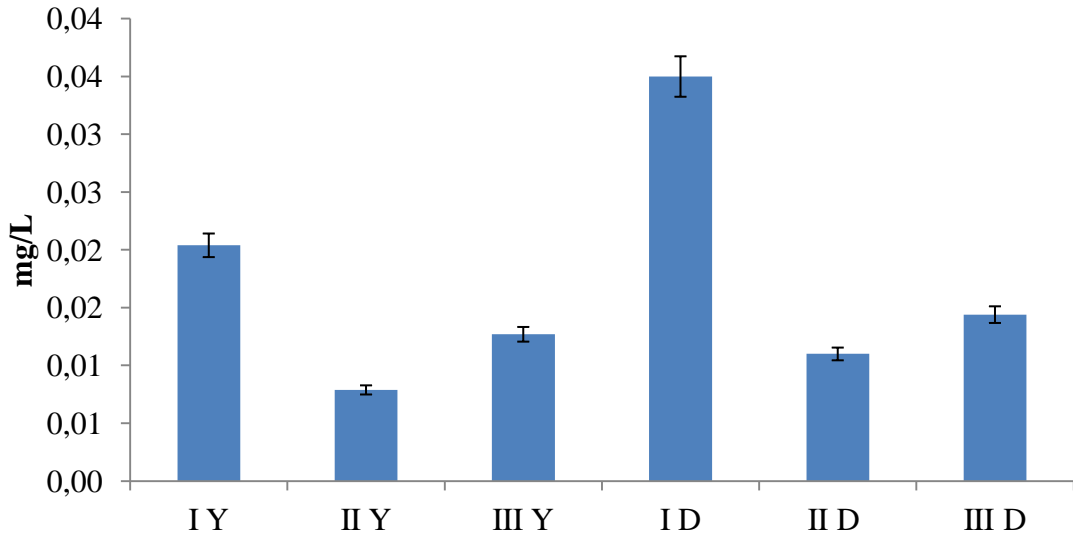
Şekil 4.30. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam sertlik değişimleri

#### 4.1.16. Nitrit Azotu

Belirlenen nitrit azotu değerleri göl yzeyinde en dükük 0,01 mg NO<sub>2</sub>- N/L (I. İst. Haziran 2014), en yüksek 0,052 mg NO<sub>2</sub>- N/L (I. İst. Temmuz 2013); dip suyunda en dükük 0 mg NO<sub>2</sub>- N/L (III. İst. Mart 2014), en yüksek 0,1 mg NO<sub>2</sub>- N/L (I. İst. Haziran 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.31). İstasyonlar arası ve yzey dip suyu nitrit azotu miktarı değişimleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Şekil 4.32).



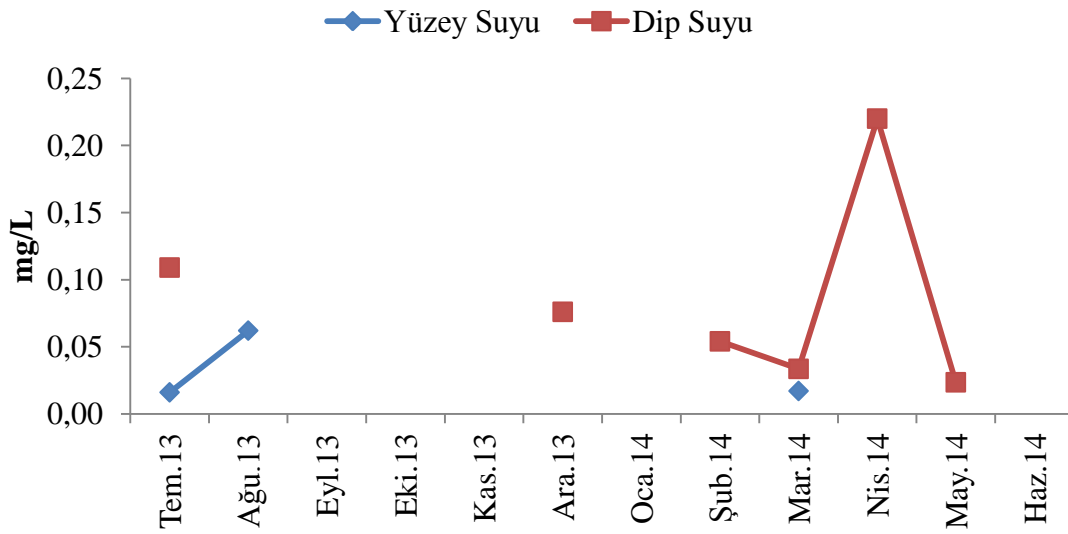
Şekil 4.31. Yzey ve dip suyu nitrit azotu değerleri değişimi



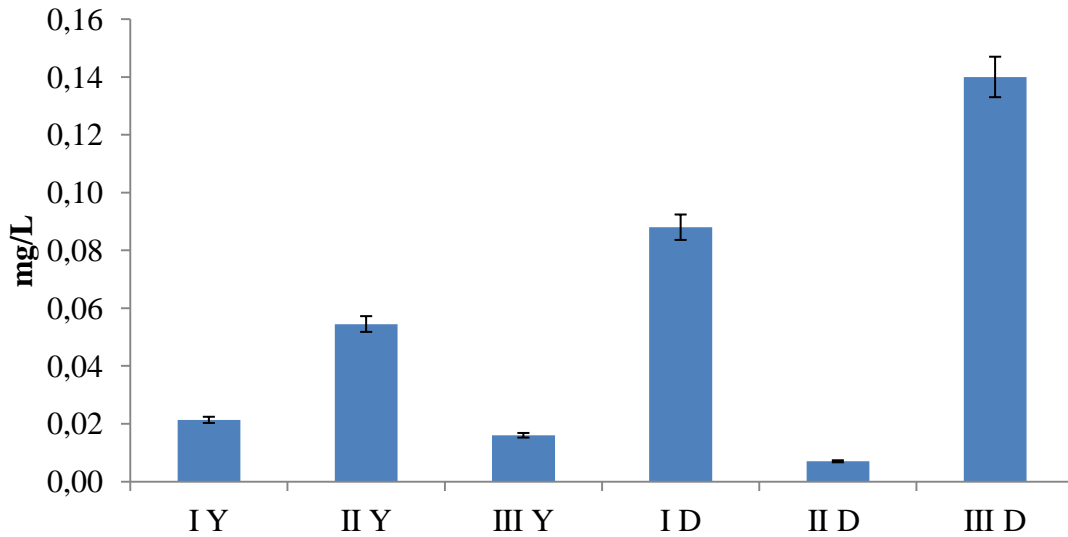
Şekil 4.32. İstasyonlar arası ve yzey-dip suyu nitrit azotu değişimleri

#### 4.1.17. Amonyum Azotu

Belirlenen amonyum azotu deęerleri göl yzeyinde en dűűk 0,016 mg NH<sub>4</sub>-N/L (I. İst. Temmuz 2013), en yűksek 0,093 mg NH<sub>4</sub>-N/L (II. İst. Aęustos 2013); dip suyunda en dűűk 0,01 mg NH<sub>4</sub>-N/L (II. İst. Mayıs 2014), en yűksek 0,22 mg NH<sub>4</sub>-N/L (I. İst. Nisan 2014) olarak olęűlműűtűr (Őekil 4.33). İstasyonlar arası ve yzey-dip suyu amonyum azotu miktarı deęiűimleri arasındaki fark önemli ıkmıűtır (Őekil 4.34).



Őekil 4.33. Yzey ve dip suyu amonyum azotu deęerleri deęiűimi

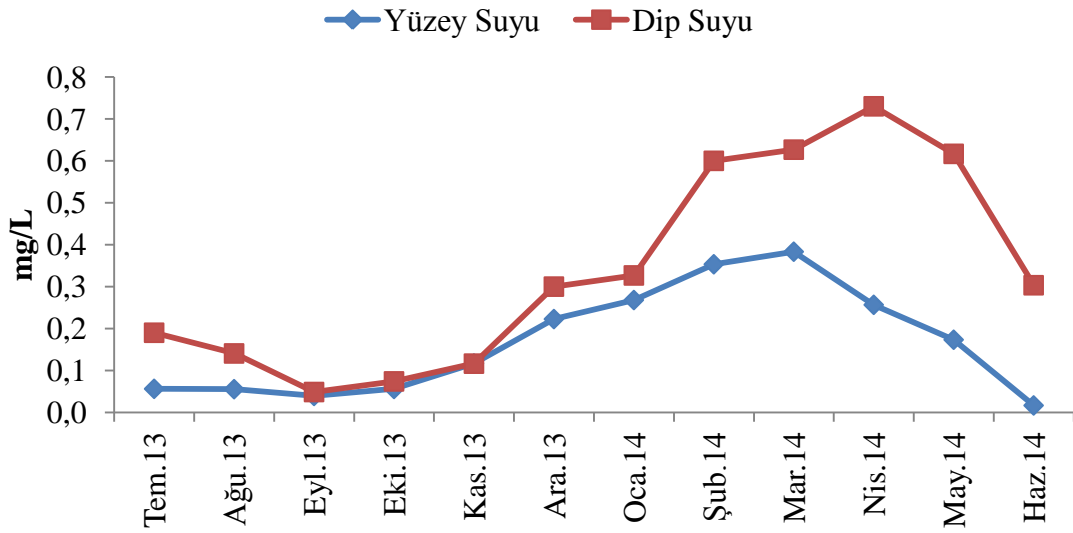


Őekil 4.34. İstasyonlar arası ve yzey-dip suyu amonyum azotu deęiűimleri

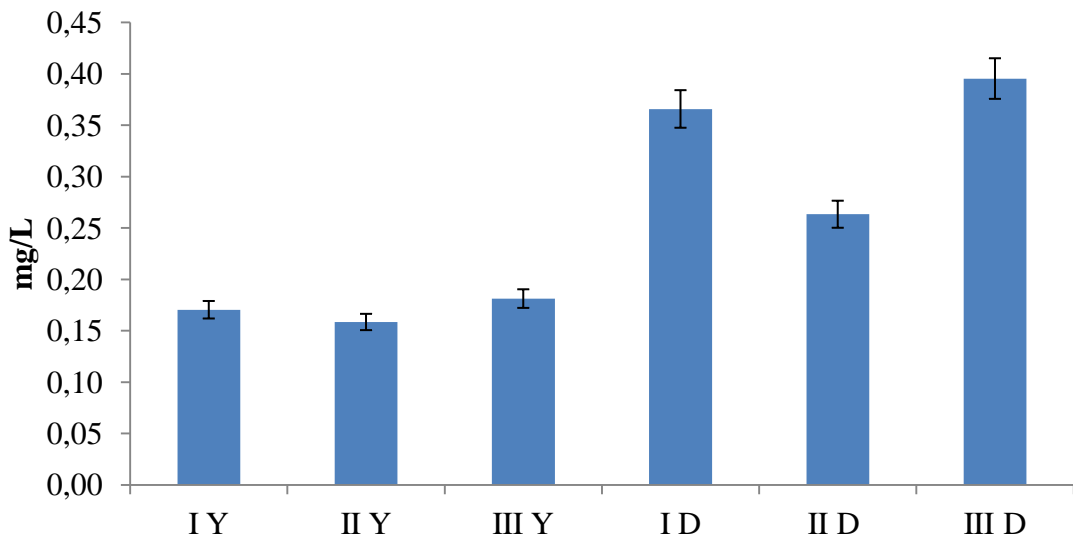


#### 4.1.18. Nitrat Azotu

Belirlenen nitrat azotu değerleri göl yzeyinde en dükük 0 mg NO<sub>3</sub> -N/L (I. İst. Haziran 2014), en yüksek 0,45 mg NO<sub>3</sub> -N/L (I. İst. Mart 2014); dip suyunda en dükük 0,05 mg NO<sub>3</sub>-N/L (Eylül 2013 ayında tüm istasyonlarda ve Ağustos 2013 ayında I. İstasyonda ve Ekim 2013 III. İst.), en yüksek 0,9 mg NO<sub>3</sub>-N/L (I. İst. Mayıs 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.35). Yzey suları arasında I. İstasyon yzey suyu nitrat azotu değerinin diğerlerinden farkı önemsiz bulunmuştur ve dip suları arasında I.istasyon ve III. İstasyon nitrat azotu miktarı değişimleri önemli bulunmamıştır, yzey istasyonları ile dip istasyonları nitrat azotu miktarındaki değişim önemli olmuştur (Şekil 4.36).



Şekil 4.35. Yzey ve dip suyu nitrat azotu değerleri değişimi

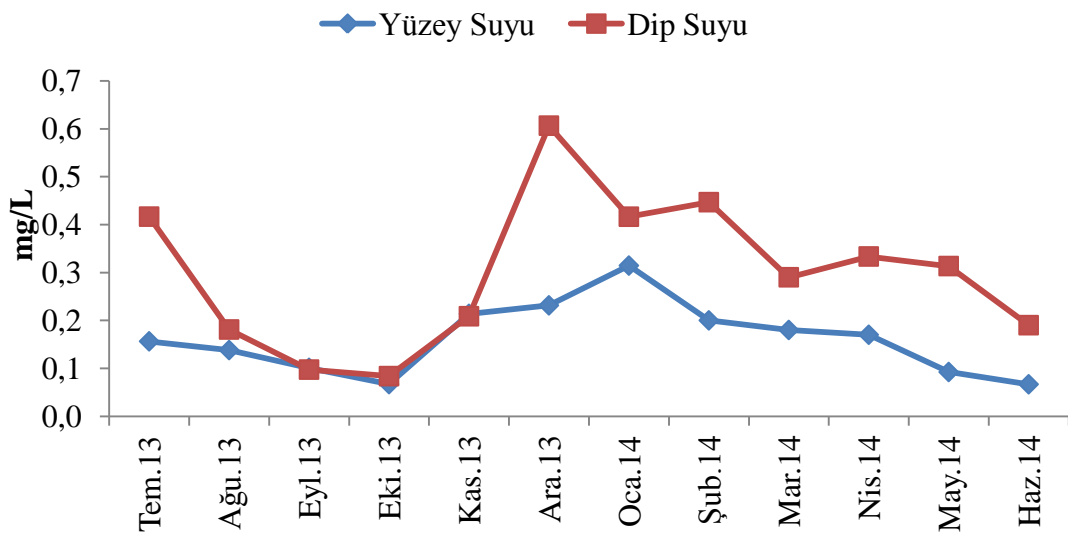


Şekil 4.36. İstasyonlar arası ve yzey-dip suyu nitrat azotu değişimleri

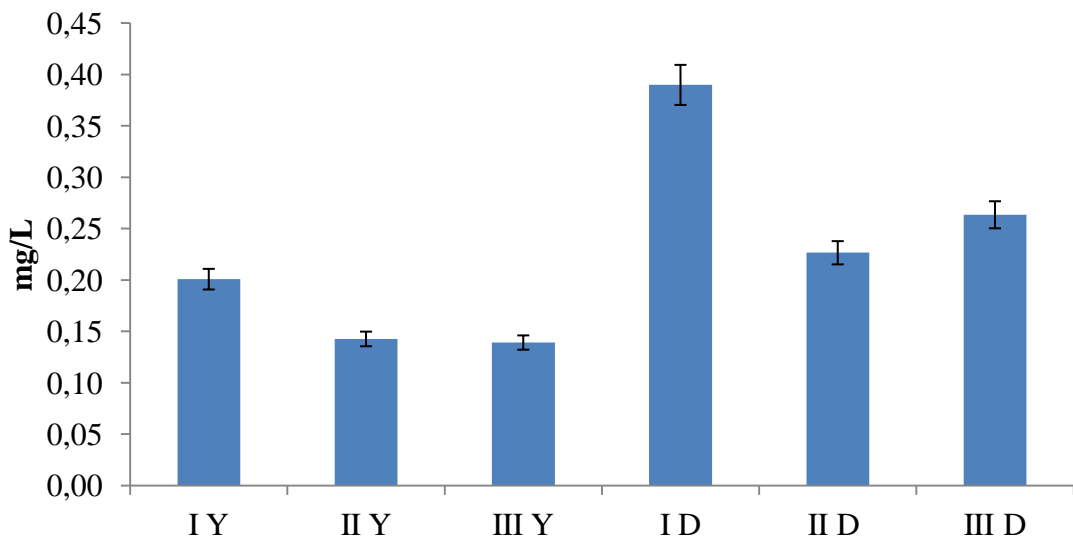
#### 4.1.19. Toplam Azot

Belirlenen toplam azot değerleri göl yüzeyinde en düşük 0,02 mg N/L (I. İst. Haziran 2014), en yüksek 0,35 mg N/L (I. İst. Ocak 2014); dip suyunda en düşük 0,06 mg N/L (I. İst. Ağustos 2014), en yüksek 1,17 mg N/L (I. İst. Aralık 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.37).

Yüzey suyunda II. ve III. İstasyon arasındaki fark önemli değilken, diğer yüzey ve dip suyu istasyonlarındaki toplam azot değişimleri arasındaki fark önemli çıkmıştır (Şekil 4.38.a).



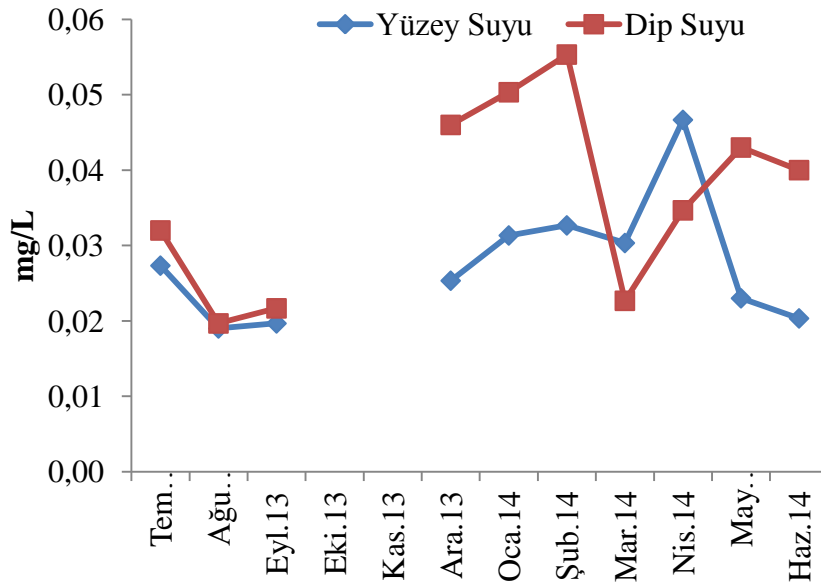
Şekil 4.37. Yüzey ve dip suyu toplam azot değişimi



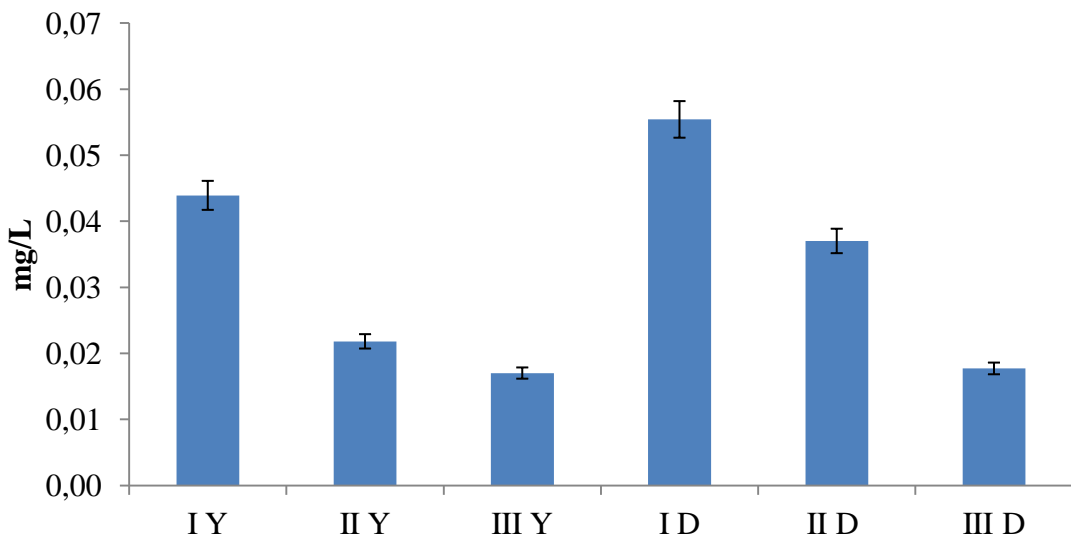
Şekil 4.38. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam azot değişimleri

#### 4.1.20. Toplam Fosfor

Belirlenen toplam fosfor değerleri göl yüzeyinde en düşük  $<0,010$  mg P/L (Ekim 2013 ve Kasım 2013), en yüksek 0,1 mg P/L (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük  $<0,010$  mg P/L (Ekim 2013 ve Kasım 2013), en yüksek 0,11 mg P/L (I. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.39.). İstasyonlar arası ve yüzey dip suyu toplam fosfor değişimleri arasındaki fark sadece III. İstasyon yüzey ve dip suyu değerleri arasında önemli çıkmamıştır (Şekil 4.40).



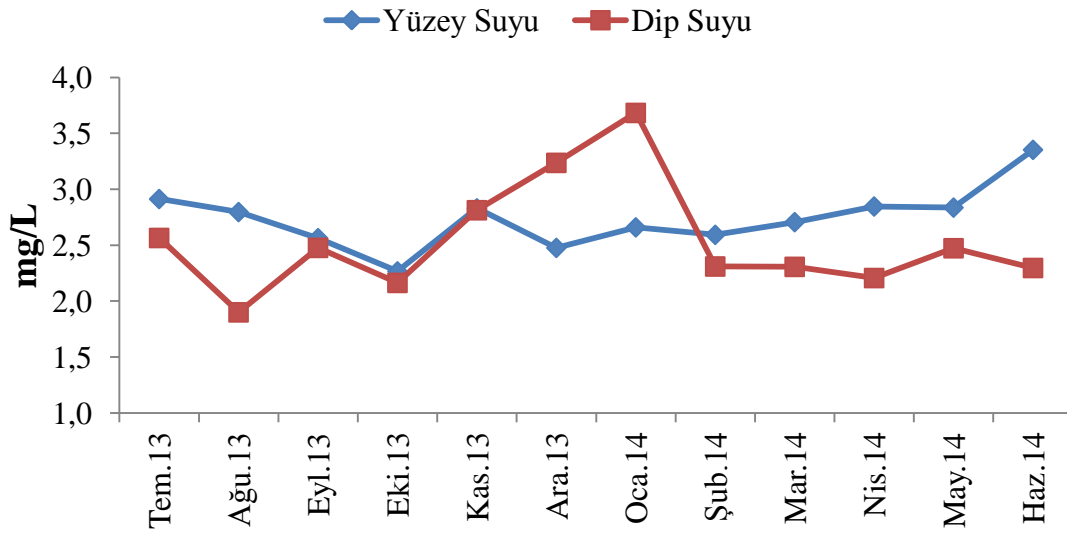
Şekil 4.39. Yüzey ve dip suyu toplam fosfor değerleri değişimi



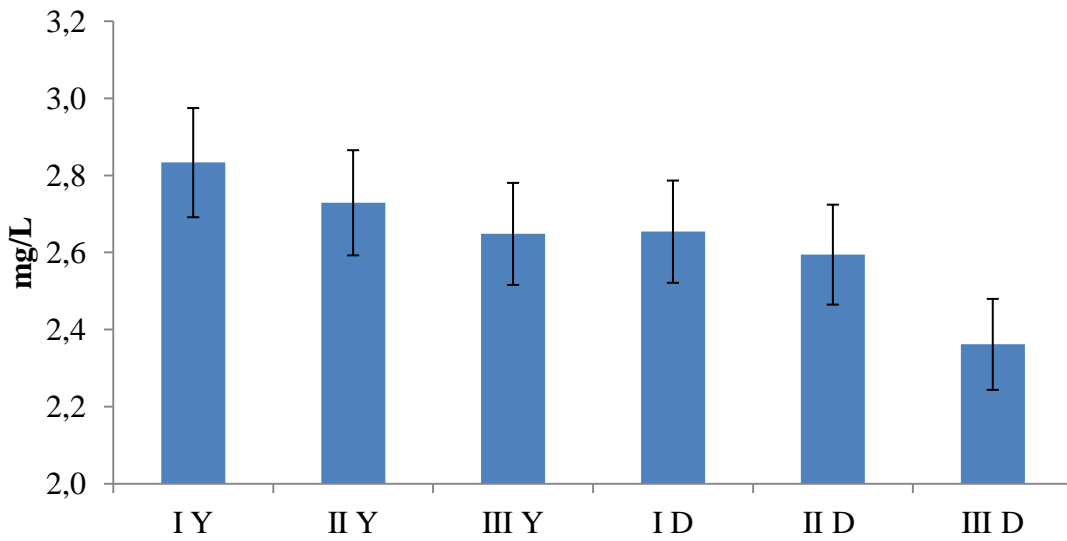
Şekil 4.40. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu toplam fosfor değişimleri

#### 4.1.21. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Belirlenen biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri göl yüzeyinde en düşük 2,18 mg O<sub>2</sub>/L (II. İst. Ekim 2013), en yüksek 4,11 mg O<sub>2</sub>/L (II. İst. Haziran 2014); dip suyunda en düşük 1,53 mg O<sub>2</sub>/L (III. İst. Ağustos 2013), en yüksek 4,62 mg O<sub>2</sub>/L (II. İst. Ocak 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.41). Boi değerleri arasındaki değişim sadece III. İstasyon dip suyu değerleri ile yüzey suyu istasyonları arasında ve yine III. istasyon dip suyu ile I. İstasyon dip suyu arasında önemli bulunmuştur (Şekil 4.42).



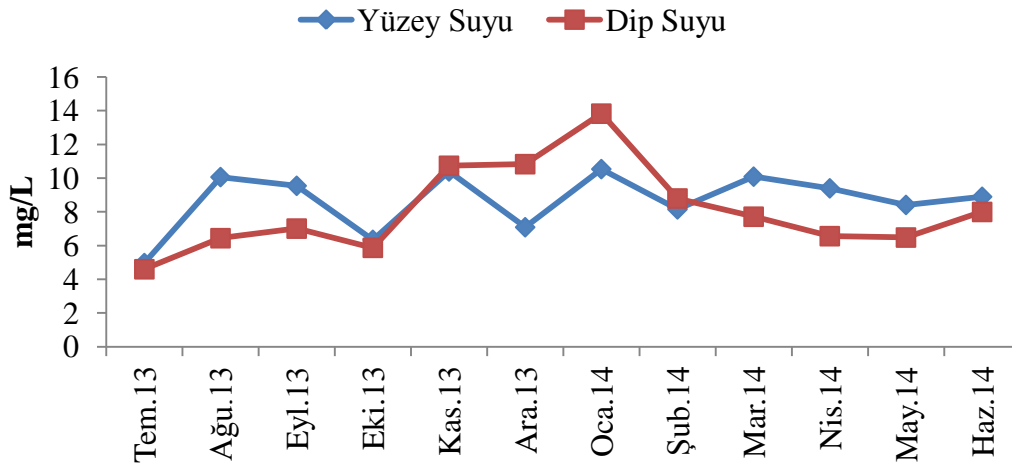
Şekil 4.41. Yüzey ve dip suyu biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri değişimi



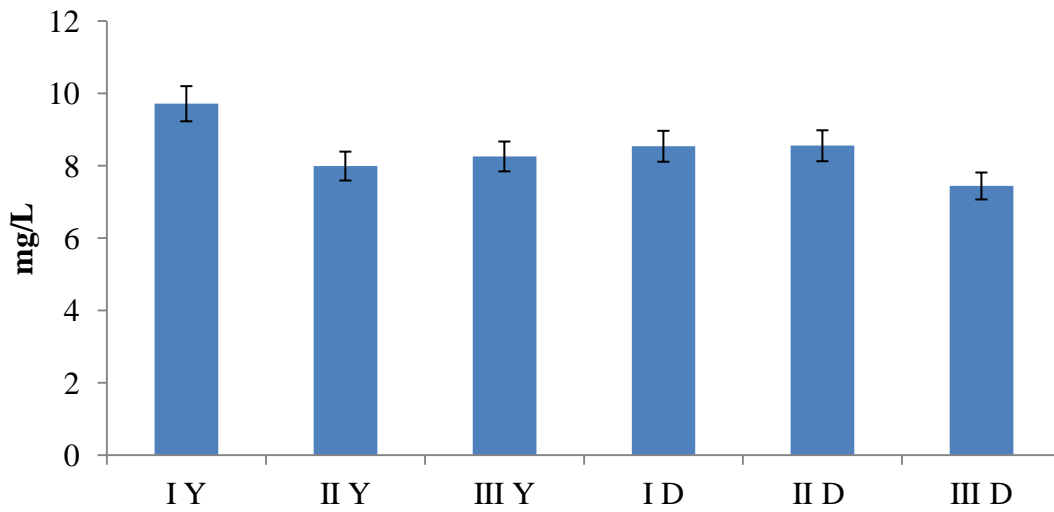
Şekil 4.42. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu biyolojik oksijen ihtiyacı değişimleri

#### 4.1.22. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Belirlenen kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri göl yüzeyinde en düşük 4 mg O<sub>2</sub>/L (II. İst. Temmuz 2013), en yüksek 15,70 mg O<sub>2</sub>/L (I. İst. Mart 2014); dip suyunda en düşük 3,70 mg O<sub>2</sub>/L (III. İst. Temmuz 2013), en yüksek 16,82 mg O<sub>2</sub>/L (II. İst. Ocak 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.43). I. istasyon yüzey suyu koi değerleri diğer istasyonlardan önemli derecede yüksek çıkmıştır. III. İstasyon dip suyu koi değerleri, II. İstasyon yüzey suyu değerlerinden farkı önemsiz olup, diğer istasyonlar ile arasındaki fark önemli bulunmuştur. II. ve III. İstasyonların yüzey suları ile I. Ve II. İstasyonların dip sularındaki fark kendi aralarında ve birbirleri arasında önemli bulunmamıştır (Şekil 4.44).



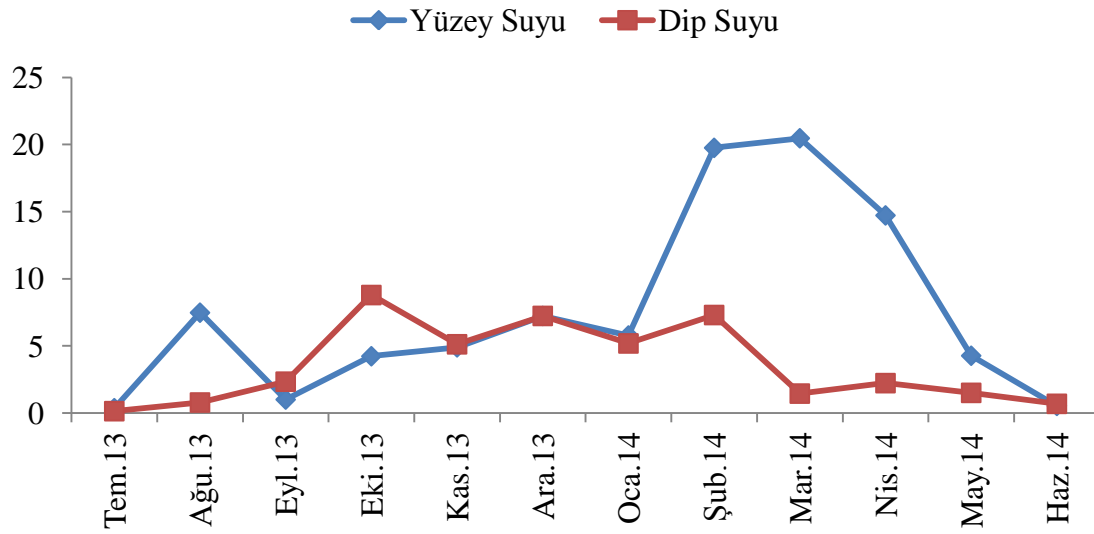
Şekil 4.43. Yüzey ve dip suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri değişimi



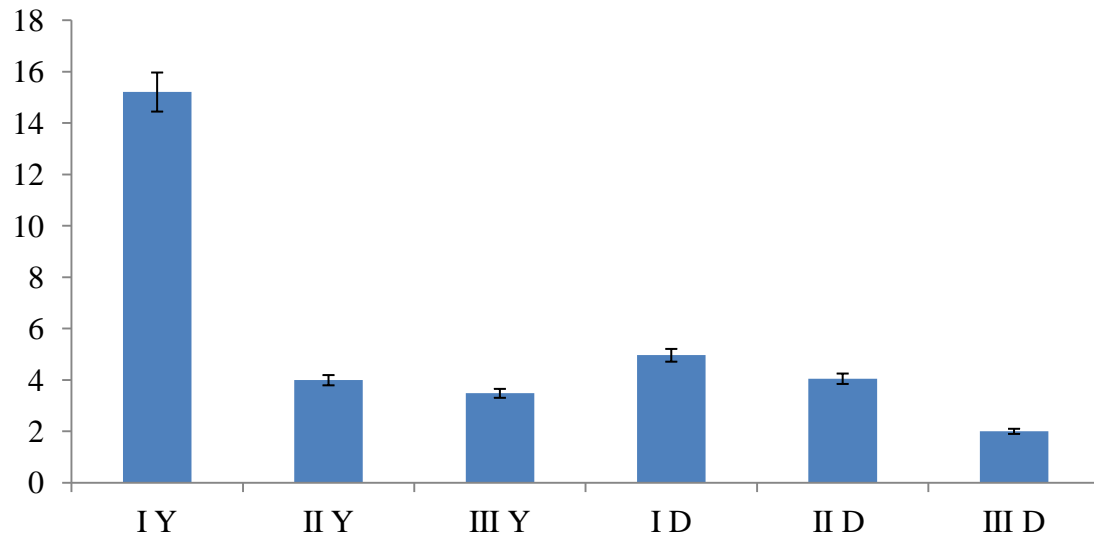
Şekil 4.44. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değişimleri

#### 4.1.23. Klorofil a ( $\mu\text{g/L}$ )

Belirlenen klorofil a değerleri göl yzeyinde en dükük 0,17  $\mu\text{g/L}$  (III. İst. Temmuz 2013), en yüksek 54,07  $\mu\text{g/L}$  (I. İst. Mart 2014); dip suyunda en dükük 0,07  $\mu\text{g/L}$  (III. İst. Temmuz 2013), en yüksek 12,68  $\mu\text{g/L}$  (I. İst. Ekim 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.45). II. istasyon yzey suyu ve dip suyu arasındaki klorofil a değerindeki değişim önemli bulunmazken, diğer istasyonların yzey suları ve dip suları arasındaki değişim önemli bulunmuştur (Şekil 4.46).



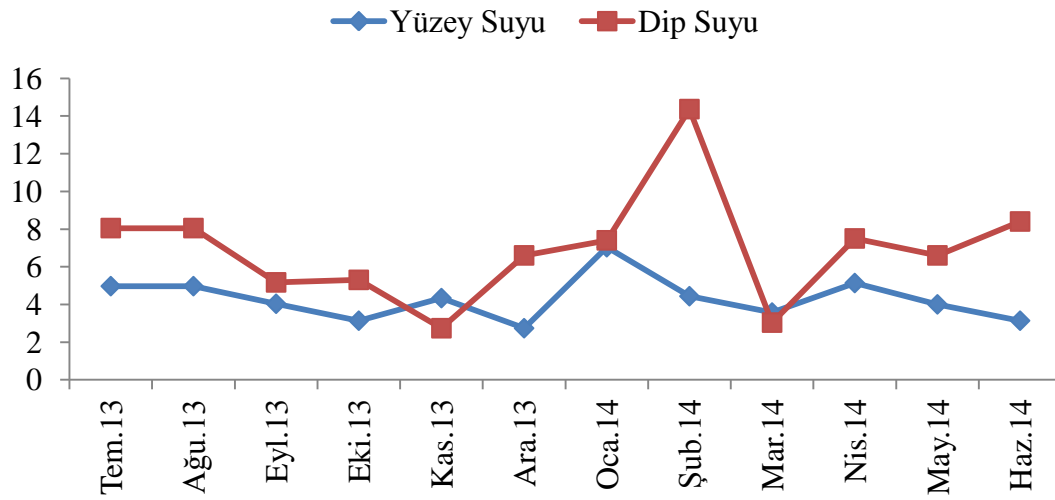
Şekil 4.45. Yüzey ve dip suyu klorofil a değerleri değişimi



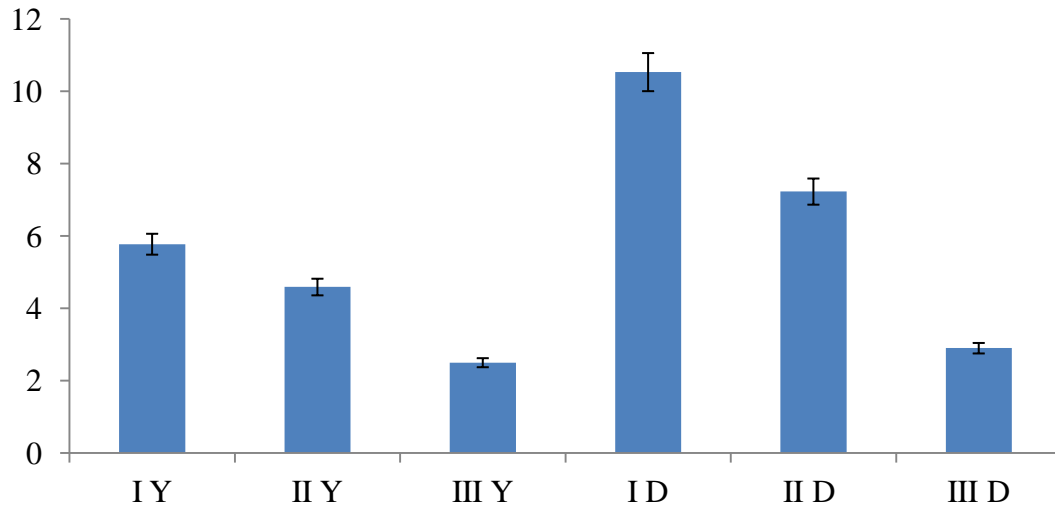
Şekil 4.46. İstasyonlar arası ve yzey-dip suyu klorofil a değişimleri

#### 4.1.24. Bulanıklık

Belirlenen bulanıklık değerleri göl yüzeyinde en düşük 1,7 NTU (III. İst. Ocak 2014), en yüksek 12,7 NTU (II. İst. Ocak 2014); dip suyunda en düşük 1,2 NTU (III. İst. Haziran 2014), en yüksek 21,20 NTU (II. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.47). İstasyonlar arası ve yüzey -dip suları bulanıklık miktarı değişimleri arasındaki fark önemli çıkmıştır (Şekil 4.48).



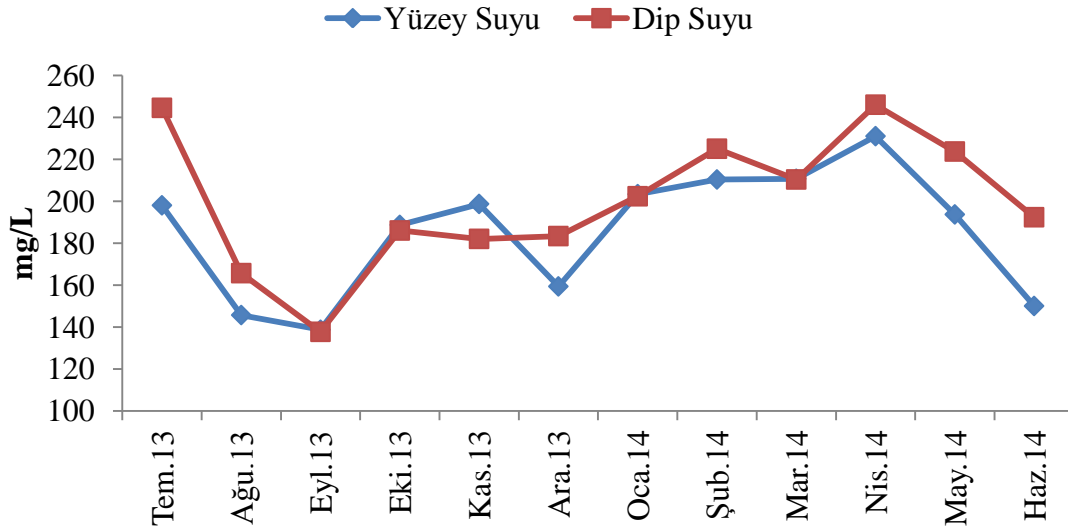
Şekil 4.47. Yüzey ve dip suyu bulanıklık değerleri değişimi



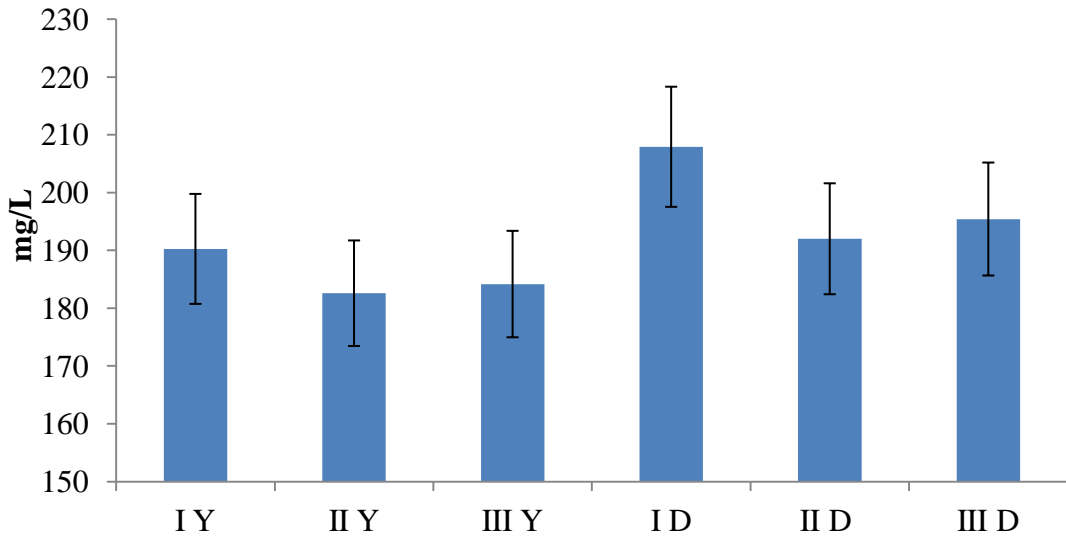
Şekil 4.48. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu bulanıklık değişimleri

#### 4.1.25. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇKM, TDS)

Belirlenen TÇKM göl yüzeyinde en düşük 136 mg/L (III. İst. Eylül 2013), en yüksek 237 mg/L (II. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük 133 mg/L (III. İst. Eylül 2014), en yüksek 269 mg/L (III. İst. Temmuz 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.49). Yalnızca I. İstasyon dip suyu ile II. ve III. İstasyon yüzey suları arasında çözünmüş katı madde miktarı değişimi önemli çıkmıştır (Şekil 4.50).



Şekil 4.49. Yüzey ve dip suyu çözünmüş katı madde değerleri değişimi



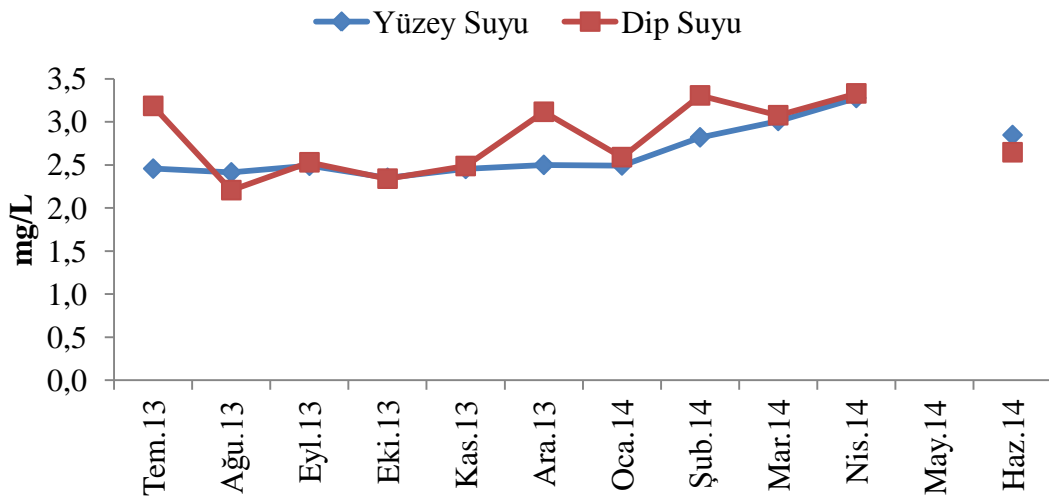
Şekil 4.50. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu çözünmüş katı madde değişimleri



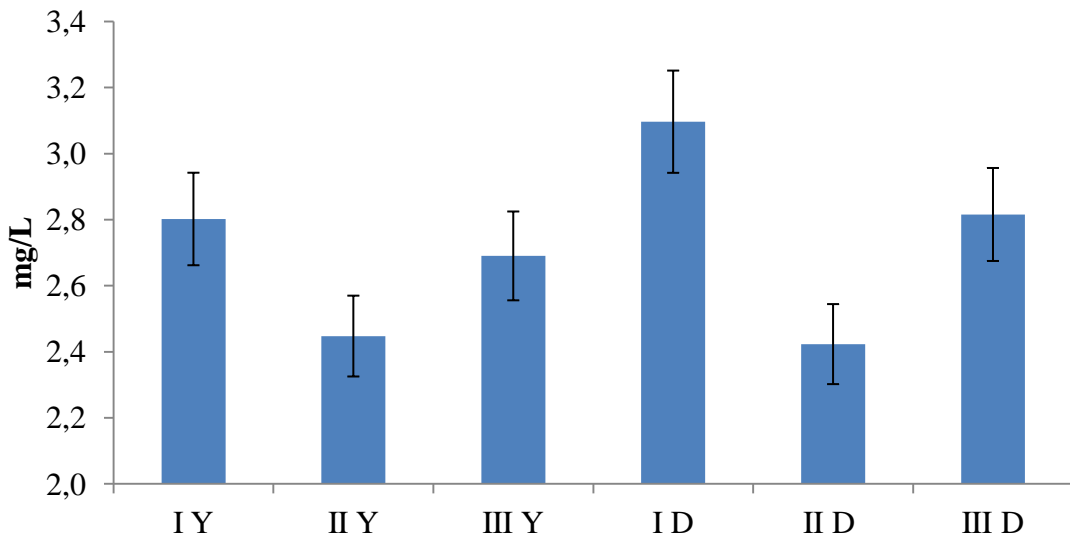
#### 4.1.26. Sodyum

Belirlenen sodyum değerleri göl yüzeyinde en düşük 1,99 mg Na/L (II. İst. Ocak 2014), en yüksek 3,82 mg Na/L (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük 1,91 mg Na/L (II. İst. Ağustos 2013), en yüksek 4,33 mg Na/L (I. İst. Aralık 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.51).

II. istasyon yüzey ve dip suları arasındaki sodyum miktarlarındaki değişim kendi arasında önemsizken, diğer istasyonlara göre düşük çıkmıştır. I. İstasyon dip suyu sodyum miktarı ise diğer istasyonlara göre yüksek bulunmuştur (Şekil 4.51).



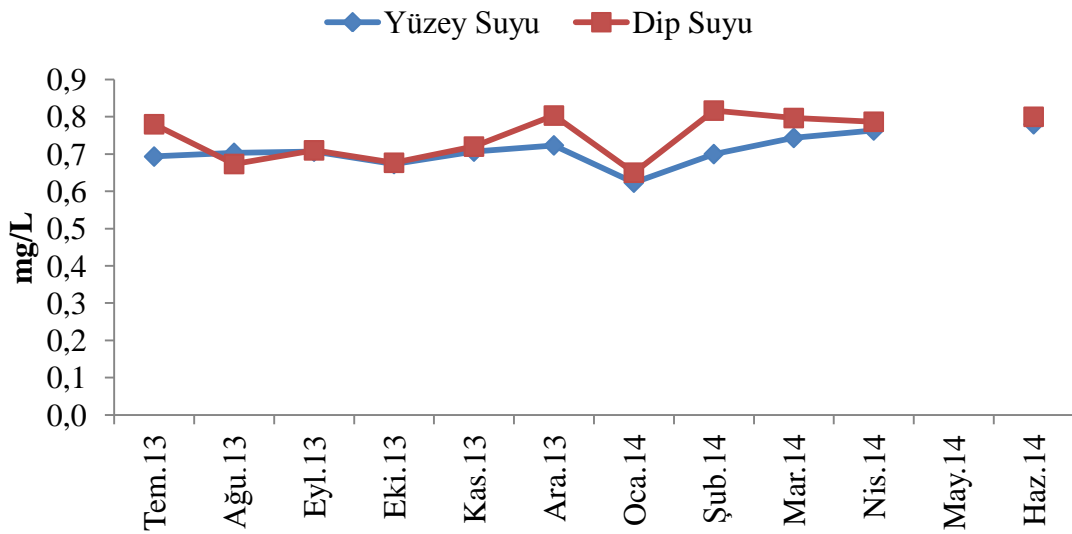
Şekil 4.51. Yüzey ve dip suyu sodyum değerleri değişimi



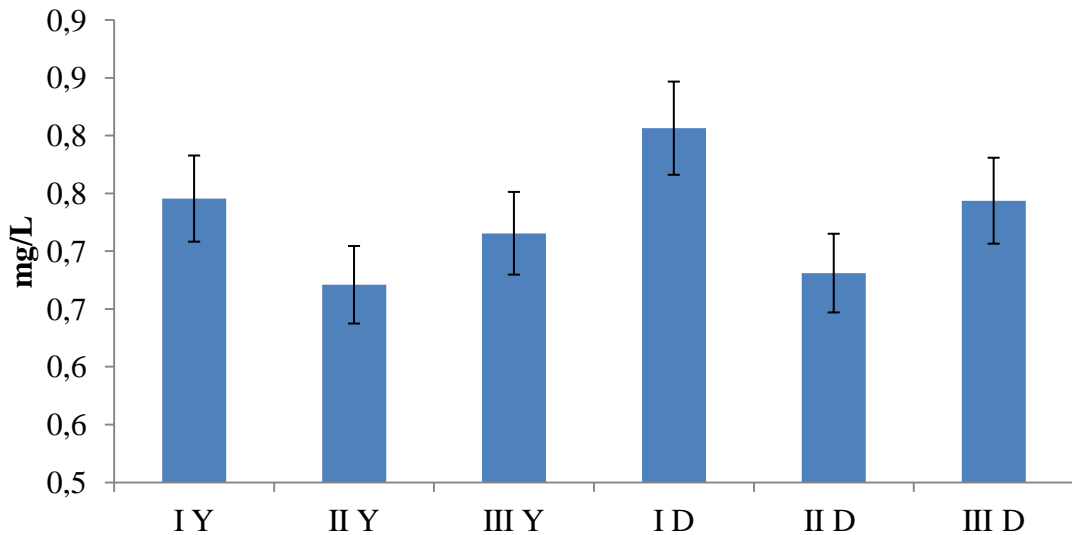
Şekil 4.52. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu sodyum değişimleri

#### 4.1.27. Potasyum

Belirlenen potasyum değerleri göl yüzeyinde en düşük 0,54 mg K/L (II. İst. Ocak 2014), en yüksek 0,87 mg K/L (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük 0,59 mg K/L (II. İst. Ocak 2014), en yüksek 0,96 mg K/L (I. İst. Şubat 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.53). II. istasyon yüzey ve dip suları arasındaki sodyum miktarlarındaki değişim kendi arasında önemsiz iken, diğer istasyonlara göre düşük çıkmıştır. I. İstasyon dip suyu sodyum miktarı ise diğer istasyonlara göre yüksek bulunmuştur (Şekil 4.54).



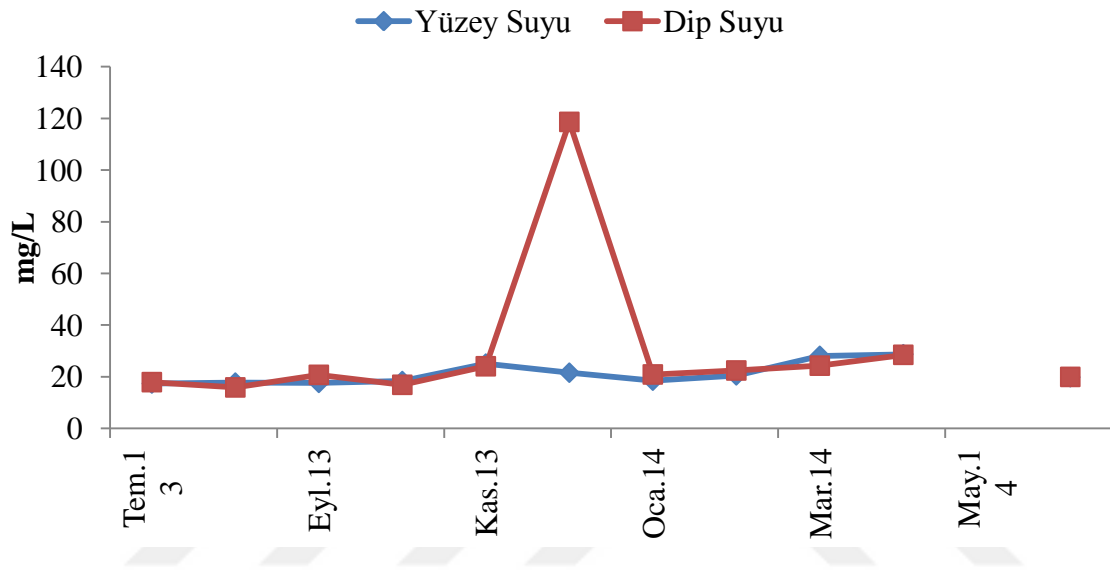
Şekil 4.53. Yüzey ve dip suyu potasyum değerleri değişimi



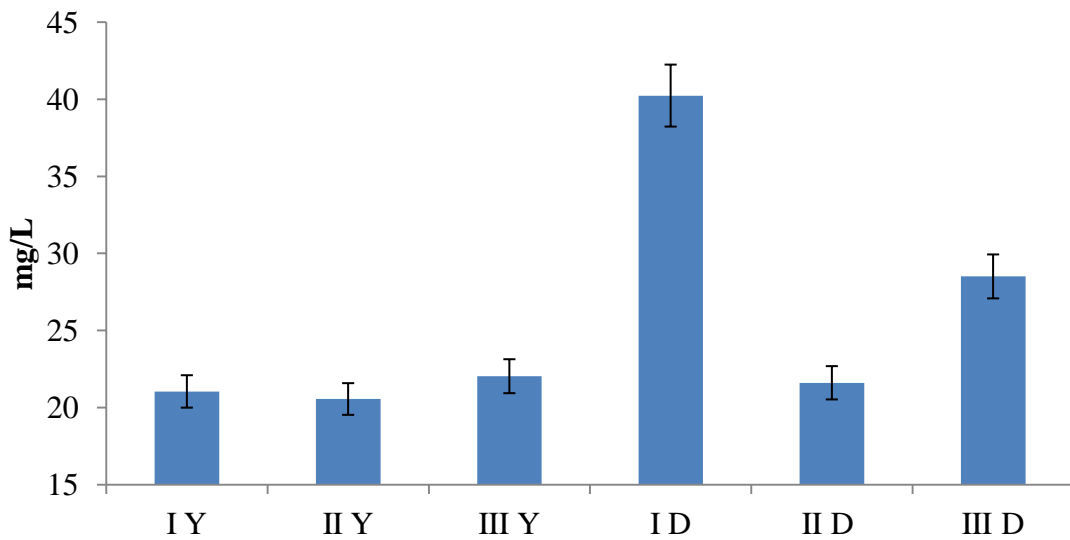
Şekil 4.54. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu potasyum değişimleri

#### 4.1.28. Sülfat

Belirlenen sülfat değerleri göl yüzeyinde en düşük 13,26 mg SO<sub>4</sub>/L (II. İst. Ocak 2014), en yüksek 40,43 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/L (III. İst. Mart 2014); dip suyunda en düşük 13,73 mg SO<sub>4</sub>/L (II. İst. Ağustos 2013), en yüksek 221,92 mg SO<sub>4</sub>/L (I. İst. Aralık 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.55). I. ve III. İstasyon dip suyu sülfat miktarı diğer istasyonlara göre önemli derecede yüksek bulunmuştur (Şekil 4.56).



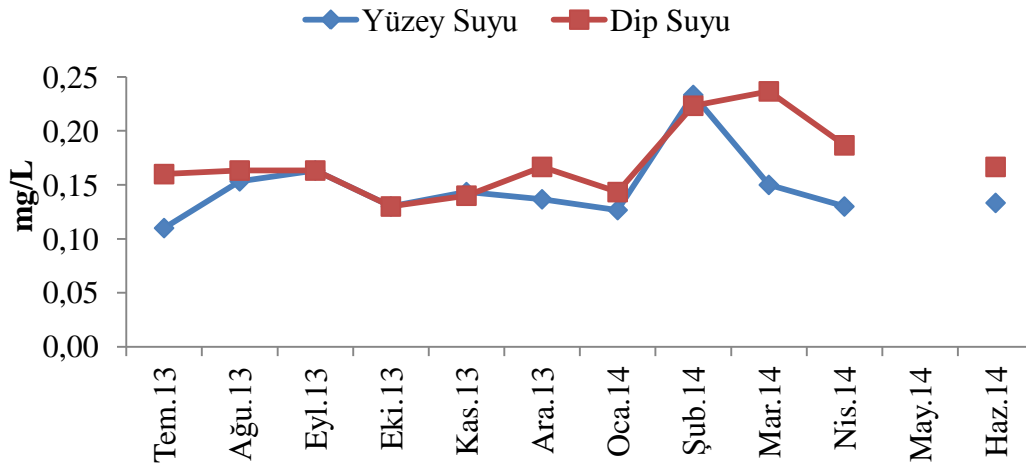
Şekil 4.55. Yüzey ve dip suyu sülfat değerleri değişimi



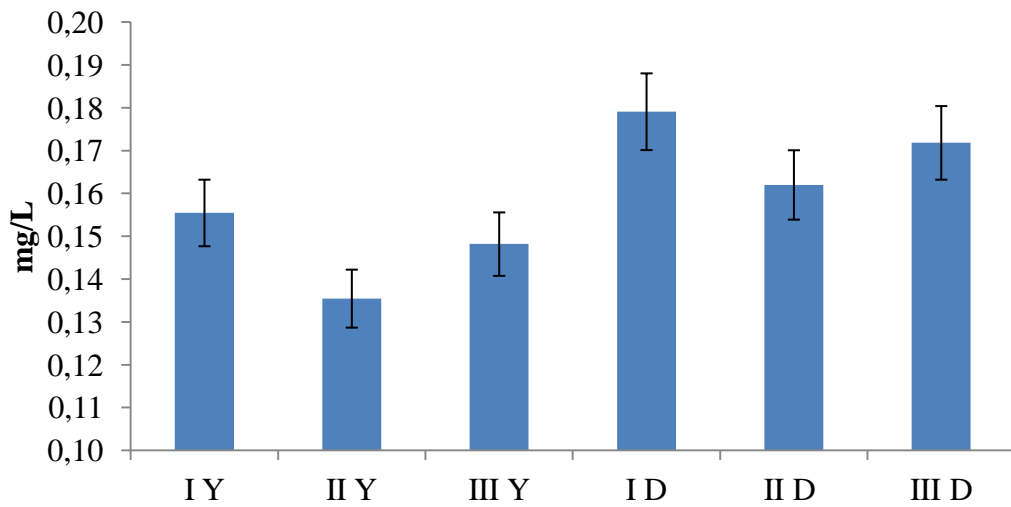
Şekil 4.56. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu sülfat değişimleri

#### 4.1.29. Florür

Belirlenen florür değerleri göl yüzeyinde en düşük 0,09 mg F/L (II. İst. Mart 2014), en yüksek 0,26 mg F/L olarak (I. İst. Mart 2014); dip suyunda en düşük 0,11 mg F/L (II. İst. Nisan 2014), en yüksek 0,27 mg F/L (III. İst. Mart 2014) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.57). Dip suları arasındaki florür değişim miktarı farkı önemli bulunmazken, I. istasyon dip suyu florür miktarı yüzey suyu istasyonlarına göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. II. İstasyon ve III. istasyon yüzey suları arasındaki fark önemli değilken, II. İstasyon yüzey suyu diğer istasyon sularından önemli derecede düşük çıkmıştır (Şekil 4.58).



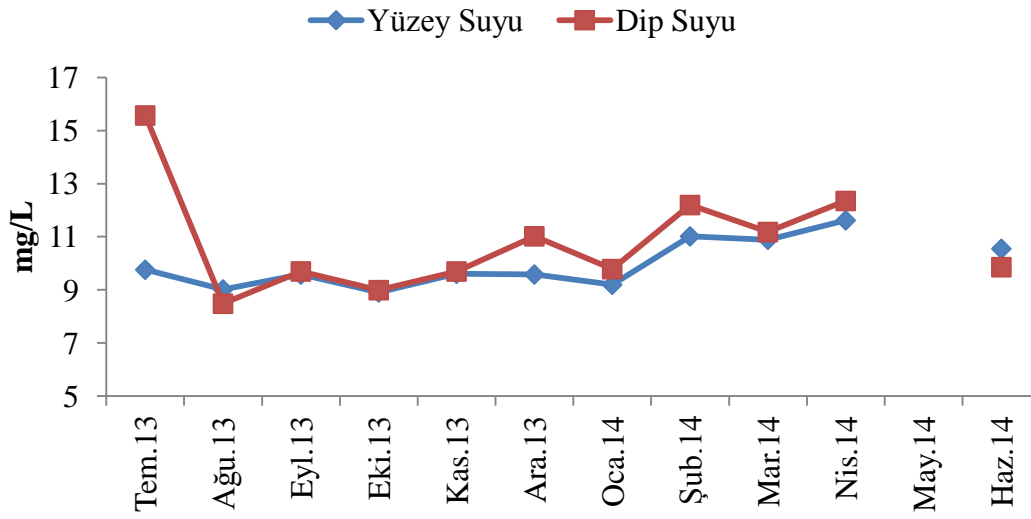
Şekil 4.57. Yüzey ve dip suyu florür değerleri değişimi



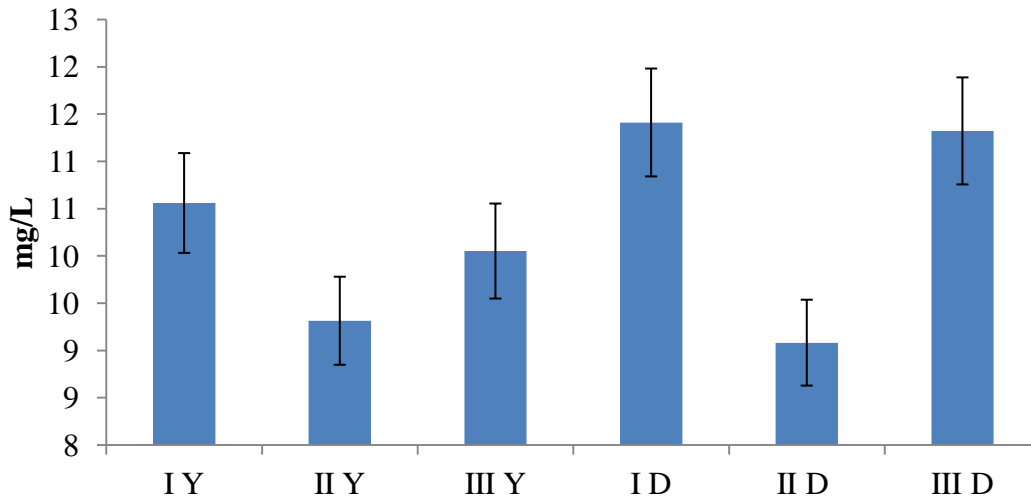
Şekil 4.58. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu florür değişimleri

#### 4.1.30. Klorür

Belirlenen klorür değerleri göl yüzeyinde en düşük 7,49 mg Cl/L (II. İst. Ocak 2014), en yüksek 13,83 mg Cl/L (I. İst. Nisan 2014); dip suyunda en düşük 7,44 mg Cl/L (II. İst. Ağustos 2014), en yüksek 20,77 mg Cl/L (III. İst. Temmuz 2013) olarak ölçülmüştür (Şekil 4.59). II. istasyon yüzey ve dip suyunda klorür miktarı diğer istasyonlara göre önemli derecede düşük çıkarken, III. İstasyon yüzey suyu ile dip istasyonları arasındaki klorür değerlerindeki değişim önemli çıkmıştır (Şekil 4.60).



Şekil 4.59. Yüzey ve dip suyu klorür değerleri değişimi



Şekil 4.60. İstasyonlar arası ve yüzey-dip suyu klorür değişimleri

## 4.2. Siyanobakterinin Niteliksel ve Niceliksel Özellikleri

Karacaören I Baraj Gölü'nde araştırma kapsamında Temmuz 2013-Haziran 2014 tarihleri arasında yapılan örneklemelelerde siyanobakteriyeye ait 19 takson tespit edilmiştir.

**Üst alem:** Prokaryota

**Alem:** Eubacteria

**Alt alem:** Negibacteria

**Şube:** Cyanobacteria

**Sınıf:** Cyanophyceae

**Altsınıf:** Nostocophycideae

**Takım:** Nostocales

**Familya:** Nostocaceae

**Cins:** Anabaena

**Tür:** *Anabaena spiroides*

**Tür:** *Anabaena crassa*

**Tür:** *Anabaena sp.*

**Familya:** Aphanizomenonaceae

**Cins:** Aphanizomenon

**Tür:** *Aphanizomenon sp.*

**Cins:** Raphidiopsis

**Tür:** *Raphidiopsis mediterranea*

**Altsınıf:** Synechococcophycideae

**Takım:** Synechococcales

**Familya:** Merismopediaceae

**Cins:** Merismopedia

**Tür:** *Merismopedia elegans*

***Tür Merismopedia tenuissima***

***Familya*** Leptolyngbyaceae

**Cins** Planktolyngbya

**Tür** Planktolyngbya limnetica

***Familya*** Pseudanabaenaceae

**Cins** Pseudanabaena

**Tür** *Pseudoanabaena limnetica*

***Tür*** *Pseudanabaena catenata*

**Cins** Limnothrix

***Tür*** Limnothrix sp

***Alt sınıf*** Oscillatoriophycideae

***Takım*** Chroococcales

***Familya*** Chroococcaceae

**Cins** Chroococcus

***Tür*** *Chroococcus dispersus*

***Tür*** *Chroococcus limneticus*

***Familya*** Microcystaceae

**Cins** Microcystis

***Tür*** *Microcystis aeruginosa*

***Tür*** *Microcystis wesenbergii*

***Tür*** *Microcystis viridis*

***Takım*** Oscillatoriales

***Familya*** Oscillatoriaceae

**Cins** Phormidium

**Cins** Oscillatoria

***Tür*** *Oscillatoria sp*

*Tür Phormidium sp*

*Familya* Coleofasciculaceae

*Cins* Geitlerinema

*Tür* Geitlerinema sp.

#### ***Merismopedia elegans* A.Braun in Kützing 1849**

Koloni yapısı genellikle dikdörtgen biçimindedir. Hücre sayısı 16-4000 arasında değişebilir. Hücreler oldukça yoğun dik sıralar halinde düzenlenmiştir. Dış hücreler belirgin bir müsülaj tabakası ile kaplıdır. Hücreler subspherical, eliptik ya da yarı-küresel (bölünme sonrası) yapıdadır ve boyutları 4-7 x 5-9 µm'dir (John vd., 2001).

#### ***Merismopedia tenuissima* Lemmemann 1898**

Düz yapılı ve genellikle dikdörtgen biçimindedir, bir araya toplanmış koloni gruplarından oluşur. Genellikle tipik olarak 16 hücreli olsalar da daha fazla hücre sayısına da sahip olabilir. Hücreler birbirlerine oldukça yakın konumdadır, küresel, elips ya da bölünme sonrası yarı-küre şeklinde olabilirler. Hücre boyutları 0,4-1,6 µm arasında değişmektedir (John vd., 2001).

#### ***Chroococcus dispersus* (Keissler) Lemmermann 1904**

Kolonideki hücre sayısı 4-32 arasındadır. Hücreler subspherical veya eliptik olup boyutları 3-4,5(-5) µm olabilir. Renksiz ince müsülaj tabakası ile kaplıdır. Hücre kılıfında yoğun matriks bulunur (John vd., 2001).

#### ***Microcystis aeruginosa* Kützing 1846**

Makroskobik boyutlara varabilen müsülajlı koloniler oluştururlar. Koloni boyutları genellikle 0,5-1 mm arasında olmasına rağmen daha büyük boyutlara da ulaşabilir. Çoğunlukla düzensiz şekilli olan koloniler ortasındaki boşluklu yapısı ile karakterizedir. Renksiz müsülaj içinde gömülü olan hücreler kolaylıkla görülebilir şekilde düzensiz halde dizili dururlar. Mat mavi-yeşil renkli hücreler 4-6(-9) µm çapındadır. Küresel, bazen de uzamış şekilli kolonilerin müsülaj kılıfları şeffaf olmasına rağmen oldukça belirgindir (John vd., 2001).



### ***Microcystis wesenbergii***

Koloniler genellikle makroskobik yapılıdır, genç koloniler küreselken daha sonra farklılaşabilir. Büyük koloniler alt kolonilerle bir dizi oluşturabilir. Hücreler genellikle 4-7(-9) $\mu\text{m}$ 'dir

### ***Anabaena spiroides* Klebahn 1895**

Akıcı müsilaj tabakasına gömülü olan trikom tek sarmalıdır. Hücreler küresel ve yaklaşık 6,5-8(15)  $\mu\text{m}$  genişliğinde, 5-8,5(12)  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır. Hücre uzunluğu genişliklerinden daha kısadır. Heterokist küresele yakın yapıda olup genişliği ve uzunluğu 6,5-8  $\mu\text{m}$ 'dir. Akinetler ilk başta yuvarlak olup daha sonra altı kenarlı bir yapı haline gelir. Heterokistlere yakın konumda ya da uzak konumda olabilen akinet 13-15(25)  $\mu\text{m}$  genişliğinde ve 13-18(33)  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır (John vd., 2001).

### ***Pseudanabaena* sp.**

Genişliği 1- 3  $\mu\text{m}$  olan trikomları, kısa ve silindirik yapılarıyla karakterizedir. Hücrelerin boyu genişliklerinden daha uzundur. Polar gaz veziküllere sahiptir ve çapraz duvarlar dikkat çekici şekilde daralmıştır. *Anabaena* sp.'e benzemesine rağmen heterokist ve akinetler gibi özel hücreleri olmadığından bu türden ayrı olarak tanımlanmıştır (Sandık, 2009).

### ***Pseudanabaena limnetica***

Trikom düz ya da hafif kıvrımlı olabilir. Renkleri soluk mavi yeşildir. Hücreler 1,3-2,2 $\mu\text{m}$  eninde, 4-12 $\mu$  uzunluğundadır.

### ***Pseudanabaena catenata***

Trikom tektir ve uçlara doğru sivrilme görülmez. Hücreler 1,8-2,2  $\mu\text{m}$  eninde, 2-5  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır. Dar yapılıdır ve son hücreleri tepeden kesik görünümlüdür.

### ***Planktolyngbya limnetica***

Filametleri tek ya da iç içe geçmiş durumda olabilir, kıvrımlı çoğunlukla düz bir yapıdadır. Hücreler 1,8- 2,5  $\mu\text{m}$  ene, 1,2-4(-8)  $\mu\text{m}$  uzunluğa sahiptir.

### ***Phormidium* [Kützing 1843] Gomont 1892**

Mikroskopik ve makroskopik boyutlarda olabilirler. Dallanma yapmayan ipliksi yapıdadırlar.

Trikomlar isopolardır, iplik az çok düzdür, helezon seklinde kıvrılmış ya da dalgalı yapıda olabilirler. İplik silindirik ya da fiçi sekline benzer hücrelerden oluşur. Heterokist ve akinet bulunmaz (John vd., 2001).

Çalışmamızda sayımları 1 m, 5 m, 10 m, 15 m ve 20 m'den alınan su numunelerinden yapıldı (Çizelge 4.2.). Sayımlarda her koloni ve ipliksi form bir birey olarak sayıldı. Sayımlar sırasında Ağustos (2013) ayında yaptığımız çalışma boyunca en yüksek hücre yoğunluğu belirlenmiştir. *Anabaena sp.* (1 m) ve *oscillatoria sp.* (1 m ve 10 m) Taksonlarının hücre yoğunlukları 37407,4 iplik/l olarak hesaplanırken; *phormidium sp.* (1 m) ve *choroococcus sp.* (1 m) taksonlarının hücre yoğunlukları 18703,7 iplik/l olarak hesaplanmıştır (John vd., 2001).

Ekim (2013) ayı sayım sonuçları *anabaena sp.* (1 m, 5 m ve 10 m) hücre yoğunluğu 46759 iplik/l olarak hesaplanırken, *pseudanabaena sp.*'nin (1 m ve 5 m) hücre yoğunluğu 28055,4 iplik/l olarak hesaplanmıştır. Kasım (2013) ayı sayım sonucunda *anabaena sp.* (5 m, 10 m ve 15 m) hücre yoğunluğu 11220 iplik/l olarak hesaplanmıştır. Aralık (2013) ayı sayım sonucunda *pseudanabaena sp.*'nin (1 m, 15 m ve 20 m) hücre yoğunluğu 14960 iplik/l olarak hesaplanmıştır. Ocak (2014) ayında sadece *oscillatoria sp.* (5 m) tespit edilmiş olup, hücre yoğunluğu 3740 iplik/l'dir. Şubat (2014) ayında yapılan sayılarda *anabaena sp.* (1 m ve 5 m) ve *oscillatoria sp.* (10 m) tespit edilmiştir, *anabaena sp.*'nin hücre yoğunluğu 7480 iplik/l olarak hesaplanırken, *oscillatoria sp.*'nin de hücre yoğunluğuna da 7480 iplik/l olarak yapılan hesaplamalar sonucunda ulaşılmıştır.

Araştırmamız süresince diğer aylar alınan su numunelerinde sayım sırasında herhangi bir siyanobakteri türüne rastlanmamıştır. Bu durum muhtemelen siyanobakteri yoğunluğunun nicel olarak çok düşük olmasından kaynaklanmıştır.

**Çizelge 4.2.** Derinliklere göre siyanobakteri hücre yoğunluğu değerleri (iplik-koloni sayısı /L)

	Derinlik				
	1 m	5 m	10 m	15 m	20 m
<i>Anabeana sp.</i>					
Ocak	-	-	-	-	-
Şubat	3740	3740	-	-	-
Mart	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-
Temmuz	-	-	-	-	-
Ağustos	37407,4	-	-	-	-
Eylül	-	-	-	-	-
Ekim	18703,7	18703,7	9351,8	-	-
Kasım	-	3740	3740	3740	-
Aralık	-	-	-	-	-
Ortalama	19950,37	8727,9	6545,9	3740	-
<i>Oscillatoria sp.</i>					
	1 m	5 m	10 m	15 m	20 m
Ocak	-	3740	-	-	-
Şubat	-	-	7480	-	-
Mart	-	-	-	-	-
Nisan	-	-	-	-	-
Mayıs	-	-	-	-	-
Haziran	-	-	-	-	-
Temmuz	-	-	-	-	-
Ağustos	18703,7	-	18703,7	-	-
Eylül	-	-	-	-	-
Ekim	-	-	-	-	-
Kasım	-	-	-	-	-
Aralık	-	-	-	-	-
Ortalama	18703,7	3740	13091,85	-	-
<i>Phormidium sp.</i>					
	1 m	5 m	10 m	15 m	20 m
Ocak	-	-	-	-	-

**Çizelge 4.2. (devam)** Derinliklere göre siyanobakteri hücre yoğunluğu değerleri (iplik-  
koloni sayısı /L)

<b>Şubat</b>	-	-	-	-	-
<b>Mart</b>	-	-	-	-	-
<b>Nisan</b>	-	-	-	-	-
<b>Mayıs</b>	-	-	-	-	-
<b>Haziran</b>	-	-	-	-	-
<b>Temmuz</b>	-	-	-	-	-
<b>Ağustos</b>	18703,7	-	-	-	-
<b>Eylül</b>	-	-	-	-	-
<b>Ekim</b>	-	-	-	-	-
<b>Kasım</b>	-	-	-	-	-
<b>Aralık</b>	-	-	-	-	-
<b>Ortalama</b>	18703,7	-	-	-	-
<i>Choroococcus sp.</i>					
	<b>1 m</b>	<b>5 m</b>	<b>10 m</b>	<b>15 m</b>	<b>20 m</b>
<b>Ocak</b>	-	-	-	-	-
<b>Şubat</b>	-	-	-	-	-
<b>Mart</b>	-	-	-	-	-
<b>Nisan</b>	-	-	-	-	-
<b>Mayıs</b>	-	-	-	-	-
<b>Haziran</b>	-	-	-	-	-
<b>Temmuz</b>	-	-	-	-	-
<b>Ağustos</b>	18703,7	-	-	-	-
<b>Eylül</b>	-	-	-	-	-
<b>Ekim</b>	-	-	-	-	-
<b>Kasım</b>	-	-	-	-	-
<b>Aralık</b>	-	-	-	-	-
<b>Ortalama</b>	18703,7	-	-	-	-
<i>Pseudanabeana sp.</i>					
	<b>1 m</b>	<b>5 m</b>	<b>10 m</b>	<b>15 m</b>	<b>20 m</b>
<b>Ocak</b>	-	-	-	-	-
<b>Şubat</b>	-	-	-	-	-
<b>Mart</b>	-	-	-	-	-
<b>Nisan</b>	-	-	-	-	-
<b>Mayıs</b>	-	-	-	-	-
<b>Haziran</b>	-	-	-	-	-
<b>Temmuz</b>	-	-	-	-	-
<b>Ağustos</b>	-	-	-	-	-
<b>Eylül</b>	-	-	-	-	-
<b>Ekim</b>	9351,8	18703,7	-	-	-
<b>Kasım</b>	-	-	-	-	-
<b>Aralık</b>	7480	-	-	3740	3740
<b>Ortalama</b>	8415,9	18703,7	-	3740	3740

Aylara göre hücre yoğunluğu ortalamaları Ağustos (2013) 28055,55 iplik/l, Ekim (2013) 37407,2 iplik/l, Kasım (2013) 11220 iplik/l, Aralık (2013) 14960 iplik/l, Ocak (2014) 3740 iplik/l, Şubat (2014) 7480 iplik/l olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** Aylara göre siyanobakteri hücre yoğunluğu (iplik-koloni/L) değerleri

	<i>Anabeana</i> sp.	<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Phormidium</i> sp.	<i>Choroococcus</i> sp.	<i>Pseudanabeana</i> sp.
<b>Ocak</b>	-	3740	-	-	-
<b>Şubat</b>	7480	7480	-	-	-
<b>Mart</b>	-	-	-	-	-
<b>Nisan</b>	-	-	-	-	-
<b>Mayıs</b>	-	-	-	-	-
<b>Haziran</b>	-	-	-	-	-
<b>Temmuz</b>	-	-	-	-	-
<b>Ağustos</b>	37407,4	37407,4	18703,7	18703,7	-
<b>Eylül</b>	-	-	-	-	-
<b>Ekim</b>	46759	-	-	-	28055,4
<b>Kasım</b>	11220	-	-	-	-
<b>Aralık</b>	-	-	-	-	14960
<b>Ortalama</b>	25716,6	16209,1	18703,7	18703,7	21507,7

Araştırma alanı olarak belirlediğimiz üç istasyona göre sayım sonuçları I. istasyonda *anabaena sp.*'nin hücre yoğunluğu 46759,2 iplik/l, *oscillatoria sp.*'nin hücre yoğunluğu 22443,7 iplik/l, *phormidium sp.*'nin hücre yoğunluğu 18703,7 iplik/l ve *psedanabaena sp.*'nin hücre yoğunluğu 13091,8 iplik/l ve I. İstasyonda ortalama hücre yoğunluğu 25249,6 iplik/l olarak hesaplanmıştır.

II. İstasyonda *anabaena sp.*'nin hücre yoğunluğu 29923,7; *choroococcus sp.*'nin hücre yoğunluğu 18703,7 ve II. istasyonda ortalama hücre yoğunluğu 24313,7 koloni/l olarak hesaplanmıştır.

III. İstasyonda *anabaena sp.*'nin hücre yoğunluğu 26183,7 iplik/l, *oscillatoria sp.*'nin hücre yoğunluğu 26183,7 iplik/l, *pseudanabaena sp.*'nin hücre yoğunluğu 29923,7 iplik/l ve III. istasyonda ortalama hücre yoğunluğu 27430,37 iplik/l olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

**Çizelge 4.4.** İstasyonlara göre siyanobakteri hücre yoğunluğu (iplik-koloni/L) değerleri

	<i>Anabeana sp.</i>	<i>Oscillatoria sp.</i>	<i>Phormidium sp.</i>	<i>Choroococcus sp.</i>	<i>Pseudanabeana sp.</i>
I. İSTASYON	46759,2	22443,7	18703,7	-	13091,8
II. İSTASYON	29923,7	-	-	18703,7	-
III. İSTASYON	26183,7	26183,7	-	-	29923,7
ORTALAMA	34288,9	24313,7	18703,7	18703,7	21507,8

**Çizelge 4.5.** Derinliklere göre tespit edilen siyanobakteri türleri

	<i>Anabeana sp.</i>	<i>Oscillatoria sp.</i>	<i>Phormidium sp.</i>	<i>Choroococcus sp.</i>	<i>Pseudanabeana sp.</i>
1 m	+	+	+	+	+
5 m	+	+	-	-	+
10 m	+	+	-	-	-
15 m	+	-	-	-	+
20 m	-	-	-	-	+

### 4.3. Mikrosistin Analiz Sonuçları

Araştırmamızda Karacaören 1 Baraj Gölü'nde Temmuz 2013'de I. ve III. İstasyonlarda ve Nisan 2014'de III. İstasyonda mikrosistin tespit edilmiştir.

Belirlenen toksin miktarı değerleri I. ve III. İstasyonlarda sırasıyla 1,25 ve 3,5 µg/l (Temmuz 2013) ve III. İstasyonda 0,30 µg/l (Nisan 2014)'dir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, 2013-2014 yıllarında yapılan örneklemeler ile Karacaören I Baraj Gölü'nün siyanobakteri florası belirlenmiş ve mikrosistin-LR değeri ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca baraj gölü su kalitesinin ölçüm ve analizleri yapılarak, bu ekosistemde ilk defa mikrosistin-LR derişimlerinin zaman-mekana bağılı değişimleri incelenmiştir.

İçme suyu amaçlı kullanım çalışmaları nedeniyle bölgede su ürünleri yetiştiriciliğinin kademeli olarak kaldırılacak olması çalışmamız için eşsiz bir fırsat oluşturmuştur. Mikrosistinlerin insan sağılığı üzerinde ani ölümlerden, karaciğer kanserine kadar bilinen birçok toksik etkisi söz konusudur. Karacaören I Baraj Gölü'nün içme ve kullanma suyu sağılayan rezervuarlarımızdan biri olarak kullanılmaya karar verildiği için bu çalışma halk sağılığı açısından çok önemlidir.

### 5.1. Su Kalitesi

**pH:** pH'ın su kimyası üzerinde birçok etkisi olduğundan, doğrudan ve dolaylı etkisinin belirlemesi oldukça güçtür. Örneğin, su ortamında, bitkisel organizmaların karbondioksit alımında pH'ın etkisi 8'i aşmadıkça önemli değildir. Sucul ortamın pH değeri, besin tuzlarının suda bulunuşunda ve organizma tarafından alınışında çok önemlidir. Göllerde, pH değeri 8,8'i geçtikten sonra özümleme etkinliği önemli oranda azalmakta ya da sınırlanmaktadır (Gülle, 2005).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen pH değeri en yüksek 9,25 (Mayıs), en düşük 7,73 (Ocak) ve ortalama 8,49 iken, dip suyunda en yüksek 8,6 (Şubat), en düşük 7,74 (Haziran) ortalama 8,17 olarak belirlenmiştir.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan önceki çalışmalarda ise belirlenen pH değerleri 8,13- 8,60 (Gülle, 2005), 8,22-8,60 (Ertan vd., 2000) ve 6,9 -7,8 (Barlas ve Kır, 2001) olarak bulunmuştur.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise pH değerleri örneğin; Eğrekkaya Baraj Gölü 7,2-8,1 (Alhamadi, 2014), Gökçekaya Baraj Gölü 6,99-9,43 (Kırmızıgül, 2013), Gökçekaya Baraj Gölü 8-9,08 (Kumcu, 2012), Demirköprü Baraj Gölü 8,8-7 (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölü 7,4 -9 (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj Gölü 7,08-8,53 (Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj Gölü 7,05-9,65 (Bulut vd., 2011), Sarıyar Baraj Gölü 7,1-10 (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

**Sıcaklık:** Sıcaklık kimyasal tepkimelerin hızını düzenlemekle birlikte biyokimyasal ve fizyolojik olarak ta etkilidir.“Van’t Hoff Yasası”na göre, sıcaklığın 10 °C’lik artışı kimyasal tepkimelerin hızını 1,5 – 4 kez arttırmaktadır. Bu olgu, Q10 faktörü olarak adlandırılır. Göl suyunun sıcaklığı gölün coğrafik konumuna, mevsimlere, derinliğine, alanına, içinde bulunan erimiş madde miktarına ve soğurduğu güneş enerjisine bağlı olarak değişiklik gösterir (Gülle, 2005)

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen sıcaklık değeri en yüksek 31°C (Temmuz), en düşük 11,2°C (Aralık-Ocak) ve ortalama 21,1°C iken, dip suyunda en yüksek 25,2 °C (Ağustos), en düşük 9,6°C (Ocak) , ortalama 17,4°C olarak belirlenmiştir.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir. Buna göre içme suyu olma potansiyeli yüksek, yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su olarak değerlendirilebilir.

Karacaören I Baraj Gölü’nde yapılan önceki çalışmalarda ise belirlenen sıcaklık değerleri 10,4-28,2 °C olarak ölçülmüştür (Gülle, 2005).

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise sıcaklık değerleri örneğin; Eğrekkaya Baraj Gölü 6,1-24,1 °C (Alhamadi, 2014), Gökçekaya Baraj Gölü 7-16 °C (Kumcu, 2012), Demirköprü Baraj Gölü 6-26,5 °C (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj 7,2-30 °C (Sömek, 2011 ), Sarıyar Barajı 6,2-31 °C (Dokcan, 2010), Afşar Baraj Gölü 11,7-29,5 °C (Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj Gölü Baraj Gölünde 4 -23°C (Bulut vd., 2011) arasında değişmiştir.

**Tuzluluk:** İç sularda tuzluluk değerleri su yataklarındaki kayaçların özelliğine, yağışlara ve buharlaşma ile yağışlar arasındaki dengeye göre değişmektedir. İç sulardaki düşük tuzluluk değerleri canlıların dağılımını etkiler. Örneğin; bazı bakteri ve algler homiostomic (ancak hafif tuzluluk farklarına dayanabilir) ise de ilkel bitki ve hayvanların birçoğu euryhaline (büyük tuzluluk farklarına dayanabilir) özellikteki canlılardır. Ortamın tuzluluk derecesi, türlerin morfolojisinde, vital aktivilerinde önemli etkiler yaratmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1999)



Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen tuzluluk değeri Mayıs ve Eylül aylarında 0,1 iken diğer aylarda 0,2 olup; dip suyunda en yüksek 0,4 (Kasım), en düşük 0,1 (Mayıs) ve ortalama 0,3 olarak belirlenmiştir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise tuzluluk değerleri: Eğrekkaya Baraj Gölü ‰ 0,1 - ‰ 0,3 (Alhamadi, 2014), Adıgüzel Baraj Gölü ‰0,3- ‰ 0,6 (Sömek, 2011 ), Sarıyar Barajı ‰ 0,10 - ‰ 0,78 (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

**Elektiriksel İletkenlik:** Elektriksel iletkenlik değeri suda çözülmüş olan iyonik formdaki mineral bileşiklerinin, yani çözülmüş toplam katı madde miktarının bir sonucudur. Tatlı sularda görülen yüksek iletkenlik değeri ötrofikasyona doğru gidişin iyi bir göstergesidir (Gülle, 2005).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen özgül iletkenlik değerleri en yüksek 364,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Mart), en düşük 298,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Eylül) ve ortalama 331,55  $\mu\text{S}/\text{cm}$  iken, dip suyunda en yüksek 396  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Şubat), en düşük 287  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Mayıs) ve ortalama 341,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak ölçülmüştür.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” ne göre I. Sınıf sulara girmektedir.

Karacaören I Baraj Gölü’nde yapılan diğer çalışmalarda ölçülen iletkenlik değerleri 293-357  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Gülle, 2005), 240-320 $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Ertan vd., 2000), 271-287 $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Barlas ve Kır, 2001) olarak bulunmuştur.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise iletkenlik değerleri örneğin; Eğrekkaya Baraj Gölü 144-217  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Alhamadi, 2014), Gökçekaya Baraj Gölü 0,623-0,891 mS/cm (Kırmızıgül, 2013), Gökçekaya Baraj Gölü 0,693-0,782 mS/cm (Kumcu, 2012), Demirköprü Baraj Gölü 470- 830  $\mu\text{mho}/\text{cm}$  (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj 638-1172  $\mu\text{S}$  (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj Gölü 472-588  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$  (Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj Gölü Baraj Gölü 227-358  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Bulut vd., 2011), Sarıyar Barajı 475-890 mmhos/cm (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

**Secchi Diski Görünürlüğü:** Türbitide ışık şiddetini azaltığı için ışığa ihtiyaç duyan organizmaların ölümüne neden olur. Bulanıklığı humus, mil, organik detritus, kollidal maddeler, bitkiler ve hayvanlar meydana getirir. Suda 0,3 m’ye kadar olan görüntüyü sınırlayan fazla partikül, fitoplanktonun gelişmesini önleyebilir (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen secchi diski görünürlüğü en yüksek 5 m (Mayıs), en düşük 1 m (Ocak), ve ortalama 3 m olarak ölçülmüştür.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer çalışmalarda secchi diski görünürlüğü 5,8-2,4m olarak ölçülmüştür (Gülle, 2005).

Bu değerlere göre 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”de belirtilen, “Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri”ne göre mezotrofik seviye sınıfına girmektedir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise secchi diski görünürlüğü değerleri örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 0,27 - 7,11 m (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj gölü 0,9-8,5m (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj Gölü 0,26 – 3,12 m (Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj Gölü 1,8 - 4,2m (Bulut vd., 2011), Sarıyar Barajı 0,62-2 m (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

**Çözünmüş Oksijen ve Çözünmüş Oksijen Doygunluğu:** Oksijen sudaki çözünmüş gazlar arasında en önemlisidir. Çözünmüş oksijen yaşamları aerobik metabolizmaya bağlı canlılar için çok önemlidir. Sıcaklık düştükçe sudaki çözünmüş oksijen miktarı artar. Göletlerde sıcaklığa ve ışıklanmaya bağlı olarak sudaki oksijen doygunluğu günün farklı saatlerinde değişimler gösterir (Cirik ve Cirk, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen çözünmüş oksijen değeri en yüksek 16,35 (Nisan), en düşük 4,20 (Ağustos), ortalama 10,28 mg/L; dip suyunda ise en yüksek 10,35 (Ekim), en düşük 0,08 (Temmuz) ortalama 5,22 mg/L olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer çalışmalarda 7,8-15,5mg/L (Gülle, 2005), 7,78 –11,20 mg/L (Ertan vd., 2000), 8,60 – 8,90 (Barlas ve Kır, 2001) olarak ölçülmüştür.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise çözünmüş oksijen değerleri örneğin; Eğrekkaya barajında 4.0- 9.2 mg/L (Alhamadi, 2014), Gökçekaya Baraj Gölü 0,6-7,58 mg/L (Kumcu, 2012), Demirköprü Baraj Gölü 1,2 - 14,8 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj 0,8 - 20,0 mg/L (Sömek, 2011), Afşar Baraj Gölü 5,2 -10,7 mg/L (Ayvaz

vd., 2011), Selevir Baraj Gölü Baraj Gölü 7 - 10 mg/L (Bulut vd., 2011), Sarıyar Baraj Gölü 4,7-12,9 mg/L (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

Fotosentez ve atmosferik oksijenin tekrar çözünmesi akuatik ortamda çözünmüş oksijenin artmasına; yaşayan organizmaların solunumları, bileşik azot ve fosforun mineralizasyonu ve organik karbon materyalinin oksidasyonu çözünmüş oksijenin azalmasına neden olur (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek oksijen doygunluğu değeri %186 (Nisan), en düşük %53,5 (Ağustos), ortalama %120 ve dip suyunda en yüksek %110 (Ekim), en düşük %4,8 (Temmuz), ortalama %57,4 olarak ölçülmüştür.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

**Askıda Katı Madde (AKM):** Askıda katı madde göllerdeki plankton (organik) ve triptondan (inorganik) oluşan sestonik madde yoğunluğunun bir ölçüsüdür (Gülle, 2005). Göl ve denizlerde yoğun askı yükü sonucunda ışık girişi azalır bulanıklık artar. Bunun sonucu olarak fotosentez şiddeti azalarak ortamın biyolojik verimi düşer (Kocataş, 2008). Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen askıda katı madde miktarı en yüksek 11,2 (Nisan), en düşük 0,4 (Aralık), ortalama 5,8; dip suyunda en yüksek 51,3 mg/L (Ocak), en düşük 0,8 mg/L (Aralık) ve ortalama 26,1 mg/L olarak ölçülmüştür. Karacaören I Baraj Gölü’nde yapılan diğer bir çalışmada askıda katı madde değerleri 0,73-2,80 mg/L olarak ölçülmüştür (Gülle, 2005).

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan bir diğer çalışmada ise askıda katı madde değerleri; Gökçekaya Baraj Gölü 0,596-0,798 g/L (Kumcu, 2012) olarak saptanmıştır.

**Karbonat (CO<sub>3</sub>):** Düşük ph’lı yumuşak sularda karbonat şeklinde az miktarda CO<sub>2</sub> vardır ve suda eriyik halde bulunur (Ekingen, 2001).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek karbonat miktarı Mayıs ayında 10,8 mg/L iken, diğer aylarda belirlenememiştir. Dip suyunda ise Mart ayında 3,8 mg/L ile en yüksek değerini alırken diğer aylarda belirlenememiştir.

Karacaören I Baraj Gölü’nde yapılan diğer bir çalışmada karbonat miktarı 3,- 0,18 mg/L olarak belirlenmiştir (Gülle, 2005).

**Bikarbonat (HCO<sub>3</sub>):** Düşük ph'lı yumuşak sularda bikarbonat şeklinde az miktarda CO<sub>2</sub> vardır ve suda eriyik halde bulunur. Genellikle çoğu fotosentetik bitki serbest karbondioksiti veya bikarbonata bağlı olanı kendi fiksasyonları için kullanır (Ekingen, 2001).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen bikarbonat miktarı en yüksek 203,80 mg/L (Şubat), en düşük 119,59 mg/L (Haziran), ortalama 161,70 mg/L; dip suyunda en yüksek 229,42 mg/L (Şubat), 161 mg/L (Ocak), ortalama 195,21 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer bir çalışmada bikarbonat miktarı 144,3-192 mg/L olarak belirlenmiştir (Gülle, 2005).

Selvir Baraj Gölü'nde yapılan bir diğer çalışmada ise değerler 68 - 185,3 mg/L (Bulut vd., 2011) olarak ölçülmüştür.

**Toplam Alkalinite (CaCO<sub>3</sub> olarak):** Alkalinite suyun asit kabul etme kapasitesini ve suyun yapısındaki temel bileşiklerin konsantrasyonuna karşılık gelir. Düşük alkaliniteli sular düşük tampon kapasitesine sahiptirler ve sonuçta bu sular pH değişimlerine karşı (örneğin; yağışlar ve fitoplankton patlamaları sırasında hassastırlar (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek değer 167 mg/L (Şubat), en düşük 110 mg/L (Haziran), ortalama 138,5 mg/L ve dip suyunda en yüksek 188 mg/L (Şubat), en düşük 132 mg/L (Ocak) ortalama 160 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer bir çalışmada ise 122,7-160,2mg/L olarak ölçülmüştür (Gülle, 2005).

Ülkemiz diğer baraj göllerinden Demirköprü Baraj Gölü'nde yapılan bir diğer çalışmada ise değerler 0,9 - 325 mg/L olarak (Tenekecioğlu, 2011 ) tespit edilmiştir.

**Kalsiyum:** Kalsiyum iyonlarının fizyolojik rolü, hücre çeperinin ve kütikulanın suya ve iyonlara karşı geçirgenliğini azaltmasıdır. Bu rolü le organizmaların yaşamında önemlidir. Ayrıca hücreler arası boşluklarda bulunarak hücrelerin birbirinde kopmamasını sağlar (Egemen ve Sunlu, 1999).

Tatlı sularda bütün canlılar kalsiyumla metabolik ilişki içerisinde. Alglerin ve yüksek bitkilerin gelişimini hızlandıran kalsiyum yoğunluğu diğer organizmaların dağılımları üzerinde de etkilidir (Cirik ve Cirik, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda kalsiyum miktarı en yüksek 56,9 mg/L (Mart), en düşük 19,24 mg/L (Şubat), ortalama 38,7 mg/L; dip suyunda en yüksek değer 52 mg/L (Ocak), en düşük 18,43 mg/L (Şubat) ortalama 35,22 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer bir çalışmada ise 31,35-47,41mg/L (Gülle, 2005) olarak ölçülmüştür.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise kalsiyum değerleri örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 5,6 - 227,4 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölü 80 - 380 mg/L (Sömek, 2011 ), Selevir Baraj Gölü ortalama 30,51 mg/L (Bulut vd., 2011), Sarıyar Barajı'nda 0,56-70 mg/L (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

**Magnezyum:** Sularda klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşır. Magnezyum porphyrin olarak klorofilin bileşiminde bulunur. Enzimlerin oluşmasında büyük etkisi vardır. Alglerde, mantarlarda ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenler. Tatlı sularda genellikle bu amaçların sağlanmasına yetecek kadar magnezyum bulunur. Göllerde magnezyum derişiminin düşük olması gölün fitoplankton bakımından verimliliğini önemli ölçüde etkiler, bunun sonucu göl oligotrofik bir karakter kazanır (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda magnezyum miktarı en yüksek 27,8 mg/L (Ekim), en düşük 6,8 mg/L (Mart), ortalama 17,30 mg/L; dip suyunda en yüksek 26,7 mg/L Aralık), en düşük 10,20 mg/L (Mart), ortalama 18,45 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer bir çalışmada ise 12,16-21,28mg/L (Gülle, 2005) olarak ölçülmüştür.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda ise değerler örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 13,70 - 59,10 mg /L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölü 34,0 -102,1 mg/L (Sömek, 2011 ), Selevir Baraj Gölü ortalama 22,22 mg/L (Bulut vd., 2011), Sarıyar Baraj Gölü 1,21-36,2 mg/L (Dokcan, 2010) olarak hesaplanmıştır.

**Toplam Sertlik (CaCO<sub>3</sub> olarak):** Bir suyun sertliği içindeki başlıca çözünmüş kalsiyum veya magnezyum tuzlarından kaynaklanıp, suyun sabunu çökeltme kapasitesidir. Sabun, suda özellikle her zaman için bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonları tarafından çökeltilir. Ancak bu çökeltme aynı zamanda Fe, Al, Mn ve Zn gibi çok değerli metaller ve hidrojen iyonları tarafından da meydana getirilir. Sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının, kalsiyum karbonat cinsinden toplam konsantrasyonları olarak ifade edilir.

Suların sertliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi uzun yıllardır tartışılan bir konu olmuştur (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda toplan sertlik (mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak) en yüksek 198 mg/L (Ekim), en düşük 96 mg/L (Şubat), ortalama 147 mg/L ve dip suyunda en yüksek 206 (Aralık), en düşük 100 mg/L (Şubat), ortalama 153 mg/L olarak ölçülmüştür.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer bir çalışmada ise 183,6-143 mg/L (Gülle, 2005) olarak ölçülmüştür.

Ülkemiz diğer baraj göllerinden Adıgüzel Baraj Gölü'nde değerler 300 - 680 mg/L olarak kaydedilmiştir (Sömek, 2011).

**Nitrit Azotu (NO<sub>2</sub>-N):** Nitrit, amonyumdan nitrata ulaşan biyolojik oksidasyonda ara üründür. Çoğunlukla doğal sularda ve balık çiftliklerindeki konsantrasyonları düşüktür fakat organik pollusyonun olduğu ve oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bu çalışmada Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda NO<sub>2</sub>-N derişimi en yüksek 0,52 mg/L (Temmuz) ve en düşük Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında <0,002 olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında belirlenen nitrit azotu ortalama değeri 0,01 mg/L olarak kaydedilmiştir. Dip suyu değerleri en yüksek 0,1 mg/L (Haziran), en düşük 0 mg/L (Mart), ortalama 0,05 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki değerler örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 0 -0,176 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölünde 22,3 - 230,1 µg/L (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj 0 - 0,025 mg/L (Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj Gölü 0,0015 - 0,0025 mg/L (Bulut vd., 2011), Sarıyar Baraj Gölü 0,02-0,96 mg/L (Dokcan, 2010) olarak hesaplanmıştır.

**Amonyum Azotu (NH<sub>4</sub>-N):** Amonyum iyonu sucul canlıların atık maddesi olup, organizmalar tarafından tekrar absorblanırlar. Bol oksijenli sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır. Fitoplankton tarafından kullanılmayan amonyum hızla yükseltgenerek nitrite ve daha sonra nitrata dönüşür (Ekigen, 2001).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda  $NH_4-N$  değeri en yüksek 0,93 (Ağustos), en düşük 0,016 (Temmuz) ve ortalama 0,05 mg/L olup; dip suyundan en yüksek 0,22 (Nisan), en düşük 0,01 (Mayıs) ve ortalama 0,12 mg/L olarak belirlenmiştir.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki değerler örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 0-0,24 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölü 74,4 - 2293,3 µg/L (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj Gölü 0,13 -1,35 mg/L (Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj Gölü 0,004 - 0,009 mg/L (Bulut vd., 2011), Sarıyar Baraj 0,10-1,42 mg/L (Dokcan, 2010) olarak hesaplanmıştır.

**Nitrat Azotu ( $NO_3-N$ ):** Sucul ortamlarda verimliliği sınırlayıcı elementler çoğunlukla fosfor ve azottur. Göllerde, N azlığı birincil üretimi her zaman sınırlandırmamaktadır (Gülle, 2005). Nitrat iyonu azotun oksijence zengin sularda çok yaygın görülen mineral şeklidir (Cirik ve Cirik, 1999).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda  $NO_3-N$  değeri en yüksek 0,45 (Mart), en düşük eser miktarda (Haziran), ortalama 0,23 mg/L; ve dip suyunda en yüksek 0,9 mg/L (Mayıs), en düşük değer 0,05 (Eylül-Ekim) ve ortalama 0,48 mg/L olarak bulunmuştur.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Karacaören I Baraj Gölü’nde yapılan diğer çalışmalarda ölçülen nitrat azotu değerleri <0,01 - 0,22-mg/L (Gülle, 2005); 0,46 mg/L (Ertan vd., 2000) ve 0,19 - 0,21 mg/L (Barlas ve Kır, 2001) olarak hesaplanmıştır.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalarda Demirköprü Baraj Gölü 0 - 9,06 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölü 0,026 – 0,44 mg/L (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj Gölü 0,00- 1,80 mg/L ( Ayvaz vd., 2011), Selevir Baraj 0,354-0,963 mg/L (Bulut vd., 2011), Sarıyar Baraj Gölü 0,02-0,94 mg/L (Dokcan, 2010) olarak ölçülmüştür.

**Toplam İnorganik Azot (TN):** Azot da karbon ve oksijen gibi canlıların yaşamı için temel bir elementtir. Canlıların yapı taşı oluşturulan aminoasit ve proteinlerin

yapısında bulunur; ayrıca nükleik asitlerin, hormonların ve vitaminlerin de yapısına girer. Bazı mavi yeşil algler havanın serbest azotunu inorganik nitratlara dönüştürebilirler (Kocataş, 2008).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda toplam azot değeri en yüksek 0,35 (Ocak), en düşük 0,02 (Haziran) ve ortalama 0,19 mg/L iken dip suyunda en yüksek 1,17 (Aralık), en düşük 0,06 (Ağustos- Ekim) ve ortalama 0,61 mg/L olarak belirlenmiştir.

Bu değerlere göre 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”de belirtilen, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerlerine göre mezotrofik seviye sınıfına girmektedir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki bu değer İkizcetepeler Baraj gölünde 2,27-13,4 mg/L ve Çaygören Baraj gölünde 3,32-9,06 mg/L (Sevindik, 2009) olarak kaydedilmiştir.

**Toplam Fosfor (TP):**Bu element nükleik asitlerin yapısına, fosfolipit ve fosfoproteinlerin yapısına, hücre zarının yapısında bulunur. Fosforun doğadaki deposunu yerkabuğundaki fosfatlı kayalar ile sular oluşturur. Göl ve denizlerde ortaya çıkan ve besleyici mineral bolluğundan kaynaklanan aşırı bitki üremesi fosfor kirlenmesi olarak bilinir (Kocataş, 2008).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen TP değeri en yüksek 0,1 (Nisan), en düşük değer <0,010 (Ekim-Kasım), ortalama 0,03 mg/L iken, dip suyunda en yüksek 0,11 (Şubat), en düşük <0,010 (Ekim-Kasım) ve ortalama 0,04 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Bu değerlere göre 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”de belirtilen, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerlerine göre ötrofik seviye sınıfına girmektedir.

Başka bir çalışma alanı olan Sarıyar Baraj Gölü’nde 0,02-1,0 mg/L (Dokcan, 2010) olarak bulunmuştur.

**Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ):** Aerobik koşullarda bakteriler tarafından organik maddelerin parçalanmasında kullanılan oksijen miktarıdır. Belli hacim (1L), süre (5gün) ve sıcaklıkta (20<sup>0</sup>C) suda bulunan aerobik bakterilerce tüketilen oksijen miktarı olarak da tanımlanır. Su kalitesi açısından BOİ ölçümü, çözülmüş oksijen değerinin değişiminin anlaşılması için önemlidir (Ekingen, 2001).



Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda BOi<sub>5</sub> değeri en yüksek 4,11 (Haziran), en düşük değer 2,18 (Ekim) ve ortalama 3,15 mg/L iken, dip suyunda en yüksek 4,62 (Ocak), en düşük 1,53 (Ağustos) ve ortalama 3,08 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Farklı çalışma alanları olan İkizcetepeler ve Çaygören barajlarında yaz ve kış dönemlerinde ölçülen tüm istasyonlarda ve tüm derinliklerde 4 mg/L'nin altında olarak kaydedildiği görülmüştür (Sevindik,2009).

**Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ):** Kimyasal oksijen gereksinimi kıyılarda ve karasal deşarj noktalarında kirliliğin bir göstergesi olup, kuvvetli kimyasal oksitleyicilerle doğal ve kirletici organik yükün parçalanması sırasında kullanılan oksijen miktarını belirler. Su içinde bulunan tüm canlı ve cansız maddelerde tüketilen oksijen miktarı olarak tanımlanır (Ekingen, 2001).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen KOİ değeri en yüksek 15,7 (Mart), en düşük 4 (Temmuz), ortalama 9,85 mg/L iken; dip suyunda en yüksek 16,82 (Ocak), en düşük 3,7 (Temmuz) ve ortalama 10,26 mg/L olarak belirlenmiştir.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Farklı çalışma alanlarında örneğin İkizcetepeler Barajında 2,65 - 18,1 mg/L, Çaygören Barajı'nda 9,67 - 26,5 mg/L (Sevindik,2009) arasında ölçülmüştür.

**Klorofil-a:** Temel fotosentetik pigment olan klorofil-a, sudaki algal biyomasın bir göstergesidir (Gülle, 2005). Bu klorofil bütün bitkilerde ana pigment maddesi olarak mevcuttur (Egemen ve Sunlu, 1999).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen klorofil-a değeri en yüksek; 54,07 (Mart), en düşük değer 0,17 (Temmuz), ortalama 27,12 µg/L iken; dip suyunda en yüksek 12,68 (Ekim), en düşük 0,07 (Temmuz) ve ortalama 6,38 µg/L olarak hesaplanmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan diğer bir çalışmada ise 0,91-8,66 µg/L (Gülle, 2005) olarak ölçülmüştür.

Bu değerlere göre 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”de belirtilen, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerlerine göre ötrofik seviye sınıfına girmektedir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki değerler örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 0,44-71,12 µg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Adıgüzel Baraj Gölü 0,02-13,00 µg/L (Sömek, 2011 ), Afşar Baraj Gölünde 0,2-49,5 µg/L (Ayvaz vd., 2011) olarak ölçülmüştür.

**Çözünmüş Katı Madde:** Su diğer sıvılara göre daha fazla materyal eritebilmektedir. Suyun eriyik maddelerle çok çeşitli şekilde karışması kimyasal analizindeki kompleksliği açıklamaktadır. Taban ile teması, kıyı erozyonu, rüzgarların sürüklediği materyaller, içe akan yüzey suları, yer altı suları, su organizmalarının çürüntüleri ve diğer birçok etken suya yüksek miktarda katı materyaller ilave ederler.

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda TDS değeri en yüksek 237 (Nisan), en düşük 136 (Eylül), ortalama 187 mg/L iken; dip suyunda en yüksek 269 (Temmuz), en düşük 133 (Eylül) ve ortalama 201 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Bu değerlere göre çeşitli amaçlarla kullanılan göl, gölet ve baraj rezervuarlarının kalite özellikleri ve sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”ne göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki değerler İkizcetepeler Barajı 231-291 mg/L, Çaygören Barajı 250-446 mg/L (Sevindik, 2009) olarak hesaplanmıştır.

**Sodyum:** Sodyum bitkisel ve hayvansal organizmaların fizyolojik aktivitelerinde etkilidir, kaynağını püskürük kayalar oluşturur (Kocataş, 2008).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen Na değeri en yüksek 3,82 (Nisan), en düşük 1,99 (Ocak), ortalama 2,91 mg/L iken; dip suyunda en yüksek 4,33 (Aralık), en düşük değeri 1,91 (Ağustos) ve ortalama 3,12 mg/L olarak bulunmuştur.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan bazı çalışmalarda; Demirköprü Baraj Gölü 1,02-84,04 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ) ve Selevir Baraj Gölü'nde 6,39 mg/L (Bulut vd., 2011) olarak hesaplanmıştır.

**Potasyum:** Potasyum bitkisel ve hayvansal organizmaların fizyolojik aktivitelerinde etkilidir, kaynağını püskürük kayalar oluşturur (Kocataş, 2008).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek değer; 0,87 mg/L (Nisan), en düşük 0,54 mg/L (Ocak), ortalama 0,71 mg/L ve dip suyu en yüksek değeri 0,96 mg/L (Şubat), en düşük değeri 0,59 mg/L (Ocak), ortalama 0,78 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki değerler örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 0,05-11,70 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ), Selvir Baraj Gölü 2,11 mg/L (Bulut vd., 2011) olarak hesaplanmıştır.

**Sülfat:** Sülfat, suya yağmur ve sülfat bileşikleri ile civar sulardan giren hidrojen sülfüre göre çok daha fazla eriyebilmektedir. Bölgesel olarak iyon yönünden zengin ve buharlaşma sonucu konsantrasyonun arttığı durumlar dışında yüzey sularında sülfat çeşitli yönlerden önemlidir. Bitkilerin büyümesi için gerekli olduğundan azlığı veya yokluğunda fitoplankton gelişimi dolayısıyla verimi azalır (Ekingen, 2001).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek değer; 40,43 mg/L (Mart), en düşük değer 13,26 mg/L (Ocak), ortalama 26,85 mg/L ve dip suyu en yüksek değeri 31 mg/L (Kasım), en düşük değer 13,73 mg/L (Ağustos), ortalama 21,14 mg/L olarak bulunmuştur.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan önceki çalışmalarda belirlenen sülfat değerleri ise 12,1 - 7,65 mg/L (Gülle,205), 2,25 - 13,0 mg/L (Ertan vd., 2000), 42,2 - 53,2 mg/L (Barlas ve Kır, 2001) bulunmuştur.

Ülkemiz diğer baraj göllerinde yapılan çalışmalardaki değerler örneğin; Demirköprü Baraj Gölü 1,70 mg /L - 85,3 (Tenekecioğlu, 2011 ), Selvir Baraj Gölü ortalama 8 mg/L (Bulut vd., 2011) olarak kaydedilmiştir.

**Florür:** Suda florür değişik miktarlarda bulunur. Yüzey suları litrede 1 mg'dan daha az florür içerirken, yeraltı sularının florür oranı ise içinden geçtikleri arazinin jeolojik yapısıyla ve temas ettikleri florürlü maddelerin cins ve miktarlarına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin volkanik orijinli bölgelerde, sularda florür konsantrasyonları oldukça yüksektir (Hapçioğlu, 1992).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek değer; 0,26 mg/L (Mart I.istasyon), en düşük 0,09 mg/L (Mart II. İstasyon) ,ortalama 0,18 mg/L ve dip suyu en yüksek değer 0,27 mg/L (Mart), en düşük değer 0,11 mg/L (Nisan), ortalama 0,19 mg/L olarak hesaplanmıştır.

**Klorür:** Klorür, kalsiyum sodyum, potasyum, magnezyum ve demir gibi metalik katyonlarla iyonize tuzlar oluşturur (Ekingen, 2001).

Çalışmamızda Karacaören I Baraj Gölü yüzey suyunda belirlenen en yüksek değer; 13,83 mg/L (Nisan), en düşük 7,49 mg/L (Ocak) , ortalama 10,66 mg/L ve dip suyu en yüksek değeri 20,77 mg/L (Temmuz), en düşük değeri 7,44 mg/L (Ağustos) ve ortalama 14,11 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan önceki çalışmalarda ise belirlenen değerler 6,- 3,40 mg/L (Gülle,2005), 14,20 - 31,95 mg/L (Ertan vd., 2000), 24,9 - 49,2 mg/L (Barlas ve Kır, 2001) olarak hesaplanmıştır.

Ülkemizin bir diğer baraj gölü Demirköprü Baraj Gölünde yapılan çalışmalardaki değerler 14,2 - 56,1 mg/L (Tenekecioğlu, 2011 ) olarak kaydedilmiştir.

## **5.2. Siyanobakteri Florasının Nicel ve Nitel Özellikleri**

Karacaören I Baraj Gölü'nde araştırma kapsamında Temmuz 2013-Haziran 2014 tarihleri arasında yapılan örneklemelemlerde siyanobakterie ait 19 takson tespit edilmiştir.

Karacaören I Baraj Gölü'nde daha önceden yapılan araştırmalarda Gülle (2005), Cyanophyta'dan 13 takson, Ertan vd., (2000) yaptığı çalışmada, Cyanophyta'dan 5 takson belirlemiştir. Yüce (1999), Karacaören I Baraj Gölü'nün bağlantılı olduğu Kovada Gölü'nde, Cyanophyta'dan 15 takson belirlemiştir.

Ülkemizin diğer baraj göllerinde yapılan araştırmalarda Cyanophyta'ya ait olmak üzere; Sarıyar Baraj Gölü'nde 4 takson (Dokcan, 2010), Adıgüzel Baraj Gölü'nde 5 takson (Sömek, 2011), Cip Baraj Gölü'nde 6 takson (Kazez, 2012), Seyhan Baraj Gölü'nde 5 takson (Gürbüz, 2012), Tahtalı Baraj Gölü'nde 7 takson (İspirli, 2009), Buldan Baraj Gölü'nde 18 tür (Ustaoğlu vd., 2010), Kemer Baraj Gölü'nde 10 takson (Özyalın ve Ustaoğlu 2008), Demirköprü Baraj Gölü'nde 19 takson (Tenekecioğlu, 2011) tespit edilmiştir.

Örnekleme periyodu süresince yüzey suyu sıcaklığı 11,20 °C ile 31 °C arasında değişmektedir. En düşük sıcaklık 11,20 °C ile Aralık-Ocak aylarında, en yüksek sıcaklık ise 31°C ile Temmuz ayında ölçüldü. İspirli (2009) siyanobakteri toksin içeriğinin en yüksek olduğu sıcaklıkların 18-25 °C arasında olduğunu ve toksisite üzerine en etkili çevresel faktörün sıcaklık olduğunu belirtmiştir. Mikrosistin-LR toksin düzeyini belirlemek amacıyla, istasyonlardan alınan su örneklerine ELİSA testi uygulanmıştır.

Sonuç olarak Karacaören Baraj Gölü'nde Temmuz 2013 Döneminde I. ve III. İstasyonlarda sırasıyla 1,25 ve 3,5 µg/l ve Nisan (20,03 °C) III. İST. 0,30 µg/l düzeyinde toksin tespit edilmiştir.

pH değerleri yüzey suyunda en düşük 7,73 (Ocak), en yüksek 9,25 (Temmuz) arasında ölçülmüştür. Siyanobakteri genellikle 6-9 pH aralığında aşırı ürerler (Anonim, 2004). pH'ın toksin üretimine etkisi incelendiğinde ise düşük ve yüksek pH'larda toksin içeriğinin daha da arttığı tespit edilmiştir. Karacaören Baraj Gölü'nde Temmuz 2013 Döneminde I. ve III. İstasyonlarda sırasıyla 1,25 ve 3,5 µg/l toksin tespit edilmiştir.

Klorofil-a bütün fitoplankton bireylerinde bulunan bir pigmenttir. Bu nedenle klorofil-a fitoplankton biyomasının bir ölçütü olarak kullanılabilir. Karacaören I Gölü'nde klorofil-a en yüksek (54,07 µg/l) değerine Mart ayında ulaşıldı. Mart ayında kalitatif inceleme sırasında siyanobakteriden *Oscillatoria* sp. görülmesine rağmen sayım sırasında rastlanmamıştır. Dolayısıyla klorofil-a'daki artış siyanobakteriye bağlı değildir.

Siyanobakteri sert sularda daha iyi bir gelişim gösterdikleri bildirilmektedir (Gülle, 2005). Araştırmamızda en yüksek toplam sertlik miktarı ( 206 mg CaCO<sub>3</sub>/l) Aralık ayında hesaplanmıştır. Bu ayda kalitatif inceleme sırasında *Microcystis aeruginosa*, *anabaena* sp., *pseudanabena* sp. taksonları tespit edilmiştir; ancak bu ayda toksin üretimi olmamıştır.

Fosfor konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlarda hepatotoksik ırklar daha çok toksin üretirler (İspirli, 2009). Ölçülen en yüksek fosfor değeri (0,105 mg P/L) Şubat ayına ait olmasına rağmen bu aya ait toksin üretimi olmamıştır. Bunun nedeni mikrosistin üreten siyanobakteri türlerinin sayıca az olması, aynı zamanda sıcaklığın da düşük olması olabilir.

*Microcystis* ve *Oscillatoria* gibi azot sabiti yapamayan cinsler azotça zengin ortamlarda daha çok toksin üretirler. Azot sabit eden türlerin toksin üretimi ise azota bağlı değildir (İspirli, 2009).

Araştırmamızda yıl boyunca toplam azot miktarı en yüksek değerine (1,165 mg N/L) Aralık (2013) ayında ulaşmıştır. Araştırmamızda en yüksek amonyum azotu miktarı (0,22 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/L) Nisan ayına aittir ve bu ayda 0,30 mikrogram/Litre düzeyinde toksin tespit edilmesine rağmen kalitatif ve kantitatif incelemeler sırasında siyanobakteri türüne rastlanılmamıştır. Sularda amonyağın bulunması taze kirlenmeyi gösterir.

Amonyacağın sulardaki artışının başlıca nedenleri kanalizasyonların ve foseptik çukurlarındaki atıkların suya karışması, gübre atıkları, gübrelerin yağmur suyu ile yıkanarak alıcı su ortamına verilmesinden kaynaklanmış olabilir. Nisan ayında görülen toksin üretimi sediment kökenli olabilir.

Sapanca, İznik ve Taşkısığı Gölleri'nde 1998 yılında yapılan çalışmaya çalışmaya göre Sapanca Gölü'nde alınan örneklerde 3,65 µg/l mikrosistin-LR, Taşkısığı Gölü'nde ise 2,43 µg/l mikrosistin-LR tespit edilmiştir (Albay vd., 2003a). 1999–2000 yıllarında Ömerli Barajı'nda 2,1 µg/l mikrosistin-LR tespit edilmiştir (Albay vd., 2003b). 2000-2003 yılları arasında Küçükçekmece Lagünü'nde 0,06-24,2 µg/l arasında değişen miktarlarda mikrosistin-LR tespit edilmiştir (Albay vd., 2005).

Bir başka araştırmada ise Sapanca gölünde tespit edilen mikrosistin konsantrasyonu 0,01 ile 6,5 µg/l arasında değiştiği bildirildi (Akçaalan, 2004).

Siyanobakteri toksinleri açısından içme suyunun içilebilirlik seviyesi 1 µg/L 'dir (Bouaïcha vd., 2002).

Özellikle içme suyu temini amacıyla kullanılan rezervuarlarda su kalitesinin önemi bir kat daha artmaktadır. Çünkü, istenmeyen mikroorganizmalar nedeniyle ortaya çıkacak olan kirlilik, sağlık açısından toplumu ilgilendiren bir hale dönüşebilir. Su kalitesiyle ilgili problemler farklı ve değişik kaynaklı olabilir. Temel problemler; evsel atıklardan kaynaklanan organik kirlilik, bakteriyel kirlilik, kanalizasyon atıklarının ve/veya tarımsal gübrelerin sebep olduğu besin tuzu artışları, sedimandan fosfor ve bağlı bileşiklerin salınmasını arttıran hipolimniyondaki oksijensizlik (anoksiya), siltleşmeden kaynaklanan bulanıklık, ağır metal ve tarımla ilgili kimyasalların oluşturacağı kirlilik olarak sayılabilir. Günümüzde çevre kirliliği problemlerinin artması ve her geçen gün su kaynaklarımızın kirliliğin tehditi altında olması, bu kaynakların korunmasına yönelik bilimsel çalışmaların ve yeni teknolojilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle göllerde besi maddesi (N, P) artışına bağlı olarak göl suyunun kalitesinin bozulmasına neden olan ötrofikasyon olayı, ciddi anlamda tehdit oluşturmaktadır (Kumcu, 2012).

Toksik mavi-yeşil alglerle mücadelede her ülkenin yönetim stratejileri ve fiziko-kimyasal mücadele yöntemleri vardır. Birçok ülkede mavi-yeşil alglerin gelişmesini önlemek amacıyla risk yönetim stratejileri geliştirilmiştir. Risk yönetim stratejisi, halk sağlığını korumak amacıyla hükümetlerin aldığı önlemleri içeren bir dizi tedbirlerdir. Bu risk yönetim stratejilerinde;

1. Risk bölgeleri tanımlanmalıdır (Mavi-yeşil alg türlerinin tespit edilmesi, kütlelerinin belirlenmesi ve bölgede daha önce yürütülen çalışmalarda karşılaşılan türlerin ortaya konulması gerekir).

2. Risk ve etki düzeyinin belirlenmesi gereklidir. İçme suyu amacıyla kullanılan sucul alanların, rekreasyonel alan olarak kullanılan sucul alanlara göre risk düzeyi daha fazladır.

3. Kontrol noktaları belirlenmelidir (Gölün değişik noktalarından örnekler alınarak kirlilik giriş noktalarının tespit edilir).

4. Ekonomik ve çevreye zarar vermeyen mücadele tekniklerinin belirlenmesi, herhangi bir sorun yaşandığında ise ikinci bir planın hazırlanması gerekmektedir.

5. Toksik mavi-yeşil alg patlamalarında içme sularının arıtımında mikrofiltrasyon, aktif karbon, ters osmoz ile toksinlerin adsorpsiyonu ve ozonlama gibi teknikler kullanılmaktadır. Bu tekniklerden ters ozmos, microcystin-LR ve microcystin-RR'nin ortadan kaldırmasında etkili bir yöntem olmasına rağmen, ters osmoz uygulaması sonucunda su kalitesinde bozulmalar meydana gelebilir.

6. Toksik mavi-yeşil alg patlamalarının görüldüğü alanlarda halk sağlığının korunması amacıyla uyulması gerekli tedbirler konusunda halkın bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır. Alg patlamalarının yoğun olarak gözlemlendiği bölgelerde, ikaz panoları bulunmalı ve bu panolarda uyulması gereken kurallar (kesinlikle su içilmemeli, suyla temas edilmemeli, avlama yapılmamalı gibi) bulunmalıdır (Fakıoğlu vd., 2011).

Bu tez çalışmasının, Karacaören I Baraj Gölü'nün siyanobakteri florasını ve mikrosistin-LR miktarını belirlemesi açısından ve bundan sonra yapılacak bilimsel çalışmalara yapacağı katkısı nedeniyle yararlı olacağı düşüncesindeyiz.

## KAYNAKLAR

- Acinas, S. G., Haverkamp, T., Huisman J., Stal, L. J., 2009. Phenotypic and genetic diversification of *Pseudanabaena* spp. (cyanobacteria). *The ISME Journal*, 3, 31-46.
- Akçaalan, R., 2004. Sapanca Gölü' nde Microcystin (Hepatotoksin) Üreten Mavi-Yeşil Alglerin (Cyanophyta) Bulunuşu ve Su Kalitesi İle Olan İlişkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akoğlu, A., Çakmakçı, M.L., 2011. Siyanobakterilerden elde edilen fikosiyaninin kullanım alanları. *Su Ürünleri Dergisi*, 28 (4), 137-141.
- Albay, M., Akcaalan, R., Tufekci, H., Metcalf, J. S., Beattie, K. A., Codd, G.A., 2003a. Depth profiles of cyanobacterial hepatotoxins (microcystins) in three Turkish freshwater lakes. *Hydrobiologia* 505, 89-95.
- Albay, M., Akçaalan, R., Aykulu, G., Tüfekci, H., Beattie K.A., Codd, G.A., 2003b. Occurrence of toxic cyanobacteria before and after copper sulphate treatment in a water reservoir, Istanbul, Turkey. *Algological Studies*, 109 (1), 67-78.
- Albay, M., Matthiensen, A. and Codd, G.A., 2005, Occurrence of toxic blue-green algae in the Kucukcekmece lagoon (Istanbul, Turkey). *Environmental Toxicology*, 20, 277-284.
- Alhamadi, A., 2014. Eğrekkaya Baraj Gölü Diatom Türleri (Kızılcahamam-Ankara), Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Enstitüsü, Ankara.
- Anjos, F. M., Bittencourt Oliveira, M. C., Zajac, M. P., Hiller, S., Christian, B., Erler, K., Luckas, B. and Pinto, E., 2006. Detection of harmful cyanobacteria and their toxins by both PCR amplification and LC-MS during abloom event. *Toxicon*, 48, 239-245.
- Anonim, 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management, Published on behalf of WHO, London.
- Anonim, 2004. WHO, Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd ed., *World Health Organization*, Geneva, Switzerland.
- Anonim, 2015. Su Çevrimi - The water cycle, Turkish DSi Genel Müdürlüğü <http://water.usgs.gov/edu/watercycleturkish.html> (Erişim Tarihi: 01.02.2015)
- Anonim, 2015. Toprak ve Su Kaynakları <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (Erişim Tarihi: 01.02.2015)
- Aydın, N., 2007. Hayvan sağlığında mikotoksinler ve mikotoksikozisler. *İnfeksiyon Dergisi*, 21, 37-46.



- Ayvaz, M., Tenekecioğlu, M., Kuru, E., 2011. Afşar Baraj Gölü 'nün (Manisa-Türkiye) trofik statüsünün belirlenmesi. *Ekoloji*, 20 (81), 37-47.
- Bakır, F., 2007. Kurtboğazı Baraj Gölünü Besleyen Derelerin ve Baraj Çıkış Suyunun Çevresel Açından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Balık, G., 2009. Baraj Gölleri ve Çevresel Etkilerinin Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi; Tahtalı Barajı Örneği, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Barlas, M., Kır, İ., 2001. Water quality of Karacaören I Dam Lake and investigation on parasites of Barbels (*Barbus capito pectoralis* Heckel,1843) inhabiting the lake. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14 (2), 633-641.
- Başaran, G., İnce, Ö., Tüzün, İ., 2006. Kapulukaya (Kırıkkale) Baraj Gölü' nde fiziksel ve kimyasal değişkenlerin su kalitesine ilişkin değerlendirilmesi. *1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*.
- Berkün, M., Aras E., Koç T., 2008. Barajların ve hidroelektrik santrallerin nehir ekolojisi üzerinde oluşturduğu etkiler. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 6 (452), 41-48.
- Best, J. H., Eddy, F. B., Codd, G. A., 2003. Effects of *Microcystis* spp. cells, cell extracts and lipopolysaccharide on drinking and liver function in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum. *Aquatic Toxicology*, 64 (4), 419-26.
- Billam, M., 2006, Development and Validation of Microcystin Biomarkers for Exposure Studies, PhD Thesis, Graduate Faculty of Texas Tech University, ABD.
- Bouaïcha, N., Maatouk, I., Vincent, G., Levi, Y., 2002. A colorimetric and fluorometric microplate assay for the detection of microcystin-LR in drinking water without preconcentration. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1677–1683.
- Bozkurt, A., 2004. Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki bazı baraj ve göletlerin zooplankton faunası üzerine ilk gözlemler. Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Hatay, Türkiye, 71-76.
- Bulut, S., Mert, R., Soylak, K., Konuk, M., 2011. Selevir Baraj Gölü' nün bazı limnolojik özellikleri. *Ekoloji*, 20 (80), 13-22.
- Callieri, C. and Stockner, J.G., 2002. Freshwater autotrophic picoplankton: a review. *J Limnol*, 61(1), 1-14.
- Carmichael, W. W., LI, R., 2006. Cyanobacteria toxins in the Salton Sea. *Saline Systems*, 2 (5), 1-13.
- Carroll, J. H., Nolen, S. L., and Peterson, L., 1996. *Water quality changes from 1987-1991 in broken bow lake*, Oklohoma. *Proc. Okla Acad. Sci*, 76, 35-38.
- Cirik, S., Cirik., Ş., 1990. *Limnoloji*. Üçüncü Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 166 s.

- Çelik, H.E., Şengönül, K., Akyüz, F., Altunel, O., Dağcı, M., Esin, A.İ., 2012. İstanbul'un içme suyu barajlarının sedimantasyon problemi ve çözüm önerileri: Alibey Barajı örneği. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 62 (2), İstanbul, 113-127.
- Çolak, Ç., 2007. Baraj İşleyiş Süreçlerinde Sosyal ve Fiziksel Çevre Etkileri-Doğu Karadeniz Bölgesi Barajları, Doktora Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon..
- Daşdemir, O., 2012. Denizel Ortamdan Bazı Mikroalg ve Siyanobakterilerin İzolasyonu ve Uygun Kültür Ortamının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Demirel, Z., 2010. İzmir İlindeki Farklı Kaynaklardan İzole Edilen Bazı Mavi-Yeşil Alglerin (Siyanobakterilerin) Moleküler Özelliklerinin ve Toksinlerinin Araştırılması, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Didinen, H., Boyacı, Y. Ö., Didinen, B. I., 2008. Uygulanmış bazı göl iyileştirme çalışmaları ve sonuçları. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 25 (2), 173–179.
- Dokcan, Ş., 2010. Sarıyar Baraj Gölü Bentik Algleri, Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Durhasan, D., 2006. Baraj Göllerinden Su Temininde Derinliğin Su Kalitesine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Eaton, A., Clesceri, L., Greenberg, A., Franson, M., 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition, SM 10200 H. Chlorophyll Spectrophotometric Method.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1999. *Su Kalitesi*, Üçüncü Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 147 s.
- Ekingen, G., 2001. *Limnoloji*. Mersin Üniversitesi Yayınları, Mersin, 208 s.
- Eriksen, N.T., 2008. Production of phycocyanin – a pigment with applications in biology, biotechnology, foods and medicine. *Appl Microbiol Biotechnol*, 80, 1-14.
- Ertan, Ö. O., Yüce A., Bilgin Ş., 2000. Karacaören I Baraj Gölü Fitoplanktonu. Doğu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri, Erzurum 67-84 s..
- Fakioğlu, Ö., Atamanalp, M., Demir, N., 2011. Baraj göllerinde toksik mavi-yeşil algler. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 65-71.
- Fergusson, K.M., Saint, C.P., 2000. Molecular Phylogeny of *Anabaena circinalis* and Its Identification in Environmental Samples by PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (9), 4145–4148.
- Govorushko, S. M., 2002. Effect of human activity on rivers. *International Congress River Basin Management*, 464-467.

- Gülbenzer, S., Ökmen, G., 2012. Ozmotik koruyucular ve mikroorganizmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (1), 41-52.
- Gülkız, N.G., Yıldız, İ., 2010. Tatlı su protozoonları ve önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 3 (1), 7-16.
- Gülle, İ., 2005. Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) Planktonunun Taksonomik Ve Ekolojik Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Güngördü, A., 2007. Karakaya Baraj Gölünün Su Kalitesinin Ekotoksikolojik Yaklaşımla Değerlendirilmesi, Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Gürbüz, F., 2008. Göller Bölgesindeki Bazı Su Kaynaklarında Bulunan Toksik Siyanobakteri Türlerinin Tanımlanması ve Toksin Seviyelerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Idroos, S. F., Manage, P. M., 2014. Seasonal occurrence of Microcystin-LR with respect to physico-chemical aspects of Beira lake water. *International Journal of Multidisciplinary Studies*, 1 (2), 27-37.
- İspirli, S., 2009. İzmir Tahtalı Baraj Gölü'nün Toksik Siyanobakteri Türleri ve Bazı Mikrosistin Varyantları Yönünden Araştırılması, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- John, D., Whitton, B., Brook, A., 2001. The Freshwater Algal Flora of the British Isles An identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, United Kingdom, 702 s.
- Kagalou, I., Papastergiadou E., Tsoumani M., 2002. Monitoring of water quality of Kalamas River, Epirus, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, 11 (10a), 788-794.
- Kahraman, S. D., Küplülü, Ö., 2012. Siyanobakteriler ve toksinleri. *Vet Hekim Der Dergisi*, 83 (2), 36-47.
- Kırmızıgül, O., 2013. Gökçekaya Baraj Gölü Dip Sedimentinin Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kocataş, A., 2008. *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Onuncu Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 595 s.
- Köker, L., 2009. Marmara Bölgesi İç sularındaki Bazı Mavi-Yeşil Alg Türlerinin Toksin Üretiminin Genetik Yöntemlerle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köz Yılmaz, F. F., 2009. Yöresel Kaynaklardan İzole Edilen Yeşil Mikroalg *Chlorella* sp. ve Siyanobakteri *Oscillatoria Amphibia'* nin Çeşitli Ekstraktlarının Farmakolojik

Aktivitesinin İncelenmesi, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir..

- Kumcu, Ş., 2012. Gökçekaya Baraj Gölü Dip Sedimanının Nutrient Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kumru, S., 2009. Sır Barajı Gölü'nde (Kahramanmaraş) Zooplankton Yoğunluğunun Aylara ve Derinliğe Göre Değişimi, Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Lee, T. H., Chen, Y. M., Chou, H. N., 1998. First report of microcystins in Taiwan. *Toxicon*, 36 (2), 247-255.
- Liu, Y., Song, L., Li, X., Liu, T., 2002. The toxic effects of microcystin-LR on embryonal larval and juvenile development of loach, *Misgurnus mizolepis* Gunthe. *Toxicon*, 40 (4), 395-399.
- MacKintosh, C., Beattie, K. A., Klumpp, S., Cohen, P., Codd, G. A., 1990. Cyanobacterial microcystin-LR is a potent and specific inhibitor of protein phosphatases 1 and 2A from both mammals and higher plants. *1990 Federation of European Biochemical Societies Letters*, 264 (2), 187-192.
- Makowski, A., Wardas, W., 2001. Photocatalytic degradation of toxins secreted to water by cyanobacteria and unicellular algae and photocatalytic degradation of the cells of selected microorganisms. *Current Topics in Biophysics*, 25 (1), 19-25.
- Mert, R., Bulut, S., Solak, K., 2008. Apa Baraj Gölü' nün (Konya) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 1-10.
- Mihali, T.K., Kellmann, R., Muenchhoff, J., Barrow, K.D., Neilan, B.A., 2008. Characterization of the gene cluster responsible for cylindrospermopsin biosynthesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(3), 716-722.
- Oberholster, P. J., Botha, A. M., Grobbelaar, J. U., 2004. *Microcystis aeruginosa*: source of toxic microcystins in drinking water. *African Journal of Biotechnology*, 3 (3), 159-168.
- Odokuma, L. O., Isirima, J. C., 2007. Distribution of cyanotoxins in aquatic environments in the Niger Delta. *African Journal of Biotechnology*, 6 (20), 2375-2385.
- Osswald, J., Rellan, S., Carvalho, A. P., Gago, A., Vasconcelos, V., 2007a. Acute effects of an anatoxin-a producing cyanobacterium on juvenile fish—*Cyprinus carpio* L. *Toxicon*, 49, 693–698.
- Osswald, J., Rellán, S., Gago, A., Vasconcelos, V., 2007b. Toxicology and detection methods of the alkaloid neurotoxin produced by cyanobacteria, anatoxin-a. *Environment International*, 33, 1070–1089.

- Ökmen, G., Dönmez, G., 2007. Işık şiddetinin çeltik tarlalarından izole edilen siyanobakterilerde üremeye ve nitrojenaz aktivitesine etkisi. *Türk Mikrobiyoloji Cem Dergisi*, 37 (1), 5-10.
- Ökmen, G., Türkcan, O., Erdal, P., 2013. Çeşitli siyanobakteriyel türlerin toplam protein, karbonhidrat ve klorofil-a içerikleri üzerine heksavalent kromun etkisi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 19-27.
- Ökmen, G., Türkcan, O., Erdal, P., Işık, D., 2012. *Anabaena* sp. klorofil-a,  $\beta$ - karoten, fikosiyenin ve allofikosiyenin içeriğine herbisitlerin etkisi. 2. *Ulusal Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji Kongresi*, Antalya.
- Özdemir, N., Yılmaz, F., Yorulmaz, B., 2007. Dalaman Çayı üzerindeki Bereket Hidro-elektrik Santrali Baraj Gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması. *Ekoloji*, 20 (62), 30-36.
- Özkul, K., 2008. Uzungöl Ve Cernek Gölü (Bafra, Samsun) Yüzey Tabakasından Tek Hücreli SiyanobakteriLerin İzolasyonu Ve Karakterizasyonu Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özyalın, S., Ustaoglu, M.R., 2008. Kemer Baraj Gölü (Aydın) net fitoplankton kompozisyonunun incelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25 (4), İzmir, 275-282.
- Pearson, L., Mihali, T., Moffitt, M., Kellmann, R. and Neilan, B., 2010. On the chemistry, toxicology and genetics of the cyanobacterial toxins, microcystin, nodularin, saxitoxin and cylindrospermopsin. *Marine Drugs*, 8, 1650-1680.
- Perez, M. C., Bonilla, S., Martinez, G., 1999. Phytoplankton community of a polymictic reservoir, La Plata River Basin, Uruguay. *Revista Brasileira de Biologia*, 59 (4), Brezilya <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000400002>.
- Pitois, S., Jackson, M.H., Wood, B.J.B., 2000. Problems associated with the presence of cyanobacteria in recreational and drinking waters. *International Journal of Environmental Health Research*, 10, 203-218.
- Sandık İçyüz, E., 2009. Denizli, Sarayköy`de Bulunan Termal Kaynaktan İzole Edilen Siyanobakteri *Pseudanabaena* sp. ve *Synechococcus* sp.` den Elde Edilen Ekstraktların Farmakolojik Aktivitesinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sevindik Ongun, T., 2009. Fitoplanktonik Organizmaların İkizcetepeler ve Çaygören Barajlarında Mevsimsel ve Dikey Dağılımlarının İncelenmesi, Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Sömek, H., 2011. Adıgüzel Baraj Gölü'nün (Güney-Denizli) Fitoplankton Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Sömek, H., Balık, S., Ustaoglu, M. R., 2005. Topçam baraj gölü (Çine-Aydın) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 1 (1), Isparta, 26-32.
- Takenaka, S., Watanabe, M. F., 1997. Microcystin-LR degradation by *Pseudomonas aeruginosa* alkaline phosphatase. *Chemosphere*, 34 (4), 749-757.
- Taş, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15 (61), 6-15.
- Taş, B., Taş, E., (B.T.). Mavi-yeşil alglerin (cyanobacteria) evolusyonu ve stromatolitler. *Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi*, 233-242.
- Tenekecioğlu, E.R., 2011. Demirköprü Baraj Gölünde (Manisa) Mevsimsel Plankton Topluluk Yapısı Değişimleri, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Türkcan, O., Ökmen, G., 2012. Mikrobiyal karotenoidler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (1), 115-122.
- Ulcay, S., Kurt, O., Taşkın, E., Öztürk, M., 2010. Uluabat (Apoliyont) Gölü'nde (Bursa) gözlenen mevsimsel toksik mavi-yeşil alg (*cyanobacteria*, *cyanophyceae*) çoğalması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1), 117-120.
- Ustaoglu, M. R., Balık, S., Gezerler Şipal, U., Mis Özdemir, D., Aygen, C., 2010. Buldan Baraj Gölü (Denizli) planktonu ve mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27 (3), İzmir, 113-120.
- Ülgü, M., 2008. Tahtaköprü Baraj Gölü Zooplankton Süksesyonunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.
- Vessey, J. K., Pawlowski, K., Bergman, B., 2005. Root-based N<sub>2</sub>-fixing symbioses: legumes, actinorhizal plants, Parasponia sp. and cycads. *Plant Soil*, 274, 51-78.
- Wacklin, P., 2006. Biodiversity and phylogeny of planktic cyanobacteria an temperate freshwater lakes, Academic Dissertation in Microbiology. Department of Applied Chemistry and Microbiology University of Helsinki, Finlandiya 1-69.
- Wiese, M., D'Agostino, P. M., Mihali, T. K., Moffitt, M. C., Neilan, B. A., 2010. Neurotoxic alkaloids: saxitoxin and its analogs. *Marine Drugs*, 8, 2185-2211.
- Yalçın, S., 2012. Mikrosistin biyosentez yollarının düzenlenmesi ve genetik mekanizmalar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69 (3), 169-178.
- Yetgin, P., K., 2009. Ömerli Baraj Gölünde Trofik Seviyenin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, M., Philips, E. J., 2010. Silindrospermopsis genleri için dahili çoğaltma kontrollerinin (dçk) tasarımı ve sınırlayıcı parça uzunluk çeşitliliği (spuç) testinin geliştirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27 (2), İzmir, 97-101.

Yüksel, K., 2009. İzmir İli Ve Çevresinde Bulunan Termal Sularda Gelişen Bazı Termofilik Mavi-Yeşil Alglerin (Siyanobakterilerin) İzolasyonu ve Moleküler Yöntemlerle Tayini, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yüksel, K., Demirel, Z., Koçyiğit, A., Sukatar, A., 2009. İzmir ilinde bulunan termal sularda gelişen bazı termofilik mavi-yeşil alglerin (siyanobakterilerin) izolasyonu ve moleküler tayini. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26 (4), İzmir, 267-270.



**EK-1****EK 1 - Çizelge 4.1. Yüzey suyu pH değerleri**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzey	8,41	8,06	8,31	8,26	8,15	7,80	7,84	8,62	8,80	8,36	9,25	8,26	8,34
II. İstasyon Göl Yüzeiy	8,47	8,08	8,35	8,34	8,14	7,85	7,89	8,61	8,53	8,10	8,98	8,31	8,30
III. İstasyon Göl Yüzeiy	8,48	8,28	8,34	8,30	8,09	7,78	7,73	8,60	8,64	8,13	9,03	8,37	8,31
Ortalama	8,45	8,14	8,33	8,30	8,13	7,81	7,82	8,61	8,66	8,20	9,09	8,31	

**EK 2- Çizelge 4.2. Dip suyu pH değerleri**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	7,87	7,77	8,31	8,26	8,08	7,90	7,87	8,60	8,25	8,10	8,40	7,74	8,10
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	7,90	8,31	8,32	8,26	7,88	7,82	8,23	8,21	8,32	8,53	7,89	8,15
III. İstasyon Göl Dip Suyu	8,02	7,75	8,34	8,25	8,09	7,75	7,75	8,06	8,33	8,35	8,12	8,01	8,07
Ortalama	7,95	7,81	8,32	8,28	8,14	7,84	7,81	8,30	8,26	8,26	8,35	7,88	



**EK 3 - Çizelge 4.3. Yüzey suyu sıcaklık değerleri (°C)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	30,70	27,20	23,30	19,00	16,80	11,20	11,20	12,50	16,00	21,20	24,40	-	19,41
II. İstasyon Göl Yüzeği	31,00	27,00	24,50	19,20	16,60	11,30	12,10	12,90	16,10	19,40	24,50	-	19,51
III. İstasyon Göl Yüzeği	28,60	27,80	24,90	19,40	16,80	11,70	11,70	12,50	14,40	19,50	22,70	-	19,09
Ortalama	30,10	27,33	24,23	19,20	16,73	11,40	11,67	12,63	15,50	20,03	23,87		

**EK 4 - Çizelge 4.4. Dip suyu sıcaklık değerleri (°C)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	20,80	25,20	22,20	18,30	16,40	10,30	9,60	10,80	11,80	15,20	14,50	-	15,92
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	24,90	24,10	17,70	16,50	10,90	11,50	10,50	11,90	12,70	15,00	-	15,57
III. İstasyon Göl Dip Suyu	16,00	17,00	22,50	18,70	16,90	11,30	11,40	10,60	11,60	12,70	15,00	-	14,88
Ortalama	18,40	22,37	22,93	18,23	16,60	10,83	10,83	10,63	11,77	13,53	14,83		

**EK 5 - Çizelge 4.5. Yüzey suyu tuzluluk değerleri (g/L)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,20
II. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	-	0,18
III. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,19
Ortalama			0,13	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17		

**EK 6 - Çizelge 4.6. Dip suyu tuzluluk değerleri (g/L)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,20
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	-	0,18
III. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	-	0,19
Ortalama			0,13	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17		

**EK 7 - Çizelge 4.7. Yüzey suyu elektriksel iletkenlik değerleri (µS/cm)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeyi	-	-	314,20	283,80	270,00	246,00	248,00	252,90	308,50	308,50	304,00	-	281,77
II. İstasyon Göl Yüzeyi	-	-	296,20	283,20	270,40	246,00	247,80	270,00	285,50	285,50	306,00	-	276,73
III. İstasyon Göl Yüzeyi	-	-	307,60	280,10	273,10	252,20	245,80	260,20	270,00	270,00	296,00	-	272,78
Ortalama			306,00	282,37	271,17	248,07	247,20	261,03	288,00	288,00	302,00		

**EK 8 - Çizelge 4.8. Dip suyu elektriksel iletkenlik değerleri (µS/cm)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	315,10	288,20	275,00	242,00	251,00	311,60	311,80	311,80	306,00	-	290,28
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	312,80	287,20	269,60	247,00	248,70	259,40	279,90	279,90	298,00	-	275,83
III. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	316,40	287,40	272,70	249,00	256,30	266,40	272,30	272,30	345,00	-	281,98
Ortalama			314,77	287,60	272,43	246,00	252,00	279,13	288,00	288,00	316,33		

**EK 9 - Çizelge 4.9. Yüzey suyu özgül iletkenlik değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	321,30	321,40	320,00	334,60	337,00	335,10	364,30	329,00	309,00	-	330,19
II. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	298,80	313,30	322,70	338,00	330,30	335,00	336,30	310,00	309,00	-	321,49
III. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	303,30	313,50	325,50	338,40	330,40	337,60	333,70	319,00	311,00	-	323,60
<b>Ortalama</b>			307,80	316,07	322,73	337,00	332,57	335,90	344,77	319,33	309,67		

**EK 10 - Çizelge 4.10. Dip suyu özgül iletkenlik değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	322,00	321,30	328,00	338,00	338,00	396,00	384,90	382,30	369,00	-	353,28
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	312,00	317,10	321,80	332,00	335,20	346,00	351,90	355,30	343,00	-	334,92
III. İstasyon Göl Dip Suyu	-	-	320,20	324,40	325,80	337,40	345,50	344,10	342,30	352,60	287,00	-	331,03
<b>Ortalama</b>			318,07	320,93	325,20	335,80	339,57	362,03	359,70	363,40	333,00		

**EK 11 - Çizelge 4.11. Secchi diski görünürlüğü (m)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	120	-	240	125	300	200		200	200	110	175	245	192
II. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	280	150	250	210	100	330	380	220	420	300	264
III. İstasyon Göl Yüzeği	-	-	280	200	450	400	400	290	400	300	500	390	361
<b>Ortalama</b>	120		267	158	333	270	250	273	327	210	365	312	

**EK 12 - Çizelge 4.12. Yüzey suyu çözünmüş oksijen değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	8,26	4,20	7,00	9,25	7,92	9,80	9,65	12,40	15,80	16,35	9,65	-	10,03
II. İstasyon Göl Yüzeği	9,35	4,71	8,12	11,10	7,60	9,70	9,16	10,33	10,90	12,40	7,90	-	9,21
III. İstasyon Göl Yüzeği	8,64	5,80	7,30	9,41	7,14	6,92	8,12	12,18	11,70	12,30	8,25	-	8,89
<b>Ortalama</b>	8,75	4,90	7,47	9,92	7,55	8,81	8,98	11,64	12,80	13,68	8,60		

**EK 13 - Çizelge 4.13. Dip suyu çözünmüş oksijen değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,08	1,43	6,30	9,60	7,45	8,97	9,65	8,94	7,11	6,80	1,00	-	6,12
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	1,25	7,64	10,35	7,70	8,90	8,60	6,75	7,33	4,85	2,90	-	6,63
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,55	1,53	3,50	8,52	6,80	6,70	8,73	7,05	10,20	6,62	4,20	-	5,85
<b>Ortalama</b>	0,32	1,40	5,81	9,49	7,32	8,19	8,99	7,58	8,21	6,09	2,70		

**EK 14 - Çizelge 4.14. Yüzey suyu oksijen doygunluğu değerleri (%)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	110	53,5	83	101	82	89	88	117	160	186	115	-	107,68
II. İstasyon Göl Yüzeği	125	59,9	97	120	78,7	89	84,5	98	110	135	95	-	99,28
III. İstasyon Göl Yüzeği	112	74	87	102,5	74,1	64	76	115	115	133	95	-	95,24
<b>Ortalama</b>	115,67	62,47	89	107,83	78,27	80,67	82,83	110	128,33	151,33	101,67		

**EK 15 - Çizelge 4.15. Dip suyu oksijen doygunluğu değerleri (%)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	-	33	72	102	76	80	85	81	65	70	9	-	67,3
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	34,3	91	110	79	80	78,5	61,5	66	45	27	-	67,23
III. İstasyon Göl Dip Suyu	4,8	15,7	35	91	69,4	60	75,1	63	100	62	42	-	56,18
Ortalama	4,8	27,67	66	101	74,8	73,33	79,53	68,5	77	59	26		

**EK 16 - Çizelge 4.16. Yüzey suyu askıda katı madde değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	3,2	7,6	5,2	2,0	5,2	1,6	7,5	3,80	10,00	11,20	5,80	2,80	5,5
II. İstasyon Göl Yüzeği	3,2	4,8	3,2	2,0	2,6	2,0	10,8	2,80	4,80	5,20	3,20	2,20	3,9
III. İstasyon Göl Yüzeği	2,8	2,4	2,8	2,8	1,8	0,4	2,6	3,20	2,80	3,20	1,60	1,60	2,3
Ortalama	3,1	4,9	3,7	2,3	3,2	1,3	7,0	3,27	5,87	6,53	3,53	2,20	

**EK 17 - Çizelge 4.17. Dip suyu askıda katı madde değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	4,0	4,4	6,4	3,6	3,0	4,8	9,8	15,40	5,30	24,40	13,40	7,40	8,5
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	11,6	7,2	5,6	3,2	2,8	51,3	22,20	3,80	3,60	2,60	12,20	11,5
III. İstasyon Göl Dip Suyu	1,6	1,6	2,0	2,0	1,2	0,8	8,2	2,40	2,25	2,00	1,00	1,60	2,2
Ortalama	2,8	5,9	5,2	3,7	2,5	2,8	23,1	13,33	3,78	10,00	5,67	7,07	

**EK 18 - Çizelge 4.18. Yüzey suyu karbonat değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzevi	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	3,60	4,80	8,40	0,00	2,00
II. İstasyon Göl Yüzevi	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	2,40	7,20	0,00	1,40
III. İstasyon Göl Yüzevi	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	3,60	10,80	3,60	2,10
Ortalama	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	3,60	3,60	8,80	1,20	

**EK 19 - Çizelge 4.19. Dip suyu karbonat değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	0,30
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	0,00	0,22
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ortalama	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	

**EK 20 - Çizelge 4.20. Yüzey suyu bikarbonat değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzevi	143,00	172,80	180,00	176,40	186,10	175,80	168,00	184,27	192,81	168,41	149,00	141,56	169,85
II. İstasyon Göl Yüzevi	143,00	167,90	174,00	173,40	178,20	184,20	191,00	203,80	192,00	167,19	156,00	144,00	172,89
III. İstasyon Göl Yüzevi	152,00	161,90	172,00	175,80	178,80	187,30	187,00	195,25	186,00	167,19	149,00	119,59	169,32
Ortalama	146,00	167,53	175,33	175,20	181,03	182,43	182,00	194,44	190,27	167,60	151,33	135,05	

**EK 21 - Çizelge 4.21. Dip suyu bikarbonat değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	186,00	189,70	178,00	175,80	182,40	202,40	161,00	229,42	209,90	207,46	201,00	192,81	192,99
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	186,00	173,00	181,80	179,40	188,50	181,00	201,36	192,00	195,25	203,00	196,48	188,89
III. İstasyon Göl Dip Suyu	213,00	212,60	172,00	169,80	180,60	180,00	185,00	189,15	195,25	194,03	189,00	195,50	189,66
Ortalama	199,50	196,10	174,33	175,80	180,80	190,30	175,67	206,64	199,05	198,91	197,67	194,93	

**EK 22 - Çizelge 4.22. Yüzeysel suyu alkalinite değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeysel	123,0	141,6	148,0	144,5	152,5	144,0	138,0	157,0	164,0	146,0	136,0	116,0	142,6
II. İstasyon Göl Yüzeysel	123,0	137,6	143,0	142,1	146,0	151,0	156,0	167,0	163,0	141,0	140,0	118,0	144,0
III. İstasyon Göl Yüzeysel	131,0	132,7	141,0	144,1	146,5	153,0	153,0	160,0	158,0	143,0	140,0	110,0	142,7
Ortalama	125,7	137,3	144,0	143,6	148,3	149,3	149,0	161,3	161,7	143,3	138,7	114,7	

**EK 23 - Çizelge 4.23. Dip suyu alkalinite değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	152,00	155,40	146,00	144,10	149,50	166,00	132,00	188,00	178,00	170,00	165,00	158,00	158,67
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	152,50	142,00	149,00	147,00	154,00	149,00	165,00	161,00	160,00	166,00	161,00	155,14
III. İstasyon Göl Dip Suyu	174,00	174,20	141,00	139,10	148,00	148,00	151,00	155,00	160,00	159,00	155,00	162,00	155,53
Ortalama	163,00	160,70	143,00	144,07	148,17	156,00	144,00	169,33	166,33	163,00	162,00	160,33	

**EK 24 - Çizelge 4.24. Yüzey suyu kalsiyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I.İstasyon Göl Yüzeı	23,00	32,90	34,50	36,10	36,90	39,30	46,00	20,44	56,90	36,07	35,00	24,05	35,10
II. İstasyon Göl Yüzeı	29,00	36,90	34,90	33,70	37,70	39,30	47,00	19,24	48,90	37,68	30,00	23,65	34,83
III. İstasyon Göl Yüzeı	32,00	31,30	37,70	36,10	36,90	38,50	40,00	20,84	46,90	39,68	36,00	23,25	34,93
Ortalama	28,00	33,70	35,70	35,30	37,17	39,03	44,33	20,17	50,90	37,81	33,67	23,65	

**EK 25 - Çizelge 4.25. Yüzey suyu kalsiyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	37,00	36,90	33,70	37,70	35,30	38,50	41,00	18,43	46,30	46,49	47,00	39,28	38,13
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	39,30	36,10	36,90	37,70	40,10	45,00	21,64	48,10	41,28	49,00	42,08	39,75
III. İstasyon Göl Dip Suyu	45,00	43,30	36,90	32,90	32,10	40,10	52,00	18,84	48,50	48,90	44,00	42,89	40,45
Ortalama	41,00	39,83	35,57	35,83	35,03	39,57	46,00	19,64	47,63	45,56	46,67	41,42	

**EK 26 - Çizelge 4.26. Yüzey suyu magnezyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I.İstasyon Göl Yüzeı	22,00	22,40	20,20	20,90	16,50	22,80	13,00	11,18	6,80	14,58	12,00	15,31	16,47
II. İstasyon Göl Yüzeı	17,00	21,40	19,20	27,80	16,00	22,40	13,00	11,66	9,00	16,04	12,00	15,79	16,77
III. İstasyon Göl Yüzeı	19,00	20,40	18,50	20,40	15,60	21,40	19,00	11,18	10,20	11,66	12,00	14,58	16,16
Ortalama	19,33	21,40	19,30	23,03	16,03	22,20	15,00	11,34	8,67	14,09	12,00	15,23	



**EK 27 - Çizelge 4.27. Dip suyu magnezyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	23,00	20,90	19,70	21,90	20,40	26,70	17,00	13,12	13,10	13,12	11,00	15,07	17,92
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	20,40	14,60	21,90	18,50	21,40	15,00	11,17	10,40	17,50	11,00	13,12	15,91
III. İstasyon Göl Dip Suyu	21,00	22,40	20,40	23,30	23,30	22,80	11,00	12,88	10,20	10,94	12,00	14,34	17,05
Ortalama	22,00	21,23	18,23	22,37	20,73	23,63	14,33	12,39	11,23	13,85	11,33	14,18	

**EK 28 - Çizelge 4.28. Yüzeysel su toplam sertlik değerleri (CaCO<sub>3</sub> olarak mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeysel	146,00	174,00	169,00	176,00	160,00	192,00	170,00	97,00	170,00	150,00	137,00	123,00	155,33
II. İstasyon Göl Yüzeysel	142,00	180,00	166,00	198,00	160,00	190,00	170,00	96,00	159,00	160,00	139,00	124,00	157,00
III. İstasyon Göl Yüzeysel	158,00	162,00	170,00	174,00	156,00	184,00	180,00	98,00	159,00	147,00	141,00	118,00	153,92
Ortalama	148,67	172,00	168,33	182,67	158,67	188,67	173,33	97,00	162,67	152,33	139,00	121,67	

**EK 29 - Çizelge 4.29. Dip suyu toplam sertlik değerleri (CaCO<sub>3</sub> olarak mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	186,00	178,00	165,00	184,00	172,00	206,00	170,00	100,00	177,00	170,00	163,00	160,00	169,25
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	182,00	150,00	182,00	170,00	188,00	175,00	100,00	163,00	175,00	165,00	159,00	164,45
III. İstasyon Göl Dip Suyu	197,00	200,00	176,00	178,00	176,00	194,00	175,00	100,00	163,00	167,00	158,00	166,00	170,83
Ortalama	191,50	186,67	163,67	181,33	172,67	196,00	173,33	100,00	167,67	170,67	162,00	161,67	

**EK 30 - Çizelge 4.30. Yüzeý suýu toplam nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N) deęerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I.İstasyon Göl Yüzeýi	0,052	<0,002	<0,002	0,008	0,01	0,008	0,007	0,01	0,04	0,048	0,011	0,01	0,02
II. İstasyon Göl Yüzeýi	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,008	0,006	0,008	0,01	0,01	0,011	0,006	0,01	0,01
III. İstasyon Göl Yüzeýi	0,049	<0,002	<0,002	0,005	0,008	0,011	0,004	0,01	0,01	0,013	0,007	0,01	0,01
<b>Ortalama</b>	0,05			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	

**EK 31 - Çizelge 4.31. Dip suýu toplam nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N) deęerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I.İstasyon Göl Dip Suýu	0,049	<0,002	<0,002	0,009	0,011	0,021	0,007	0,05	0,03	0,06	0,013	0,1	0,04
II. İstasyon Göl Dip Suýu	-	<0,002	<0,002	0,003	0,008	0,006	0,008	0,01	0,01	0,016	0,008	0,03	0,01
III. İstasyon Göl Dip Suýu	0,067	<0,002	<0,002	0,006	0,01	0,008	0,005	0,01	0	0,005	0,003	0,03	0,01
<b>Ortalama</b>	0,06			0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,05	

**EK 32 - Çizelge 4.32. Yüzeý suýu toplam amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N) deęerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I.İstasyon Göl Yüzeýi	0,016	0,031	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,02	0,017	<0,020	<0,020	<0,02	0,02
II. İstasyon Göl Yüzeýi	0,016	0,093	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,02	<0,02	<0,020	<0,020	<0,02	0,05
III. İstasyon Göl Yüzeýi	0,016	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,02	<0,02	<0,020	<0,020	<0,02	0,02
<b>Ortalama</b>	0,02	0,06							0,02				

**EK 33 - Çizelge 4.33. Dip suyu toplam amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,078	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,076	<0,020	0,054	0,063	0,22	0,037	<0,02	0,09
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,02	0,004	<0,020	0,01	<0,02	0,01
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,14	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,02	<0,02	<0,020	<0,020	<0,02	0,14
Ortalama	0,11					0,08		0,05	0,03	0,22	0,02		

**EK 34 - Çizelge 4.34. Yüzeysel su toplam nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeysel	0,05	0,05	0,02	0,07	0,15	0,25	0,26	0,33	0,45	0,30	0,11	0,00	0,17
II. İstasyon Göl Yüzeysel	0,06	0,06	0,05	0,04	0,07	0,18	0,30	0,38	0,38	0,20	0,18	0,00	0,16
III. İstasyon Göl Yüzeysel	0,05	<0,010	0,05	0,05	0,13	0,24	0,25	0,35	0,32	0,27	0,23	0,05	0,18
Ortalama	0,06	0,06	0,04	0,06	0,12	0,22	0,27	0,35	0,38	0,26	0,17	0,02	

**EK 35 - Çizelge 4.35. Dip suyu toplam nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,08	0,05	0,05	0,07	0,16	0,44	0,33	0,72	0,65	0,76	0,90	0,18	0,37
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	0,15	0,05	0,10	0,08	0,20	0,31	0,41	0,49	0,61	0,35	0,15	0,26
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,30	0,22	0,05	0,05	0,11	0,26	0,34	0,67	0,74	0,82	0,60	0,58	0,40
Ortalama	0,19	0,14	0,05	0,07	0,12	0,30	0,33	0,60	0,63	0,73	0,62	0,30	

**EK 36 - Çizelge 4.36. Yüzey suyu toplam azot ( $\Sigma N$ ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeyi	0,21	0,12	0,10	0,09	0,31	0,26	0,35	0,26	0,31	0,32	0,07	0,02	0,20
II. İstasyon Göl Yüzeyi	0,12	0,27	0,11	0,04	0,09	0,19	0,30	0,16	0,12	0,10	0,07	0,15	0,14
III. İstasyon Göl Yüzeyi	0,14	0,03	0,10	0,07	0,25	0,24	0,29	0,18	0,11	0,09	0,14	0,03	0,14
Ortalama	0,16	0,14	0,10	0,07	0,21	0,23	0,31	0,20	0,18	0,17	0,09	0,07	

**EK 37 - Çizelge 4.37. Dip suyu toplam azot ( $\Sigma N$ ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,25	0,06	0,14	0,08	0,24	1,17	0,35	0,78	0,43	0,52	0,48	0,18	0,39
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	0,23	0,08	0,11	0,18	0,34	0,52	0,26	0,22	0,22	0,18	0,15	0,23
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,59	0,25	0,07	0,06	0,21	0,31	0,37	0,30	0,22	0,26	0,28	0,24	0,26
Ortalama	0,42	0,18	0,10	0,08	0,21	0,61	0,42	0,45	0,29	0,33	0,31	0,19	

**EK 38 - Çizelge 4.38. Yüzey suyu toplam fosfor ( $\Sigma P$ ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeyi	0,04	0,03	0,03	<0,010	<0,010	0,03	0,03	0,06	0,05	0,10	0,04	0,03	0,04
II. İstasyon Göl Yüzeyi	0,03	0,02	0,02	<0,010	<0,010	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
III. İstasyon Göl Yüzeyi	0,02	0,01	0,01	<0,010	<0,010	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ortalama	0,03	0,02	0,02			0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02	0,02	

**EK 39 - Çizelge 4.39. Dip suyu toplam fosfor( $\Sigma P$ ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,04	0,02	0,02	<0,010	<0,010	0,07	0,05	0,11	0,05	0,07	0,09	0,05	0,06
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	0,03	0,03	<0,010	<0,010	0,04	0,08	0,04	0,01	0,02	0,02	0,05	0,04
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,03	0,01	0,02	<0,010	<0,010	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Ortalama	0,03	0,02	0,02			0,05	0,05	0,06	0,02	0,03	0,04	0,04	

**EK 40 - Çizelge 4.40. Yüzey suyu biyokimyasal oksijen ihtiyacı ( $BOI_5$ ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeysel	2,84	2,67	2,67	2,19	3,10	2,72	2,30	3,18	3,30	3,20	2,91	2,92	2,83
II. İstasyon Göl Yüzeysel	2,80	3,36	2,51	2,18	2,32	2,46	3,00	2,23	2,27	2,91	2,60	4,11	2,73
III. İstasyon Göl Yüzeysel	3,10	2,36	2,51	2,43	3,07	2,25	2,68	2,37	2,55	2,43	3,00	3,03	2,65
Ortalama	2,91	2,80	2,56	2,27	2,83	2,48	2,66	2,59	2,71	2,85	2,84	3,35	

**EK 41 - Çizelge 4.41. Dip suyu biyokimyasal oksijen ihtiyacı ( $BOI_5$ ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	2,74	2,08	2,73	2,20	2,69	3,53	3,01	2,23	2,49	2,55	2,93	2,67	2,65
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	2,09	2,34	2,20	2,90	3,50	4,62	2,55	2,52	2,01	1,62	2,19	2,59
III. İstasyon Göl Dip Suyu	2,39	1,53	2,36	2,09	2,85	2,68	3,42	2,15	1,91	2,06	2,87	2,03	2,36
Ortalama	2,57	1,90	2,48	2,16	2,81	3,24	3,68	2,31	2,31	2,21	2,47	2,30	

**EK 42 - Çizelge 4.42. Yüzey suyu kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeı	6,60	10,56	6,43	8,09	12,00	4,14	10,44	8,88	15,70	13,34	9,79	10,65	9,72
II. İstasyon Göl Yüzeı	4,00	10,74	14,03	4,76	10,00	7,09	8,41	7,65	6,37	7,59	7,06	8,23	7,99
III. İstasyon Göl Yüzeı	4,30	8,89	8,18	6,18	9,20	10,04	12,76	7,92	8,20	7,26	8,39	7,81	8,26
Ortalama	4,97	10,06	9,55	6,34	10,40	7,09	10,54	8,15	10,09	9,40	8,41	8,90	

**EK 43 - Çizelge 4.43. Dip suyu kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	5,50	7,46	5,84	5,71	10,00	11,52	11,89	11,07	8,28	8,76	7,24	9,23	8,54
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	6,92	8,18	7,14	9,40	9,45	16,82	8,20	8,49	5,62	4,96	8,94	8,56
III. İstasyon Göl Dip Suyu	3,70	4,94	7,01	4,76	12,80	11,52	12,76	7,11	6,37	5,30	7,24	5,82	7,44
Ortalama	4,60	6,44	7,01	5,87	10,73	10,83	13,82	8,79	7,71	6,56	6,48	8,00	

**EK 44 - Çizelge 4.44. Yüzey suyu klorofil *a* derişimi değerleri (mg/m<sup>3</sup>)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeı	0,40	11,75	1,67	0,67	4,67	10,68	10,68	43,79	54,07	33,50	10,10	0,53	15,21
II. İstasyon Göl Yüzeı	0,50	7,48	1,00	4,34	5,34	7,01	4,98	4,81	2,34	7,68	1,90	0,53	3,99
III. İstasyon Göl Yüzeı	0,17	3,20	0,33	7,68	4,67	4,01	1,67	10,68	5,01	3,00	0,80	0,53	3,48
Ortalama	0,36	7,48	1,00	4,23	4,89	7,23	5,78	19,76	20,47	14,73	4,27	0,53	

**EK 45 - Çizelge 4.45. Dip suyu klorofil *a* derişimi değerleri (mg/m<sup>3</sup>)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
<b>I. İstasyon Göl Dip Suyu</b>	0,20	1,34	4,00	12,68	8,68	8,01	8,01	10,15	1,67	2,67	0,70	1,42	4,96
<b>II. İstasyon Göl Dip Suyu</b>	-	0,33	1,00	7,68	4,01	8,68	6,01	9,08	2,34	2,34	2,70	0,36	4,05
<b>III. İstasyon Göl Dip Suyu</b>	0,07	0,67	2,00	6,01	2,67	5,01	1,53	2,67	0,33	1,67	1,10	0,27	2,00
<b>Ortalama</b>	0,14	0,78	2,33	8,79	5,12	7,23	5,18	7,30	1,45	2,23	1,50	0,68	

**EK 46 - Çizelge 4.46. Yüzey suyu bulanıklık değerleri (NTU)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
<b>I.İstasyon Göl Yüzeıı</b>	7,70	7,70	5,80	3,30	4,10	3,00	6,70	5,40	5,30	7,80	7,60	4,90	5,78
<b>II. İstasyon Göl Yüzey</b>	4,50	4,50	4,20	4,00	5,70	3,10	12,70	3,70	3,50	4,40	2,50	2,30	4,59
<b>III. İstasyon Göl Yüzey</b>	2,70	2,70	2,10	2,10	3,20	2,10	1,70	4,20	1,90	3,20	1,90	2,20	2,50
<b>Ortalama</b>	4,97	4,97	4,03	3,13	4,33	2,73	7,03	4,43	3,57	5,13	4,00	3,13	

**EK 47 - Çizelge 4.47. Dip suyu bulanıklık değerleri (NTU)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
<b>I. İstasyon Göl Dip Suyu</b>	13,50	13,50	6,20	5,60	2,70	12,50	9,20	18,30	5,00	16,70	14,20	9,00	10,53
<b>II. İstasyon Göl Dip Suyu</b>	-	-	6,80	7,10	3,50	5,10	4,60	21,20	2,20	3,10	3,70	15,00	7,23
<b>III. İstasyon Göl Dip Suyu</b>	2,60	2,60	2,50	3,20	2,00	2,20	8,40	3,60	1,90	2,70	1,90	1,20	2,90
<b>Ortalama</b>	8,05	8,05	5,17	5,30	2,73	6,60	7,40	14,37	3,03	7,50	6,60	8,40	

**EK 48 - Çizelge 4.48. Yüzey suyu toplam çözünmüş katı madde değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeýi	197	152	141	180	204	184	200	217	220	230	200	158	190
II. İstasyon Göl Yüzeýi	191	142	139	152	232	143	213	213	198	237	192	139	183
III. İstasyon Göl Yüzeýi	206	143	136	234	160	151	197	201	214	226	189	153	184
Ortalama	198	146	139	189	199	159	203	210	211	231	194	150	

**EK 49 - Çizelge 4.49. Dip suyu toplam çözünmüş katı madde değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	220	157	145	200	188	235	196	252	210	258	239	195	208
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	143	135	186	194	163	210	219	224	243	210	185	192
III. İstasyon Göl Dip Suyu	269	197	133	172	164	152	201	204	197	237	222	197	195
Ortalama	245	166	138	186	182	183	202	225	210	246	224	192	

**EK 50- Çizelge 4.50. Yüzey suyu sodyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeýi	2,50	2,39	2,50	2,37	2,40	2,48	2,84	3,07	3,61	3,82	-	2,84	2,80
II. İstasyon Göl Yüzeýi	2,41	2,40	2,41	2,25	2,51	2,49	1,99	2,31	2,53	2,86	-	2,76	2,45
III. İstasyon Göl Yüzeýi	2,46	2,45	2,56	2,43	2,45	2,53	2,65	3,08	2,89	3,15	-	2,94	2,69
Ortalama	2,46	2,41	2,49	2,35	2,45	2,50	2,49	2,82	3,01	3,28		2,85	



**EK 51 - Çizelge 4.51. Dip suyu sodyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	2,68	2,36	2,69	2,39	2,56	4,33	2,72	3,93	3,42	3,83	-	3,15	3,10
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	1,91	2,40	2,19	2,41	2,55	2,28	2,79	2,67	3,02	-	2,01	2,42
III. İstasyon Göl Dip Suyu	3,69	2,35	2,50	2,44	2,49	2,47	2,77	3,20	3,14	3,14	-	2,78	2,82
Ortalama	3,19	2,21	2,53	2,34	2,49	3,12	2,59	3,31	3,08	3,33		2,65	

**EK 52 - Çizelge 4.52. Yüzey suyu potasyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeği	0,70	0,71	0,71	0,68	0,70	0,72	0,68	0,76	0,87	0,87	-	0,80	0,75
II. İstasyon Göl Yüzeği	0,68	0,71	0,69	0,66	0,70	0,71	0,54	0,59	0,67	0,68	-	0,75	0,67
III. İstasyon Göl Yüzeği	0,70	0,69	0,72	0,68	0,72	0,74	0,65	0,75	0,69	0,74	-	0,79	0,72
Ortalama	0,69	0,70	0,71	0,67	0,71	0,72	0,62	0,70	0,74	0,76		0,78	

**EK 53 - Çizelge 4.53. Dip suyu potasyum değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,75	0,73	0,72	0,70	0,73	0,93	0,67	0,96	0,90	0,87	-	0,91	0,81
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	0,62	0,70	0,64	0,71	0,76	0,59	0,70	0,69	0,73	-	0,67	0,68
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,81	0,67	0,71	0,69	0,72	0,72	0,69	0,79	0,80	0,76	-	0,82	0,74
Ortalama	0,78	0,67	0,71	0,68	0,72	0,80	0,65	0,82	0,80	0,79		0,80	

**EK 54 - Çizelge 4.54. Yüzey suyu sülfat değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeı	17,44	18,07	17,61	21,67	25,39	20,54	18,55	23,93	24,68	23,97	-	19,59	21,04
II. İstasyon Göl Yüzeı	17,14	17,04	17,45	16,33	32,09	19,56	13,26	16,32	19,13	38,23	-	19,49	20,55
III. İstasyon Göl Yüzeı	17,55	18,04	17,78	17,00	17,72	24,59	23,62	21,34	40,43	23,91	-	20,33	22,03
<b>Ortalama</b>	17,38	17,72	17,61	18,33	25,07	21,56	18,48	20,53	28,08	28,70		19,80	

**EK 55 - Çizelge 4.55. Dip suyu sülfat değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	17,57	17,17	19,23	16,98	23,24	-	29,24	25,30	24,03	27,74	-	20,16	22,07
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	13,73	17,42	16,77	31,00	-	14,78	20,04	19,00	29,57	-	20,33	20,29
III. İstasyon Göl Dip Suyu	18,25	16,68	25,52	16,87	17,91	-	18,61	21,91	29,82	28,12	-	19,30	21,30
<b>Ortalama</b>	17,91	15,86	20,72	16,87	24,05		20,88	22,42	24,28	28,48		19,93	

**EK 56 - Çizelge 4.56. Yüzey suyu florür değerleri (mg/l)**

	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Yüzeı	0,10	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,24	0,26	0,15	-	0,12	0,16
II. İstasyon Göl Yüzeı	0,11	0,18	0,15	0,13	0,13	0,13	0,11	0,21	0,09	0,12	-	0,13	0,14
III. İstasyon Göl Yüzeı	0,12	0,13	0,20	0,13	0,16	0,14	0,13	0,25	0,10	0,12	-	0,15	0,15
<b>Ortalama</b>	0,11	0,15	0,16	0,13	0,14	0,14	0,13	0,23	0,15	0,13		0,13	

**EK 57 - Çizelge 4.57. Dip suyu florür değerleri (mg/l)**

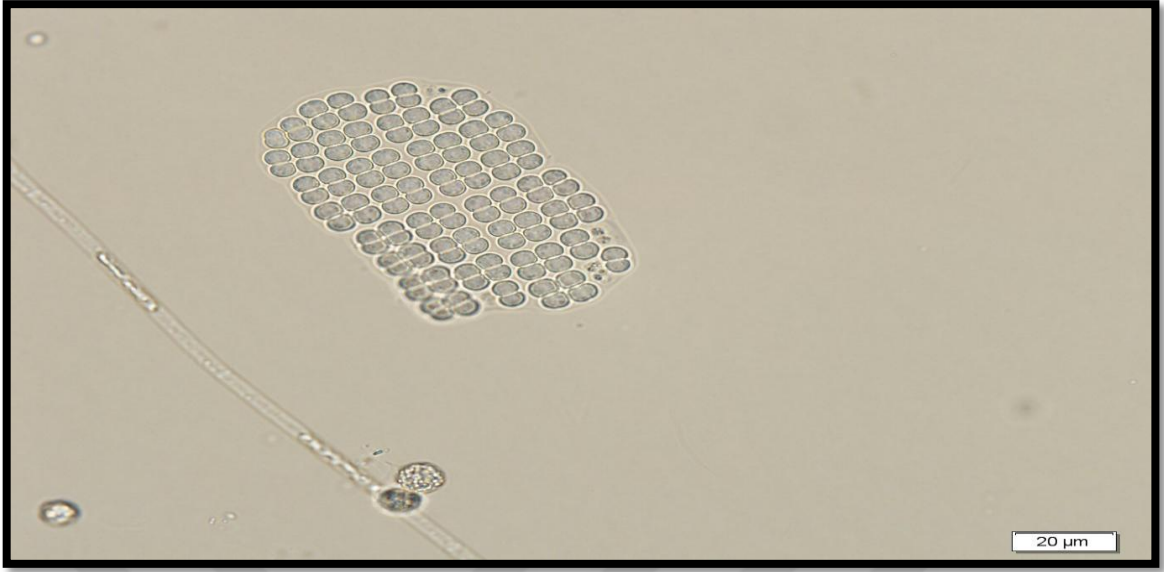
	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	0,12	0,22	0,15	0,12	0,14	0,19	0,14	0,24	0,23	0,26	-	0,16	0,18
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	0,13	0,17	0,13	0,15	0,17	0,15	0,21	0,21	0,11	-	0,19	0,16
III. İstasyon Göl Dip Suyu	0,20	0,14	0,17	0,14	0,13	0,14	0,14	0,22	0,27	0,19	-	0,15	0,17
Ortalama	0,16	0,16	0,16	0,13	0,14	0,17	0,14	0,22	0,24	0,19		0,17	

**EK 58 - Çizelge 4.58. Yüzey suyu klorür değerleri (mg/l)**

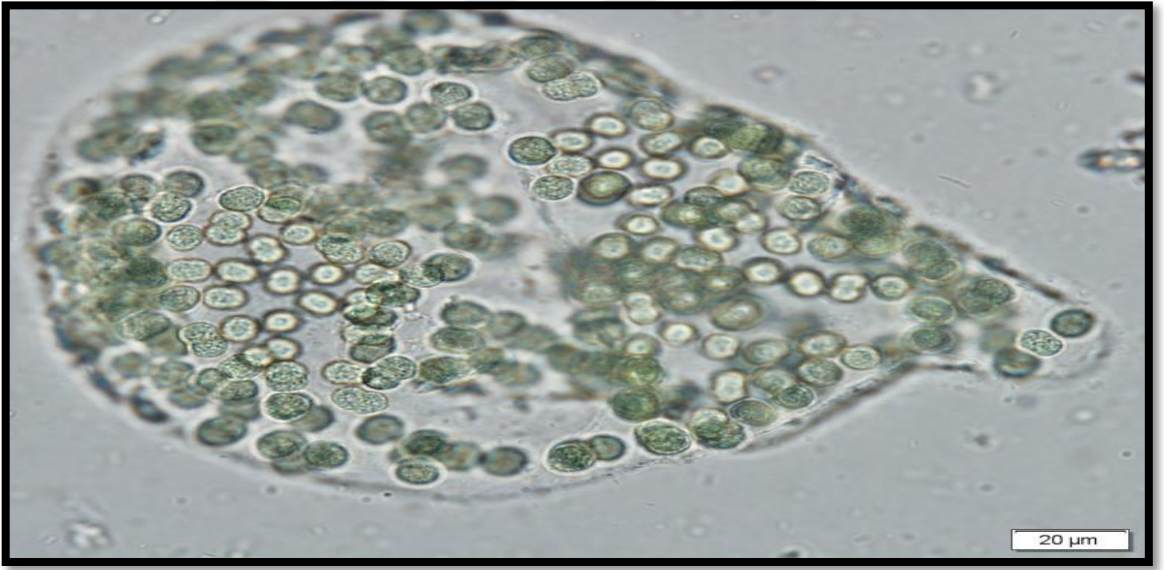
	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I.İstasyon Göl Yüzeý	9,94	8,98	9,65	8,99	9,86	9,67	10,18	11,50	13,16	13,83	-	10,39	10,56
II. İstasyon Göl Yüzeý	9,63	8,93	9,33	8,58	9,41	9,35	7,49	10,62	9,12	9,89	-	10,10	9,31
III. İstasyon Göl Yüzeýi	9,71	9,14	9,75	9,15	9,56	9,72	9,91	10,93	10,39	11,14	-	11,16	10,05
Ortalama	9,76	9,02	9,58	8,91	9,61	9,58	9,19	11,02	10,89	11,62		10,55	

**EK 59 - Çizelge 4.59. Dip suyu klorür değerleri (mg/l)**

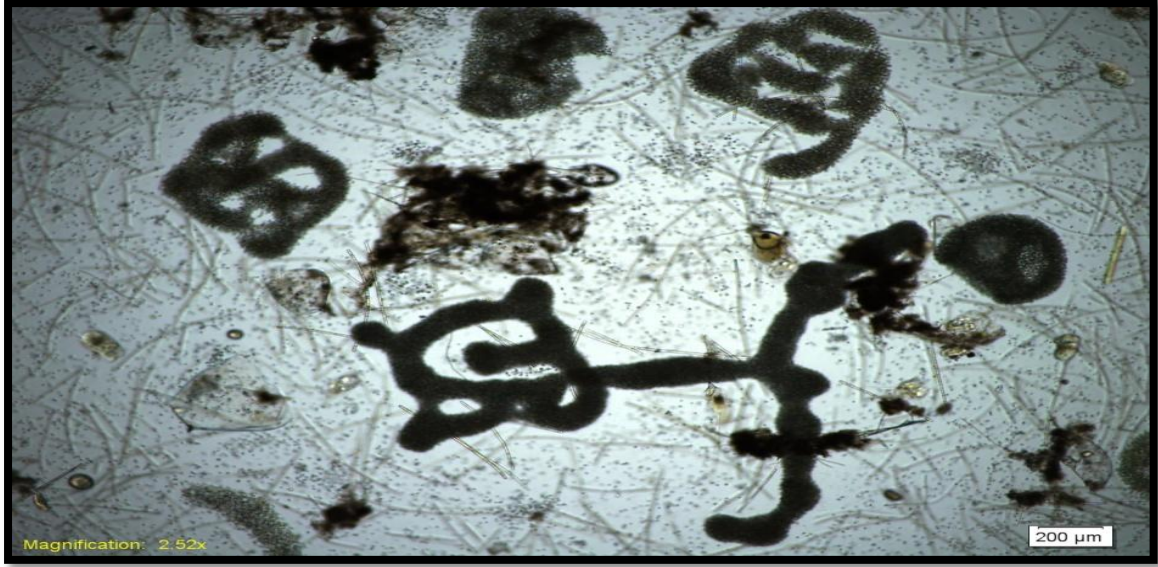
	Tem.13	Ağu.13	Eyl.13	Eki.13	Kas.13	Ara.13	Oca.14	Şub.14	Mar.14	Nis.14	May.14	Haz.14	Ortalama
I. İstasyon Göl Dip Suyu	10,37	9,05	10,00	9,14	10,15	14,00	10,06	14,95	12,16	14,29	-	11,35	11,41
II. İstasyon Göl Dip Suyu	-	7,44	9,41	8,30	9,26	9,48	8,86	9,74	9,62	11,03	-	7,68	9,08
III. İstasyon Göl Dip Suyu	20,77	8,95	9,68	9,53	9,67	9,58	10,43	11,90	11,76	11,73	-	10,54	11,32
Ortalama	15,57	8,48	9,70	8,99	9,69	11,02	9,78	12,20	11,18	12,35		9,86	



**EK 60- Şekil 4.1.** *Merismopedia tenuissima*



**EK 61 - Şekil 4.2.** *Microcystis wesenbergii*



EK 62 - Şekil 4.3. *Microcystis aeruginosa*



EK 63 - Şekil 4.4. *Anabaena spiroides*

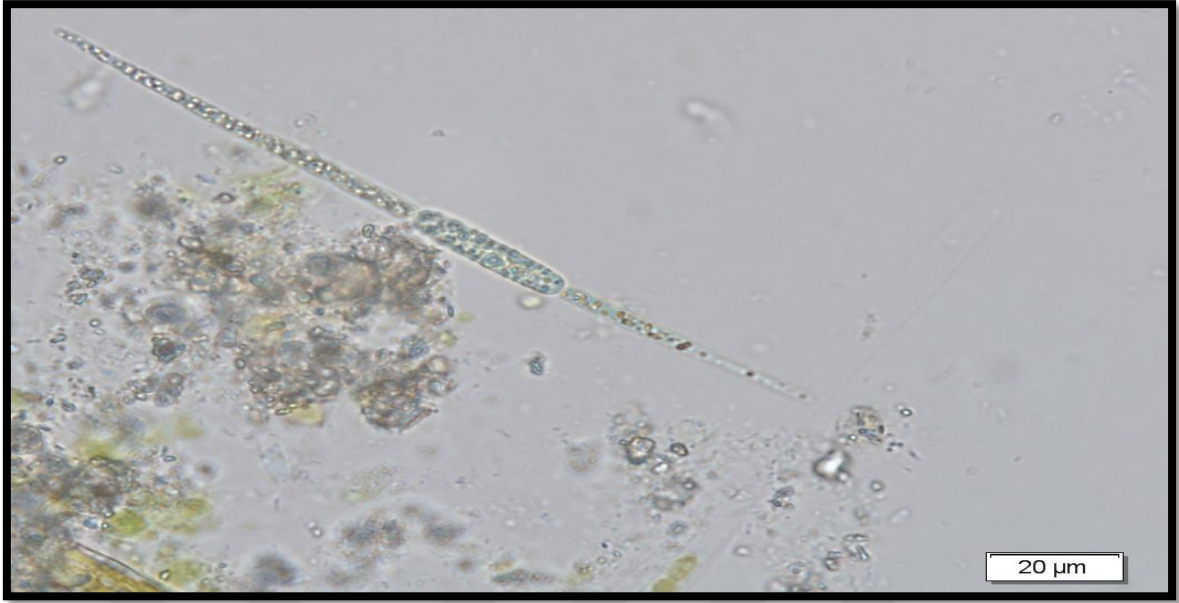




**EK 64 - Şekil 4.5.** *Anabaena crassa*



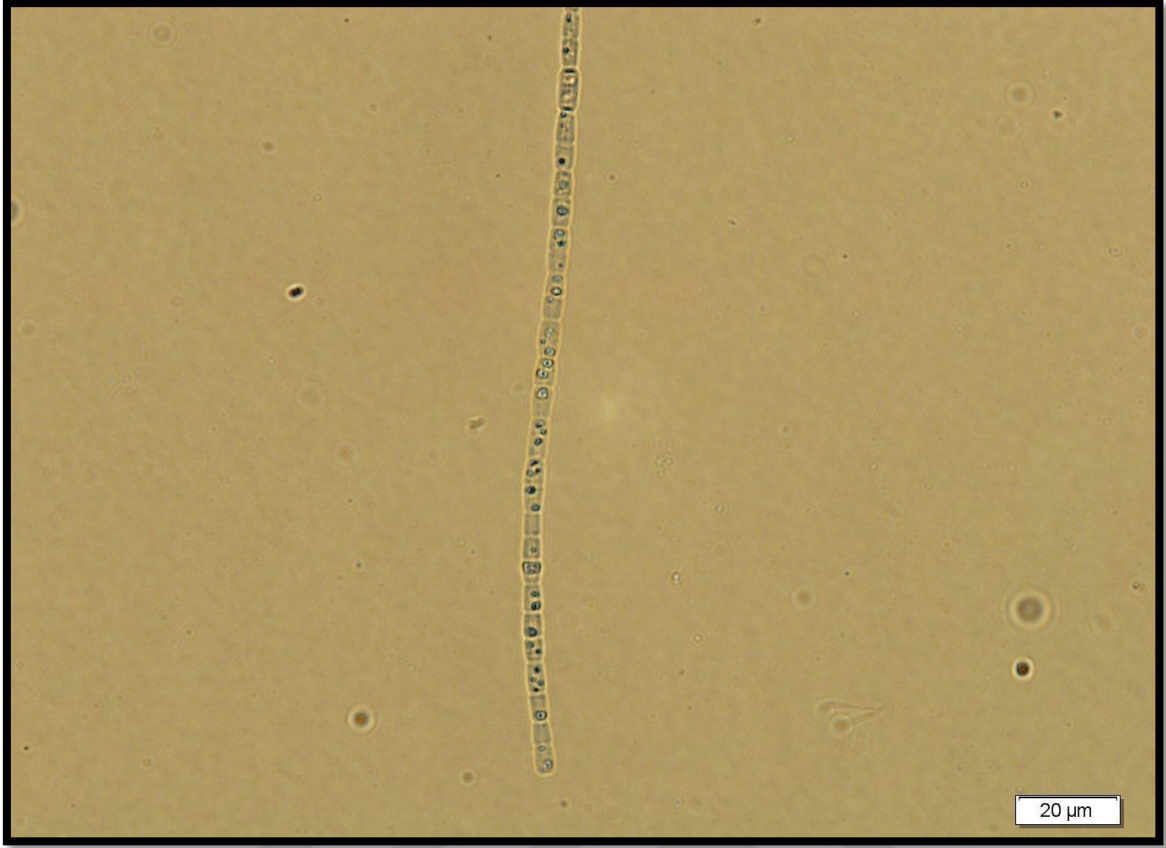
**EK 65 - Şekil 4.6.** *Limnothrix* sp.



**EK 66 - Şekil 4.7.** *Rhapsidiopsis mediterranea*



**EK 67 - Şekil 4.8.** *Anabaena sp.*



EK 68 - Şekil 4.9. *Geitlerinema sp.*

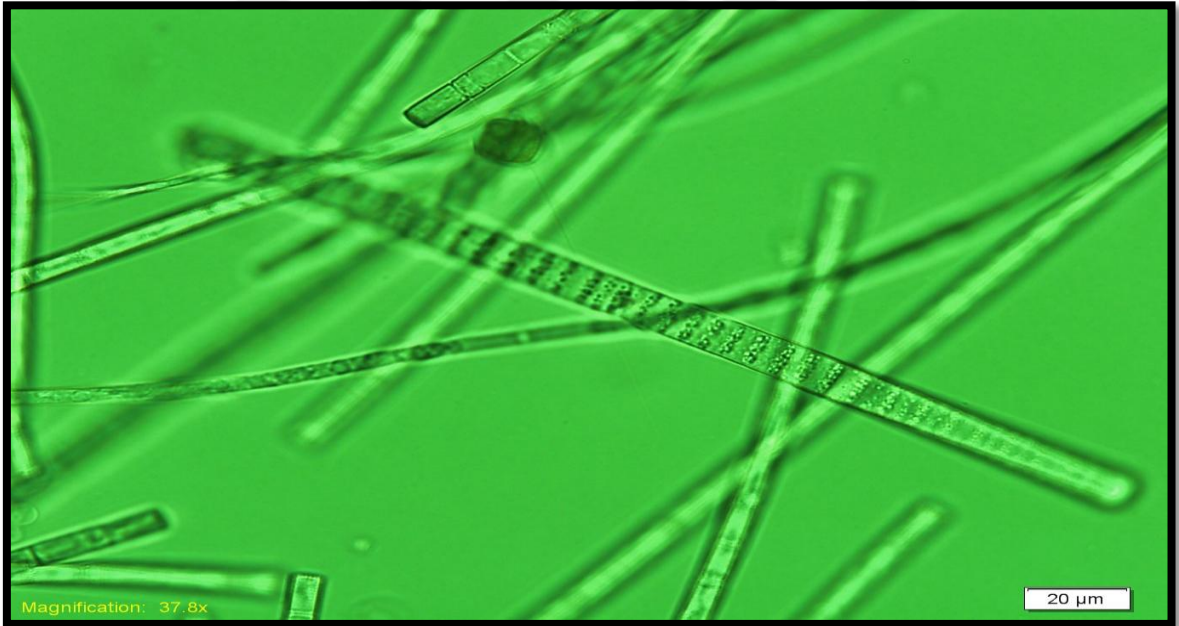


EK 69 - Şekil 4.10. *Pseudanabaena limnetica*





**EK 70 - Şekil 4.11.** *Planktolyngbya limnetica*



**EK 71 - Şekil 4.12.** *Oscillatoria sp.*

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Merve ÜLKÜ

Doğum Yeri ve Yılı : Antalya/ 1988

Fotoğraf

### Eğitim Durumu

	<u>Yıl</u>
Lise : 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi	2006
Lisans :Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü	2012
Yüksek Lisans :Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı	2015

### Çalıştığı Kurum / Kurumlar

	<u>Yıl</u>
1- Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü / Biyolog	2013- Halen

Yayınları (SCI ve diğer makaleler)

1. Karacaören 1 Baraj Gölü On Yıllık (2003-2013) Değişim Sürecinin Limno-Ekolojik Yönden İncelenmesi, Merve BAYOĞLU, İskender GÜLLE, , Doğu Anadolu Bölgesi 5. Su Ürünleri Sempozyumu,31 Mayıs- 2 Haziran 2014, İlbey Otel ELAZIĞ
2. İstilacı Tatlısu Medüze Craspedacusta sowerbii Lankester, 1880 (Cnidaria: Limnomedusae) İçin Yeni Bir Lokalite: Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) İskender GÜLLE, F.Banu YALIM, Ümit KEBAPÇI, Merve BAYOĞLU, Özgür AKTAŞ, Ramazan UYSAL, Faruk PAK, Hatice ORUÇ, Doğu Anadolu Bölgesi 5. Su Ürünleri Sempozyumu,31 Mayıs- 2 Haziran 2014, İlbey Otel ELAZIĞ
3. A case of the dinoflogellate bloom in freshwater reservoir (Pervodinium sp.), FABA International Symposium on fisheries and aquatic sciences, İskender GÜLLE, F. Banu YALIM, Merve BAYOĞLU, Ramazan UYSAL, 25-27 Eylül 2014 TRABZON
4. Changes in the Trophic State Karacaören 1 Dam Lake (Burdur, TURKEY), FABA International Symposium on fisheries and aquatic sciences, F. Banu YALIM, İskender GÜLLE, Faruk PAK, Özgür AKTAŞ, Ramazan UYSAL, Merve BAYOĞLU, 25-27 Eylül 2014 TRABZON