

**ESKİŞEHİR'DEKİ SULAMA GÖLETLERİNİN
SU KALİTE İNDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ
VE EKOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Erhan UYSAL
Yüksek Lisans Tezi

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Ocak-2015

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Erhan Uysal'ın “Eskişehir’deki Sulama Göletlerinin Su Kalite İndekslerinin Belirlenmesi ve Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi” başlıklı Çevre Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 29.01.2015 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK
Üye	: Prof. Dr. Ümran Tezcan ÜN
Üye	: Doç. Dr. Özgür EMİROĞLU

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESKİŞEHİR'DEKİ SULAMA GÖLETLERİNİN SU KALİTE İNDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ VE EKOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Erhan UYSAL

**Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK
2. Danışman: Prof. Dr. Cengiz TÜRE
2015, 69 sayfa**

Su, canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmelerini sağlayan en önemli faktörlerden birisidir. Su kalitesi ise belirlenmiş kullanımlar ile ilgili su kütlesi veya su kaynağının durumunu göstermektedir. Su kalitesinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri incelenirken parametrelerin farklı birimlerde olmasının bazı zorluklara neden olmasından yola çıkılarak su kalite indeksleri oluşturulmuştur. Su kalite indeksi (WQI) Horton tarafından 1965 yılında su kalite değişkenleri olan pH, koliform, iletkenlik, alkalinite, klorür, çözünmüş oksijen verileri kullanılarak geliştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, Eskişehir İlinde bulunan altı göletten 2013-2014 tarihlerinde mevsimsel olarak alınan yüzeysel su örneklerinde sıcaklık (yüzey ve dip sıcaklık farkı), pH, bulanıklık, fekal koliform, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfat, toplam nitrat ve toplam katı madde analizleri yapılmış ve NSFQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi) metodu ile su kalite indeksi hesaplanmış ve ekolojik açıdan değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, Su kalite indeksi, Gölet, Eskişehir.

ABSTRACT

Master of Science Thesis

DETERMINATION OF WATER QUALITY INDEX OF PONDS AND EVALUATION IN TERMS OF ECOLOGICAL IN ESKİŞEHİR

Erhan UYSAL

**Anadolu University
Graduate School of Science
Environmental Engineering Program**

**Supervisor: Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK
Supervisor 2: Prof Dr. Cengiz TÜRE
2015, 69 pages**

Water is an one of the important factor to continue the vital activities of living organisms. Water quality shows the status of the related to determined use of water resources and water mass. While the relationship among physical, chemical and biological parameters examined in water quality and water quality index is generated because of the difficulties of the parameters in different unit. Water quality index (WQI) was developed in 1965 by Horton with using the pH, coliform, conductivity, alkalinity, chloride, dissolved oxygen datas. In this study, the surface water samples were taken from six ponds in Eskişehir in 2013-2014 seasonally and temperature (surface and bottom temperature) pH, turbidity, fecal coliform, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, total phosphate, total nitrate and total solids were analyzed in the water samples. Water quality index was calculated with NSFQ (National Sanitation Foundation Water Quality Index) and evaluated ecologically.

Keywords: Water quality, water quality index, pond, Eskişehir

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım ve her zaman yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK ve Prof. Dr. Cengiz TÜRE'ye içtenlikle teşekkür ederim.

Bu tezin oluşmasında ve gelişmesinde yardımlarını esirgemeyen, arazi çalışmaları ve istatistiksel değerlendirmeler sırasında yardımları ve manevi destekleri için Yrd. Doç. Dr. Semra MALKOÇ, Tekniker Aysun Aksakal, Biyolog A. Özlem YILMAZ ve Çevre Yüksek Mühendisi Merve UYLAŞ ŞAHİN ve Çevre Yüksek Mühendisi Alper UĞURLUĞLU'na teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi, çalışmamın başından sonuna kadar maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Beray ŞENER UYSAL'a sabır ve anlayışlarından dolayı sonsuz minnetlerimi sunarım.

Erhan UYSAL

Ocak 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. SU KALİTESİ	3
2.1. Su Kalite Parametreleri	4
2.1.1 Sıcaklık.....	4
2.1.2. pH.....	5
2.1.3. Bulanıklık (Türbidite)	5
2.1.4. Askıda katı madde.....	6
2.1.5. Çözünmüş oksijen.....	7
2.1.6. Fekal koliform.....	8
2.1.7. Toplam fosfat	10
2.1.8. Toplam nitrat.....	10
2.1.9. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ)	11
2.2. Su Kalite İndeksleri.....	12
3. MATERYAL VE METOD	14
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı	14
3.2. Deneysel Çalışma.....	20

4. BULGULAR	21
4.1. Su Kalite Parametreleri Analiz Sonuçları.....	21
4.2. Su Kalite İndeks Analizi	55
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	58
KAYNAKLAR	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

3.1. Çalışma alanı ve göletler	14
3.2. Yukarıkartal Göleti.....	15
3.3. Kanlıpınar Göleti.....	16
3.4. Çukurhisar Göleti	16
3.5. Keskin Göleti	17
3.6. Sarıungur Göleti	17
3.7. Borabey Göleti	18
3.8. Kasım 2013-Ekim 2014 Sıcaklık Değerleri (°C)	19
3.9. Kasım 2013-Ekim 2014 Toplam Yağış Miktarı (mm).....	19
4.1. Sonbahar mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU)	22
4.2. Kış mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU).....	22
4.3. İlkbahar mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU).....	22
4.4. Yaz mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU).....	22
4.5. Bulanıklık yıllık değişim seviyeleri (NTU)	23
4.6. Keskin göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU).....	24
4.7. Kanlıpınar göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)	24
4.8. Sarıungur göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU).....	24
4.9. Yukarıkartal göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)	24
4.10. Çukurhisar göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)	24
4.11. Borabey göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU).....	25
4.12. Sonbahar mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L).....	25
4.13. Kış mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)	26
4.14. İlkbahar mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)	26
4.15. Yaz mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)	26
4.16. Nitrat yıllık değişim seviyeleri (mg/L)	27
4.17. Keskin göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L).....	28
4.18. Kanlıpınar göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)	28
4.19. Sarıungur göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L).....	28
4.20. Yukarıkartal göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)	28

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

4.21. Çukurhisar göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)	29
4.22. Borabey göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L).....	29
4.23. Sonbahar mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L).....	30
4.24. Kış mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L)	30
4.25. İlkbahar mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L).....	30
4.26. Yaz mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L).....	30
4.27. Fosfat yıllık değişim seviyeleri (mg/L).....	31
4.28. Keskin göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)	32
4.29. Kanlıpınar göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)	32
4.30. Sarıungur göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)	32
4.31. Yukarıkartal göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)	32
4.32. Çukurhisar göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L).....	33
4.33. Borabey göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)	33
4.34. Sonbahar mevsimi fekal koliform değerleri (adet)	34
4.35. Kış mevsimi fekal koliform değerleri (adet).....	34
4.36. Sonbahar mevsimi fekal koliform değerleri (adet)	34
4.37. Sonbahar mevsimi fekal koliform değerleri (adet)	34
4.38. Fekal koliform yıllık değişim seviyeleri (adet).....	35
4.39. Keskin göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)	36
4.40. Kanlıpınar göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet).....	36
4.41. Sarıungur göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)	36
4.42. Yukarıkartal göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)	36
4.43. Çukurhisar göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet).....	36
4.44. Borabey göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)	37
4.45. Sonbahar mevsimi AKM seviyeleri (mg/L).....	37
4.46. Kış mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)	38
4.47. İlkbahar mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)	38
4.48. Yaz mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)	38
4.49. AKM seviyesi yıllık değişim grafiği (mg/L)	39
4.50. Keskin göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

4.51. Kanlıpınar göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)	40
4.52. Sarıungur göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)	40
4.53. Yukarıkartal göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)	40
4.54. Çukurhisar göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L).....	41
4.55. Borabey göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L).....	41
4.56. Sonbahar mevsimi pH seviyeleri	42
4.57. Kış mevsimi pH seviyeleri	42
4.58. İlkbahar mevsimi pH seviyeleri	42
4.59. Sonbahar mevsimi pH seviyeleri	42
4.60. pH seviyesi yıllık değişim grafiği	43
4.61. Keskin göleti mevsimsel pH seviyeleri.....	44
4.62. Kanlıpınar göleti mevsimsel pH seviyeleri	44
4.63. Sarıungur göleti mevsimsel pH seviyeleri.....	44
4.64. Yukarıkartal göleti mevsimsel pH seviyeleri.....	44
4.65. Çukurhisar göleti mevsimsel pH seviyeleri	45
4.66. Borabey göleti mevsimsel pH seviyeleri	45
4.67. Sonbahar mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%).....	46
4.68. Kış mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)	46
4.69. İlkbahar mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)	46
4.70. Yaz mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)	46
4.71. Oksijen saturasyonu seviyesi yıllık değişim grafiği (%).....	47
4.72. Keskin göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%).....	48
4.73. Kanlıpınar göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)	48
4.74. Sarıungur göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%).....	48
4.75. Yukarıkartal göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)	48
4.76. Çukurhisar göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%).....	49
4.77. Borabey göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%).....	49
4.78. Sonbahar mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L)	50
4.79. Kış mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L).....	50
4.80. İlkbahar mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L).....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

4.81. Yaz mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L).....	50
4.82. BOİ seviyesi yıllık değişim grafiği (mg/L).....	51
4.83. Keskin göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)	52
4.84. Kanlıpınar göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L).....	52
4.85. Sarıungur göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)	52
4.86. Yukarıkartal göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L).....	52
4.87. Çukurhisar göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L).....	53
4.88. Borabey göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)	53
4.89. Sonbahar mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C).....	54
4.90. Kış mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C)	54
4.91. İlkbahar mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C).....	54
4.92. Yaz mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C).....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Enterobacteriaceae familyasının sınıflandırma piramidi (Akar, 2009).....	8
2.2. Enterobacteriaceae familyasının bazı özellikleri (Akar, 2009).....	9
2.3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (YSKYY, 2012).....	9
2.4. Farklı su kalite indeksleri için su kalite değerleri ve derecelendirmeleri (Taner, 2007)	13
3.1. Çalışma alanındaki istasyonların özellikleri	14
4.2. Sonbahar mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları.....	56
4.3. Kış mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları	56
4.4. İlkbahar mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları	56
4.5. Yaz mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları	56

SİMGELER VE KISALTMALAR

L	: Litre
mg	: Miligram
m	: Metre
mm	: Milimetre
N	: Kuzey
E	: Doğu
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
EMS	: En Muhtemel Sayı
YSKYY	: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
WQI	: Water Quality Index
NSFWQI	:Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalite İndeksi

1. GİRİŞ

Su, canlı varlıkların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için önem taşıyan kaynakların başında yer almaktadır. Dünya'daki su kütlesi incelendiğinde, % 69'u tuzlu su ve % 2'si tatlı su olmak üzere toplamda % 71'inin sularla kaplı olduğu görülmektedir (Uylaş, 2013). İnsanların sadece günlük biyolojik ihtiyaçlarını karşılamak için 2 litre suya ihtiyaçları vardır. İnsanların hayatlarının suya bağlı olmasının sonucu olarak ilk zamanlardan başlamak üzere yerleşim alanları su kenarlarında seçilmiştir (Eroğlu, 2012).

18. yüzyılın son çeyreğinde 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyar, 2013 sonunda ise yaklaşık 7 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun bu hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi ve çevre bilincinin yeteri kadar oluşmaması gibi nedenler dünyada su kaynaklarının giderek kirlenmesine ve azalmasına sebep olmaktadır (Akçanal Ödün, 2013). Su kaynaklarının korunması için öncelikle mevcut su kalitesinin belirlenmesi ve kaynağın yararlı kullanımına karar verilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının kalitesi bir havzada kirlenme gerçekleştiğinde bunun en önemli göstergelerinden biridir (Hepsağ, 2003).

Su kalitesi, belirlenmiş kullanımlar ile ilgili su kütlesi veya su kaynağının durumunu göstermektedir. Su kalitesi nitel veya nicel olarak tanımlanabilmektedir. Su kalitesi incelenirken dikkat edilen parametreler fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Genel olarak su kalitesi bu parametrelerin bir ya da bir kaçının ölçülen değerlerinin kabul edilen sınırlar içerisinde birbirleri ile olan ilişkisidir. Bu parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri incelenirken parametrelerin farklı birimlerde olması bazı zorluklara neden olmasından yola çıkılarak su kalite indeksleri oluşturulmuştur. Su kalite indeksi birimleri birbiriyle eşit olmayan bilimsel verileri sentezleyerek sıfır ile yüz arasında değişen sayılara çevirmektedir (Hepsağ, 2003).

Su kalite indeksi (WQI) Horton tarafından 1965 yılında su kalite değişkenleri olan pH, koliform, iletkenlik, alkalinite, klorür, çözünmüş oksijen verileri kullanılarak geliştirilmiştir. Kritik derecede kirli olduğu düşünülen sulara

uygulanan su kalite indeks yöntemlerinden NSFQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalite İndeksi) yöntemine göre, hesaplamalar sonucu elde edilen değerlerden su kalitesinin derecelendirmesi sıfır ile yüz arasında değişen su kalite indeksi değerleri ile çok iyi, iyi, orta, kötü ve çok kötü olarak tanımlanmıştır (Bonanno ve Giudice, 2010; CCME, 2001; Tyagi ve ark., 2013).

Bu çalışma kapsamında, Eskişehir İlinde bulunan göletlerden belirlenen altı istasyondan 2013-2014 tarihlerinde mevsimsel olarak yüzeysel su örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde sıcaklık (yüzey ve dip sıcaklık farkı), pH, bulanıklık, fekal koliform (En Muhtemel Sayı Yöntemi), çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfat, toplam nitrat ve toplam katı madde analizleri yapılmış ve NSFQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi) metodu ile su kalite indeksi hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

2. SU KALİTESİ

Su kalitesi, belirlenmiş kullanımlar ile ilgili su kütlesi veya su kaynağının durumunu göstermektedir. Su kalitesi nitel veya nicel olarak tanımlanabilmektedir. Su kalitesi; suyun en etkin şekilde kullanımını etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin tümünü içermektedir. Bu sebeple su kalitesi belirlenirken, suyu kalitesine etki eden fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin tespit edilmesi gerekmektedir (Topkaya ve Şen, 1995).

2008 OECD Çevresel performans incelemeleri: Türkiye’de su kalitesi konusuna da yer verilmiştir. Su kalitesi konusunda su kalitesi verilerinin farklı kurumlarca oluşturulması sebebiyle, izleme sahalarının seçiminde farklılıklar, sıklıklar, testler ve analitik yöntemler açısından bir sadeleşme yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca su kaynakları yönetimi bağlamında su izlemenin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır. (OECD Environmental Performance Reviews: Turkey, 2008).

Su kaynaklarının tarımsal veya endüstriyel nedenlerle kirlenmesi sebebiyle doğal su kaynaklarının korunması ve ıslahı için su kalitesinin izleme ve değerlendirilmesi çalışmaları oldukça önemlidir. Su kalite parametreleri ölçümlerinin bu sebeplerle düzenli olarak yapılması gerekmektedir (MEB, 2011).

Su kalitesi parametrelerinin yararları;

- Halk sağlığının korunması,
- İçme suyu niteliğinin konulan standartlara uygunluğunun sağlanması,
- Su kalite değişkenlerinin yere ve zaman göre değişimlerinin izlenmesi,
- Doğal ve insan müdahalesi sonucunda su kalitesinin nasıl etkilendiğinin belirlenmesi,
- Su kalitesinin korunması ve kontrolü için alınan önlemlerin etkinliğinin belirlenmesi
- ÇED amacıyla gerekli olan bilgilerin temini,
- Belli bir bölgede, genel kapsamda su kalitesi özelliklerinin değerlendirilmesi veya durum envanterinin çıkarılması,

- Akarsularda kütle taşınımının incelenmesi,
- Su kalitesinin modellenmesidir (MEB, 2011).

2.1. Su Kalite Parametreleri

2.1.1.Sıcaklık

Su sıcaklığı, atmosfer basıncı ile birlikte sudaki oksijen miktarını, metabolik aktiviteleri, embriyonik gelişmeleri, büyüme oranlarını ve daha birçok olayı etkilemesi nedeni ile sudaki canlılar için önemli bir faktördür. Bunun yanı sıra sıcaklık su kalitesini de etkileyen önemli faktörlerden biridir (Köktürk, 2013). Su sıcaklığının artması ile kimyasal reaksiyon hızı ve süreci artmakta, O₂, CO₂, N₂, CH₄ gibi gazların sudaki çözünürlüğü azalmaktadır. Su sıcaklığının yüksekliği biyolojik hayatın gelişmesine yardımcı olan bir etmendir. Sıcaklığın yükselmesi, suların gazları çözünmüş halde tutma kapasitesini düşürmektedir (Eroğlu, 2012).

Yaz aylarında rezervuar ve göllerde sıcaklığın derinlikle değişimi söz konusu olmaktadır. Bu değişim sonucunda göllerde tabakalaşma meydana gelebilmektedir. Suyun sıcaklığının artmasıyla birlikte kimyasal reaksiyonlarının hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması da artmaktadır. Su sıcaklığının artması O₂, CO₂, N₂, CH₄ gibi gazların suda çözünürlüğünü azaltmaktadır. Sıcaklığın yüksek olduğu sularda organizmaların solunum hızı artmakta, bu da oksijen tüketimini arttırmakta ve organik maddelerin bozunmasına neden olmaktadır. Koşullar uygun olduğunda, bakterilerin kısa sürede hızla artması ve fitoplanktonlar suyun bulanıklığının artmasına neden olmaktadır (DSİ, 2001).

Verip ve ark. (2005), yaptığı çalışmada İyidere (Trabzon)'un fizikokimyasal açıdan su kalitesini belirlemeye çalışmıştır. Belirlenen dört istasyonda en yüksek su sıcaklığı 13,50 °C, en düşük su sıcaklığı 3,30 °C ve ortalama su sıcaklığı ise 7,20 °C olarak belirlenmiştir. Yılmaz (2004), Mumcular Barajı (Muğla- Bodrum)'ın fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada en düşük 11,50 °C, en yüksek 30,60 °C ve ortalama su sıcaklığını 20,70 °C olarak tespit etmiştir.

2.1.2.pH

pH sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerden biri olup suyun asitlik özelliğinin bir göstergesidir. pH tanımına bakıldığında, hidrojen iyonu molar derişiminin eksi logaritması olarak tanımlandığı görülmektedir. pH aralığı 0-14 arasında değişmekte olup, 7'nin altı asidik, üzeri ise baziktir (Zeybek, 2006). Suların pH'ı ölçülerek, sudaki serbest karbondioksit miktarı, alkalik veya asidik olduğu belirlenebilmektedir. Sudaki pH'ın yüksek değerlere sahip olması durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri artmaktadır (Taş, 2006).

Göllerde pH 6-9 arasında değişim göstermektedir. Çözünmüş karbonat miktarının fazla olduğu olduğu kireçli bölgelerdeki göllerde pH 9'a kadar, akıntı olmayan göllerde ise buharlaşma alkali maddelerin birikmesine neden olduğundan pH 12'ye kadar çıkabilmektedir. pH değerinin yüksek olması içme sularında hafif koku oluşturmakla birlikte, suların renk yoğunluğu da pH'ın yükselmesiyle artmaktadır. Volkanik göllerde ve maden yatakları yakınındaki göllerde pH 1,7'ye kadar düşebilmektedir (Tanyolaç, 1993).

Alaş ve Çil (2002), yaptığı çalışmada Aksaray İlinde içme suyu kaynaklarında bazı su kalite parametrelerini incelemiştir. Beş aylık süre ile yapılan çalışmada üç ayrı istasyondan alınan örneklerde en yüksek pH 7,67 olarak Mayıs ayında, en düşük ise Nisan ayında 6,81 olarak ölçülmüştür. Taş (2006), Derbent Baraj gölünde yaptığı çalışmada pH'ı 7,9 olarak ölçmüştür.

2.1.3. Bulanıklık (Türbidite)

Askıda katı madde içeren suların ışık geçirgenliğinin ölçüsü türbidite (bulanıklık) olarak adlandırılmaktadır. Bulanıklığın nedeni olarak, suda bulunan askıda maddelerden gözle görülebilecek kadar büyük tortulara kadar her şey gösterilebilmektedir. Kum, kil, silis, kalsiyum karbonat, demir, mangan, sülfür gibi maddeler bulanıklığa neden olabilmektedir. BirimiNTU (Nephelometrik bulanıklık birimi), JTU (Jackson bulanıklık birimi) veya FTU (Formazin bulanıklık birimi)'dir (Kırmızı, 2010).

Bulanıklık oluşturan parçacıkların boyutu 0.01-100 µm arasında değişim göstermektedir. Parçacıkların büyük kısmı kolay bir şekilde çöktürülerek veya filtrelenerek giderilebilir. 0.01-5 µm boyutundaki küçük parçacıklar da çökeltim, filtrasyon işlemlerinin uygulanması sorun oluşturabilmektedir. Bu boyutlardaki parçacıkların çökeltme süreleri çok yavaş olmakta ve filtrasyon işlemi sırasında kolaylıkla kaçabilmektedirler (Solak, 2007).

Kum, kili demir, mangan gibi tuzların çöktürmeleri bulanıklığa neden olmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıklar ile suların kirlenmesi, bakterilerin ve diğer mikroorganizmaların nehirlere gelen organik maddeler ile gelişmesi ve azot ve fosfor gibi besin maddelerinin yüzeysel sulara taşınarak alglerin gelişmesine katkıda bulunması gibi olaylar bulanıklığa neden olmaktadır (Eroğlu, 2012).

Bulut ve ark. (2012), yaptığı çalışmada Çivril Gölü yüzey suyu kalitesini değerlendirmiştir. Yapılan çalışmada dört istasyondan alınan örneklerde fizikokimyasal parametrelerin yıllık minimum, maksimum ve ortalama değerleri belirlenmiştir. Bu parametrelerden biri olan bulanıklık değerleri, minimum 0,41 NTU, maksimum 44 NTU ve ortalama 4.68 NTU olarak saptanmıştır. Gültekin ve ark. (2012), yaptığı çalışmada Trabzon ili akarsularında su kalite parametrelerini incelemiştir. Trabzon ilinde bulunan on beş akarsu havzasında yağışlı dönemde 234 noktada örnekleme yapılmıştır. Bu çalışmada bulanıklık değerleri incelendiğinde maksimum değer 716 NTU ve minimum değer 1 NTU olduğu gözlemlenmiştir.

2.1.4. Askıda Katı Madde

Suda çözülmüş madde, sudaki çözülmüş az miktardaki organik madde ve anorganik tuzlardır. Çözülmüş madde içinde bulunan iyonlar; karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur (Güler, 1997). Askıda katı maddeler suyun bulanıklaşmasına neden olarak ışık geçirgenliğini azaltırlar. Güneş ışınları su bitkilerine zor ulaştığı için fotosentez etkilenecek sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına sebep olurlar. Askıda katı maddeler dibe çökerek canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Ünlü ve ark.2008).

Askıda katı madde, 1 µm'den daha büyük boyutlu organik ve inorganik partiküler maddeleri ifade etmektedir. Askıda katı maddeler yüzeysel suların içilebilir olmasını, estetik olmasını, endüstride kullanılması gibi çeşitli amaçlarla sulardan yararlanılmasını doğrudan etkilemektedir. Askıda katı madde derişiminin fazla olması, kanallarda ve arıtma sistemlerinde tıkanma sorunlarına yol açabilmektedir (Kocamaz Alkaş, 2007).

Tepe (2009), Hatay'ın Reyhanlı Gölü'nde yaptığı çalışmada su kalite parametreleri belirlenmiştir. On iki ay boyunca su örnekleri aylık olarak tek bir istasyondan alınmış olup fizikokimyasal parametreler incelenmiştir. Askıda katı madde değeri en yüksek 35,66 mg/L ile temmuz ayında, en düşük 28 mg/L ile ekim ayında ve ortalama 28,91 mg/L olarak ölçülmüştür. Boran ve Sivri (2001), Trabzon İlinde Solaklı ve Sürmene derelerinde yaptığı çalışmada askıda katı madde yüklerini belirlemişlerdir. Solaklı deresinde ölçülen askıda katı madde miktarı ortalama 82 mg/L ve Sürmene deresinde ölçülen askıda katı madde miktarı ortalama 61,8 mg/L olarak ölçülmüştür.

2.1.5. Çözünmüş Oksijen

Sudaki çözünmüş oksijen, sudaki bakterilerin fotosentez sonucu oluşturduğu oksijen ve havadaki oksijenden oluşmaktadır. Sulardaki çözünmüş oksijen derişimi fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlıdır. Sudaki çözünmüş oksijen derişimi sıcaklık ve tuzluluk gibi parametrelerle ters orantılıdır (Köktürk, 2013).

Çözünmüş oksijen kirletici maddelerin doğal sularda kendi kendine arıtma ve aerobik arıtma proseslerinde atık suların arıtılmasında önemli bir faktördür. Çözünmüş oksijen miktarının göl, nehir gibi yüzeysel sularda orada yaşayan canlıların türüne göre, örneğin balık ve diğer organizmalar için en az 4 mg/L, optimum 5 mg/L olması istenmektedir. Su yüzeyinde havalanma, akarsu düşü yatakları ve bağlamalardaki havalandırma, sudaki biyokimyasal ayrışma için tüketilen oksijen ve hayvansal ve bitkisel organizmaların solunumu çözünmüş oksijen derişimini etkileyen faktörlerdir (Doğangun, 1997).

Kalyoncu ve ark. (2008), Antalya İlinde Akdeniz’e dökülen Aksu Çayı’nın su kalitesinin belirlenmesi amacı ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma alanında belirlenen altı noktada fizikokimyasal parametreler incelenmiştir. Bu parametrelerden biri olan çözünmüş oksijen değeri en yüksek 10 mg O₂/L ve en düşük 7,34 mg O₂/L olarak belirlenmiştir. Dirican ve Barlas (2005), yaptığı çalışmada Dipsiz ve Çine Çayı’nda (Muğla - Aydın) belirledikleri yedi istasyondan aldıkları su örneklerinde fizikokimyasal parametreleri incelemiştir. Çözünmüş oksijen değerlerine bakıldığında en yüksek değer 10,7 mg O₂/L ve en düşük değerin 4,1 mg O₂/L olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında ortalama değerlerinde 6,2 mg O₂/L ve 8,5 mg O₂/L arasında olduğu belirlenmiştir.

2.1.6. Fekal Koliform

Enterobacteriaceae familyası içinde yer alan, aerobik veya fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmeyen, 35 °C’de 48 saat içinde laktozdan gazve asit oluşturan kısa kıvrımlı çubuk şeklindeki bakteriler koliform bakteriler olarak adlandırılmaktadır. Koliform bakteriler içerisinde en tipik iki bakteri *E. coli* ve *Enterobacter aerogenes*’tir (Holt ve ark., 1994).Günümüzde *Aeromonas*, *Arizona*, *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Providencia* cinslerine ait türler ile *Hafnia alvei*, *Pantoea agglomeran*, *Rahnela aquatilis* koliform kabul edilmektedir.Koliform bakterilerin genel bir heterojeniteye sahiptir. Bu bakteriler toprak, su, meyve, sebze, çiçekli bitki ve ağaç, hayvan, böcek ve insanlarda bulunmaktadır. Bakterilerin bazı türleri insanlar, hayvanlar, böcekler ve bitkiler için patojenik potansiyel taşımaktadır (Genç, 2006).

Çizelge 2.1. Enterobacteriaceae familyasının sınıflandırma piramidi (Akar, 2009)

	Sistemik hiyerarşi
Alem	Bacteria
Şube	Proteobacteria
Sınıf	Gammaproteobacteria
Takım	Enterobacteriales
Aile	Enterobacteriaceae

Çizelge 2.2. Enterobacteriaceae familyasının bazı özellikleri (Akar, 2009)

Tür	Hareket	Ortam	Patojenite	Kapsül
<i>Enterobacter aerogenes</i>	+	Toprak, su vb.	+	±
<i>Citrobacter freundii</i>	+	Dışkı	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	Dışkı, topraki su, meyve	+	+
<i>Hafnia alvei</i>	+	Dışkı, toprak, su, vb.	+	-

Çizelge 2.1’de Enterobacteriaceae familyasının sınıflandırma piramidi ve Çizelge 2.2’de Enterobacteriaceae familyasının bazı özellikleri verilmiştir. Uluslararası standartlarda kabul edildiği gibi, ülkemizde de toplam ve fekal koliform bakteriler su mikrobiyolojisi kalite standardı parametreleri olarak gösterilmektedir. Potansiyel patojen olan fekal koliform bakteri miktarının standartların üzerinde bulunması durumunda ise, suyun enfeksiyon yaydığı kabul edilmektedir (Akar, 2009). Yüzeysel sular için toplam ve fekal koliform sınır değerleri Çizelge 2.3’de görüldüğü gibi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın 2012 yılında yayınladığı, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerinde verilmektedir.

Çizelge 2.3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (YSKYY, 2012)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Fekal koliform (EMS/100 mL)	≤10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000

Koliform bakteriler ile kontamine olan içme suları ishal ve mide bulantısı ile seyreden mide-bağırsak hastalıklarına sebep olabilmektedir. Bunun yanında daha birçok etki göstermekle birlikte özellikle çocuklarda, yaşlılarda ve immun sistemi zayıf kişilerde hayati tehlikeler ortaya çıkabilmektedir (Genç, 2006).

2.1.7. Toplam Fosfat

Fosfatın doğal sularda bulunma şekli inorganik ve organik şekilde olabilmektedir. Fosfatın alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması sebebiyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suyu kaya ve topraklardan geçişinin yanı sıra yapay gübrelere ve endüstriyel atıklardan da geçebilir. Fosfatın varlığı alglerin çoğalmasını kolaylaştırdığı için içme sularında koku ve tat problemi yaratmaktadır (Güler, 1997).

Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğunun bağlı olduğu parametreler; havzanın morfolojisi, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriği, suya karışan organik madde ve evsel atık olup olmadığı ve sudaki organik metabolizmadır (Özdemir ve ark., 2007).

Sınanmış Atasoy ve Şeneş (2004), Atatürk Baraj Gölünde yaptıkları kirlilik yükü araştırmasında Gökkuşluğu alabalığı (*Onchorynchus mykiss*, Walbaum 1792) üretimi yapılan kafeslerin bulunduğu ortamdaki göl suyunun özellikleri incelemişler ve burada toplam fosfor değerini 2,37 mg/L olarak ölçmüşlerdir.

Bozkurt (2006), Yenişehir Gölünde (Reyhanlı, Hatay) yaptığı çalışmada nitrat, fosfat, pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık ve ışık geçirgenliğini araştırmıştır. Yaptığı ölçümlerin sonucunda en düşük fosfat değerini 0,02 mg/L ve en yüksek fosfat değerini 0,55 mg/L olarak ölçmüştür.

2.1.8. Toplam Nitrat

Azotlu bileşiklerin ayrışması kararlılığı gittikçe artan bir seri bileşikler yaparak nitratın meydana gelmesi şeklinde olmaktadır. Reaksiyonlar ;



bu şekilde gerçekleşmektedir. Azot bu reaksiyonları gerçekleştirebilmesinden dolayı kirlenmenin işareti olarak görülebilmektedir (Karpuzcu, 2007). Bakan ve Şenel (2000), Mert Irmağında yaptıkları su kalitesi çalışmasında ırmağın 10 farklı noktasından örnekler almışlardır. Bu çalışmada ırmağın en yüksek toplam nitrat değeri 5,034 mg/L ve en düşük toplam nitrat değeri 0,703 mg/L olarak ölçülmüştür.

Taşdemir ve Göksu (2001) Doğu Akdeniz Bölgesinin önemli bir akarsuyu olan Asi Nehrinde yaptıkları 1 yıllık çalışmada ve 12 kez örnekleme yapılmıştır. Asi nehrinde yapılan ölçümlerden biri olan toplam nitrat ölçümü için en düşük değer 0,0003 mg/L ve en yüksek değer ise 4,91 mg/L'dir. Tepe ve arkadaşları (2006) Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimlerini incelemişlerdir. Hasan Çayı'nın nitrat ölçümleri sonucunda çaydaki ortalama nitrat seviyesi 2,3 mg/L olarak tespit edilmiştir. Hasan Çayı'nın en düşük nitrat seviyesi 2,26 mg/L ve en yüksek değeri 2,41 mg/L' dir.

2.1.9. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), organik maddelerin hava varlığında başta bakteriler olmak üzere mikropların üremesi için gereken oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır (temel kitabı). Diğer bir tanımla, kirlili sudaki organik maddelerin aerobik koşullar altında oksidasyonu ve stabilizasyonu için bakteriler tarafından tüketilen oksijen miktarıdır.

Su kaynaklarının kirlilik derecesinin belirlenmesi, atıkların kirletme potansiyelinin belirlenmesi ve artıma sistemlerinin tasarımı-işletilmesi gibi konularda BOİ öncelikli parametrelerden biridir. BOİ miktarının belirlenmesi atık suların ve kirlenmiş doğal sularda bulunan organik madde yükünün mikroorganizmalar tarafından parçalanmasında ihtiyaç duyulan oksijen miktarının ölçülmesinden elde edilen değerler yardımı ile stokiyometrik olarak organik madde miktarını belirlenmesini sağlamaktadır (Doğangün, 1997).

BOİ tayini genellikle 20 °C sıcaklıkta 5 gün süreli olarak gerçekleştirilmektedir ve sonucu BOİ₅ olarak verilmektedir. Beş gün sürede suyun içerdiği organik bileşikler biyokimyasal olarak parçalanma süreçlerini tamamlayamamaktadırlar. Teorik olarak organik maddelerin tam biyolojik oksidasyonu için sonsuz zaman gerekmektedir. Fakat pratikte reaksiyonun 20 günde tamamlandığı esas alınmaktadır. Ancak 20 gün beklemek çok zaman aldığı için BOİ₅ tayininde 5 günlük süre kabul edilerek inkübasyon süresi 5 gün ile sınırlandırılmıştır (Hacıoğlu, 2011). Su içindeki organik bileşiklerin tümünün

mikroorganizmalar tarafından tamamen parçalanması için harcanan oksijen miktarı nihai BOİ olarak bilinmektedir (Coşkun, 2012).

2.2. Su Kalite İndeksleri

Su, sosyo-ekonomik gelişim ve sağlıklı ekosistemlerin korunması için gereklidir. Nüfus artışı ve sürekli gelişmek yerel kullanım için yeraltı ve yüzeysel suların kullanımını arttırmaktadır. Suyun içme suyu olarak kullanılmasının yanında su kaynakları tarım, hayvancılık, ormancılık, endüstriyel faaliyetler, hidroelektrik üretimi, balıkçılık gibi daha birçok alanda yaşamsal role sahiptir (Tyagi ve ark., 2013).

Su kalitesi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin kullanılarak değerlendirildiği belirli bir kaynak ya da alan olarak nitelendirilebilmektedir. Bu parametrelerin değerleri belirlenen limitlerin üzerinde olduğunda insan sağlığı için zararlı hale gelmektedir. Bu nedenle, insani tüketim için su kaynaklarının uygunluğunun belirlenmesinde su kalitesinin belirlenmesi açısından en etkili yol olan su kalite indeksi kullanılmaktadır. Su kalite indeksi, su kalite verilerini kullanmakta ve çeşitli çevresel izleme kuruluşları tarafından formüle edilen politikaların modifikasyona yardım etmektedir (Tyagi ve ark., 2013).

Su kalite indeksi ilk ilkel biçimi 150 yıldan daha da önce Almanya'da bir su kaynağının uygunluk göstergesi olarak sudaki bazı organizmaların varlığının ya da yokluğunun belirlenmesiyle tanıtılmıştır. Ancak, indekslerin gerçek formları 1960'lı yılların sonlarına kadar kullanılmamıştır. İlk su kalite indeksleri Horton (1965) ve Brown ve ark. (1970) tarafından önerilmiştir. Ardından, su kalite indeksleri özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da olmak üzere çeşitli ülkelerde yönetim kurulları veya araştırma enstitüleri tarafından kullanılmıştır (Taner, 2007).

En yaygın kullanılan ve en çok bilinen su kalite indeksi Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi (NSFWQI)'dir. Bu indeks yüz kırktan fazla su kalite uzmanının yaklaşık otuz beş kalite testi ile incelemesiyle geliştirilmiştir. Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi'nin ardındanyüzme ve balıkçılıkta dahil

olmak üzere rekreasyonel amaçlı kullanılan yüzeysel suların değerlendirilmesi için kendi indekslerini geliştirdikleri Oregon Çevre Kalite Departmanı'nın indeksi gelmektedir. Oregon indeksi 1983 yılına kadar kullanılmış, daha sonra daha gelişmiş bir forma yükseltilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin yanı sıra, diğer bir önemli indeks British Columbia geliştirilmiş ve "BC-WQI" olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Kanada Bakanlar Konseyi "BC-WQI" yöntemini değiştirerek uygulamıştır (Taner, 2007).

Farklı su kalite indeksleri için su kalite değerleri ve derecelendirmeleri Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Farklı su kalite indeksleri için su kalite değerleri ve derecelendirmeleri (Taner, 2007)

Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalite İndeksi (NSFWQI)	
WQI Değerleri	Kalite Sınıfı
91-100	Mükemmel
71-90	İyi
51-70	Orta
26-50	Kirli
0-25	Çok Kirli
Çevre Bakanları Kanada Konseyi Su Kalite İndeksi (CCME WQI)	
95-100	Mükemmel
80-94	İyi
60-79	Orta
45-59	Kirli
0-44	Çok Kirli
Oregon Su Kalite İndeksi	
90-100	Mükemmel
85-89	İyi
80-84	Orta
60-79	Kirli
0-59	Çok Kirli

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı olarak Eskişehir İli çevresinde bulunan altı adet gölet seçilmiş olup bunlar; Yukarıkartal, Sarıungur, Borabey, Çukurhisar, Keskin, Kanlıpınar göletleridir. Çalışmada belirlenen altı göletten (Şekil 3.1) 2013-2014 tarihleri arasında mevsimsel olarak yüzeysel su örnekleri alınmış ve istasyon özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı ve göletler

Çizelge 3.1. Çalışma alanındaki istasyonların özellikleri

Gölet Adı	Koordinat		Rakım (m)
Keskin	39° 51' 59.3''	30° 23' 62.6''	683
Borabey	39° 52' 48.9''	30° 27' 27.7''	464
Sarıungur	39° 41' 35.5''	30° 34' 24.6''	497
Çukurhisar	39° 50' 56.7''	30° 18' 37.7''	230
Kanlıpınar	39° 43' 14.7''	30° 40' 03.4''	241
Yukarıkartal	39° 44' 50.8''	30° 15' 58.7''	880

Yukarıkartal göleti (Şekil 3.2) 144 hektarlık sulama alanına sahip, 1969-1971 yılları arasında yapılmış ve akarsuyu Kartal Deresi olan bir gölettir. Bu göletin depolama hacmi 0,540 hm³, aktif hacmi 0,490 hm³ ve ölü hacmi 0,050 hm³'dür. Yukarıkartal göletinin talvegden yüksekliği 15,2 m ve temelden yüksekliği 18,7 m'dir. Göletin gövde dolgu tipi zonludur (Anonim 1, 2014).



Şekil 3.2. Yukarıkartal Göleti

Kanlıpınar göleti sulama amacıyla 1977-1978 yılları arasında yapılmıştır. Göletin akarsuyu Tıngır deresidir. Sulama alanı 120 hektardır. Depolama, aktif ve ölü hacmi sırasıyla 0,750 hm³, 0,700 hm³, 0,05 hm³'dür. Göletin talvegden yüksekliği 17,2 m ve temelden yüksekliği 22,25 m'dir. Ayrıca göletin gövde dolgu tipi homojen olarak belirtilmiştir (Anonim 1, 2014).



Şekil 3.3. Kanlıpınar Göleti

Çukurhisar göleti (Şekil 3.3) akarsuyu Ilgın deresidir ve bu gölet sulama amacıyla yapılmıştır. Gölet inşaatına 1986 yılında başlanmış ve tamamlanması 8 yıl sürerek 1994 yılında tamamlanmıştır. Göletin gövde dolgu tipi homojendir. Depolama hacmi $0,635 \text{ hm}^3$ ve aktif hacmi $0,585 \text{ hm}^3$ 'dir. Gölet sulama alanı 140 hektar olarak belirlenmiştir. Gölet yüksekliği talvegden 15,15 m ve temelden 24,15 m'dir (Anonim 1, 2014).



Şekil 3.4. Çukurhisar Göleti

Keskin göleti (Şekil 3.5) sulama amacıyla yapılmış ve akarsuyu Karaöz deresidir. Baraj göletinin inşaatı 8 yıl sürmüş ve 1998 yılında yapımı tamamlanmıştır. Göletin depolama, aktif ve ölü hacmi sırasıyla $8,400 \text{ hm}^3$, $7,760 \text{ hm}^3$, $0,64 \text{ hm}^3$ 'dür. Keskin göleti gövde dolgu tipi homojendir ve sulama alanı 1112

hektardır. Göletin talvegden yüksekliği 24,6 m ve temelden yüksekliği ise 28,6 m'dir(Anonim 1, 2014).



Şekil 3.5. Keskin Gölü

Sarısungur göletinin (Şekil 3.6) akarsu kaynağı Sarısungur akarsuyudur. Göletin temelden yüksekliği 36 m ve talvegden yüksekliği 24,5 m'dir. Göletin yapılış amacı sulama olup, sulama alanı 364 hektarlık bir alanı kapsamaktadır (DSİ). Sarısungur göleti gövde dolgu tipi homojendir. Göletin depolama hacmi 2600 hm³'dür. Sarısu göleti, Eskişehir İli'nin 8 km güneydoğusunda, Gülpınar köyünün 1,5 km güneybatısında bulunan Sarısu deresi üzerinde olup rekreasyon amacı yanı sıra kullanma suyu ihtiyacını karşılaması, taşkın koruma, doğal hayatın korunması, sediment kontrolü, balıkçılık ve avcılık amaçları ile inşa edilmiştir (Tarım Bilimleri Dergisi, 2007).



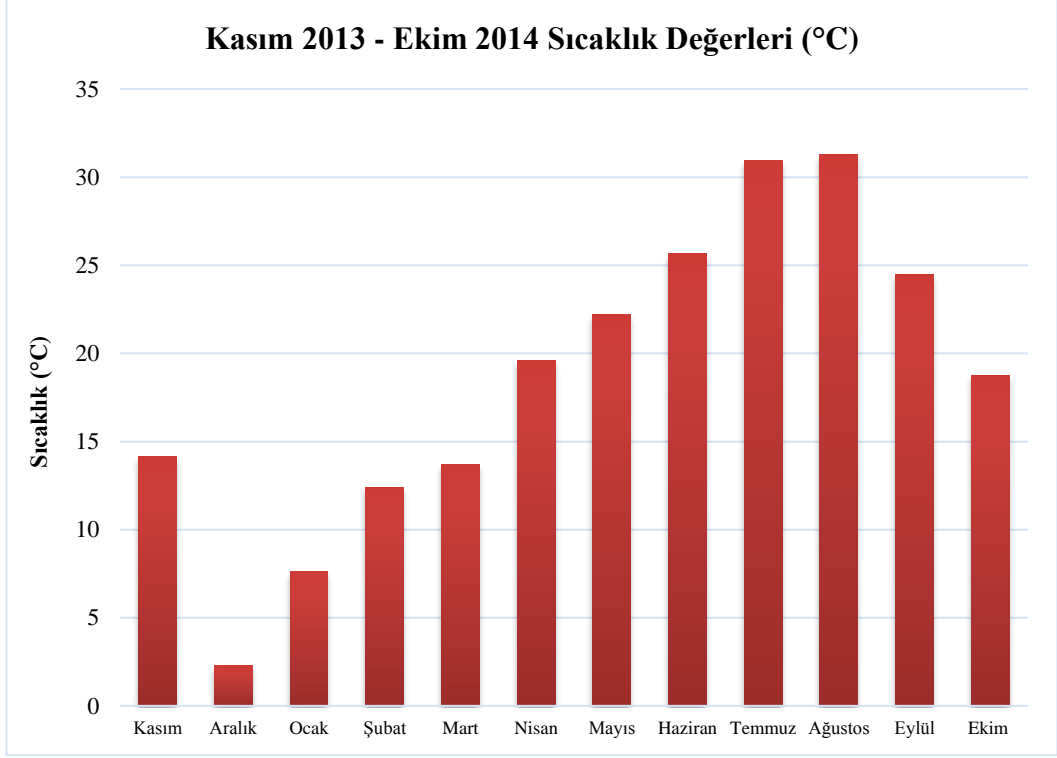
Şekil 3.6. Sarısungur Gölü

Bir diğer adı da Emirceoğlu göleti olan Borabey göleti (Şekil 3.7) sulama maksadıyla yapılmıştır. Gölet yapım yılı 1990 ile 1991 yılları arasındadır (İl Durum Raporu, 2008). Borabey sulama göleti 1991-1992 yılları arasında Köy Hizmetleri İl Müdürlüğüne 2480 dekarlık bir alana 115 çiftçinin yararlanması amacıyla inşa edilmiştir (Anadolu Haber, 2004).

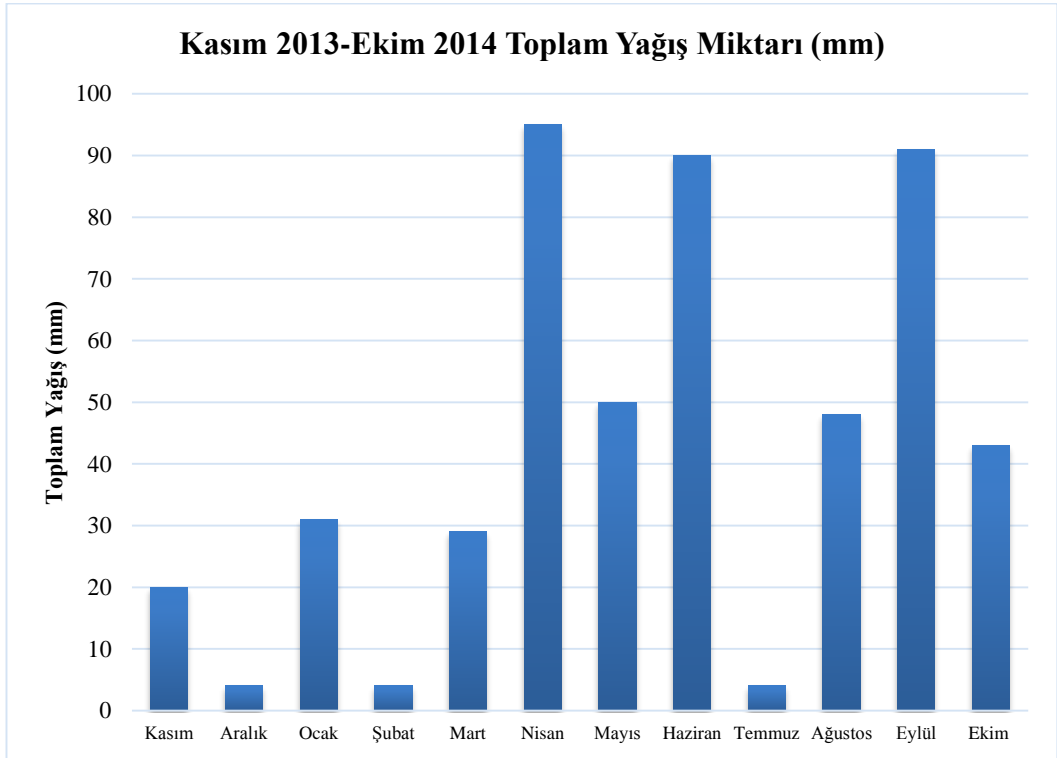


Şekil 3.7. Borabey Göleti

Sulama sularının kalitesi üzerinde iklim faktörlerinin etkisi büyüktür. İklim elemanlarından özellikle yağış faktörü suların sertliğine etki etmektedir. (Varol ve ark., 2005) Eskişehir karasal iklim kuşağında yer almaktadır. Kasım 2013 – Ekim 2014 tarihleri arasında Eskişehir İli sıcaklık ve toplam yağış miktarları Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da verilmiştir (Anonim 2, 2014).



Şekil 3.8. Kasım 2013-Ekim 2014 Sıcaklık Değerleri (°C)



Şekil 3.9. Kasım 2013-Ekim 2014 Toplam Yağış Miktarı (mm)

3.2. Deneysel Çalışma

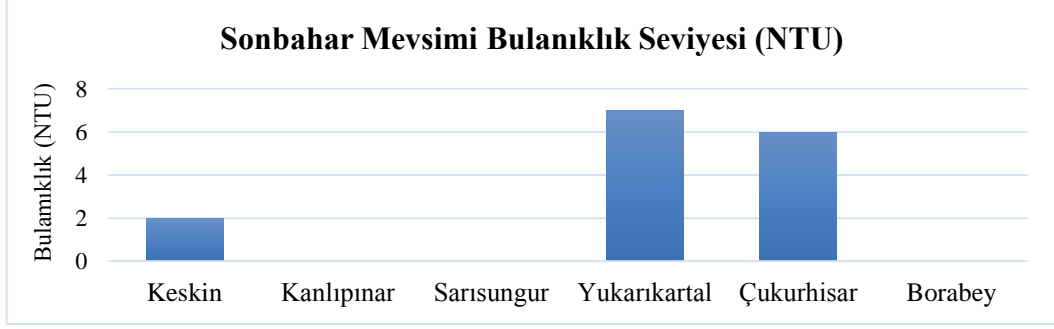
Kasım 2013 – Ekim 2014 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılan arazi çalışmalarında her mevsim belirlenen tarihte tek örnek olmak üzere Eskişehir İlinde bulunan altı göletten yüzeysel su örnekleri alınmıştır.

Su örneklerinde pH, sıcaklık (C°), çözünmüş oksijen (mg/L) seviyeleri numune alındığı anda HQ40D su kalite ölçüm cihazı ile yerinde, toplam nitrat (mg/L), toplam fosfat (mg/L) ve BOİ (mg/L) değerleri uygun koşullarda muhafaza edilerek laboratuvara getirilen örneklerde Hach Lange marka (DR 890) kalorimetre cihazı ile, fekal koliform değerleri ise En Muhtemel Sayı (EMS) analizi ile tespit edilmiştir (EN ISO 10304-1, EN ISO 26777).

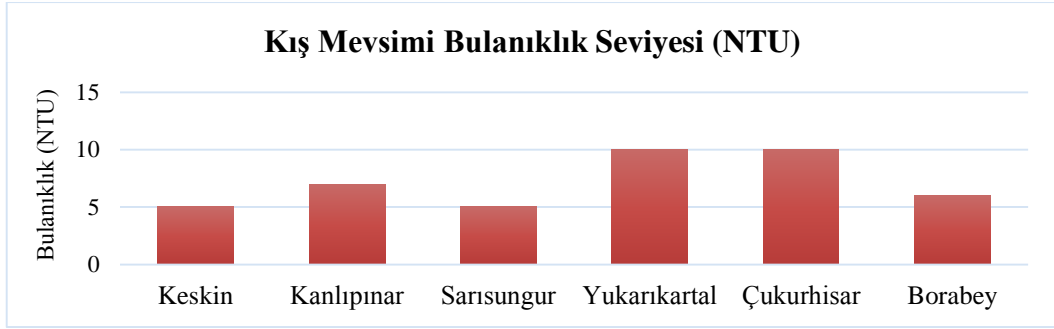
4. BULGULAR

4.1. Su Kalite Parametreleri Analiz Sonuçları

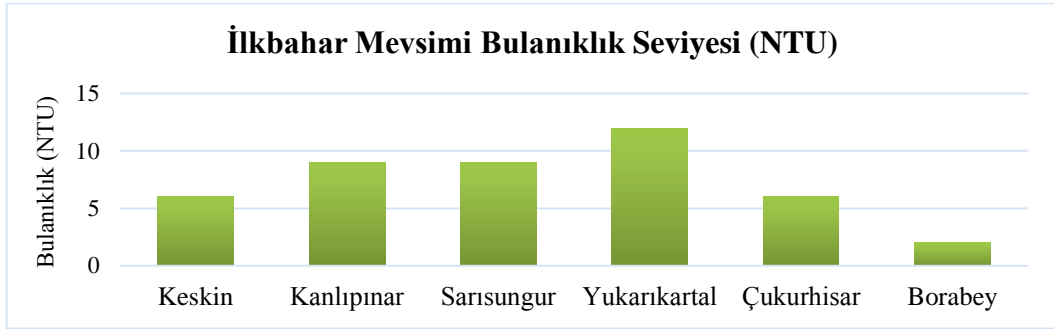
Çalışma alanımız olan Eskişehir İli'nde belirlenen altı göletten alınan yüzeysel su örneklerinde sıcaklık, pH, toplam nitrat, toplam fosfat, bulanıklık, toplam askıda katı madde, oksijen saturasyonu, BOİ ve fekal koliform parametreleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler mevsimsel ve yıllık değerlendirilmiş ve Şekil 4.1-4.92'de Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen limit değerler dikkate alınarak değerlendirilmiştir.



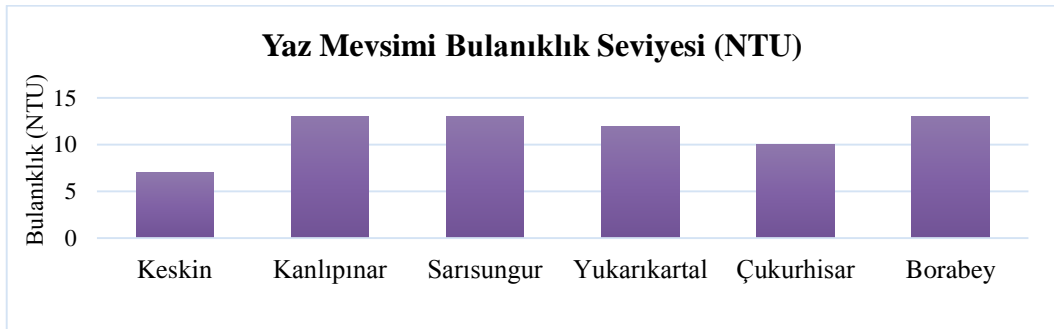
Şekil 4.1. Sonbahar mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU)



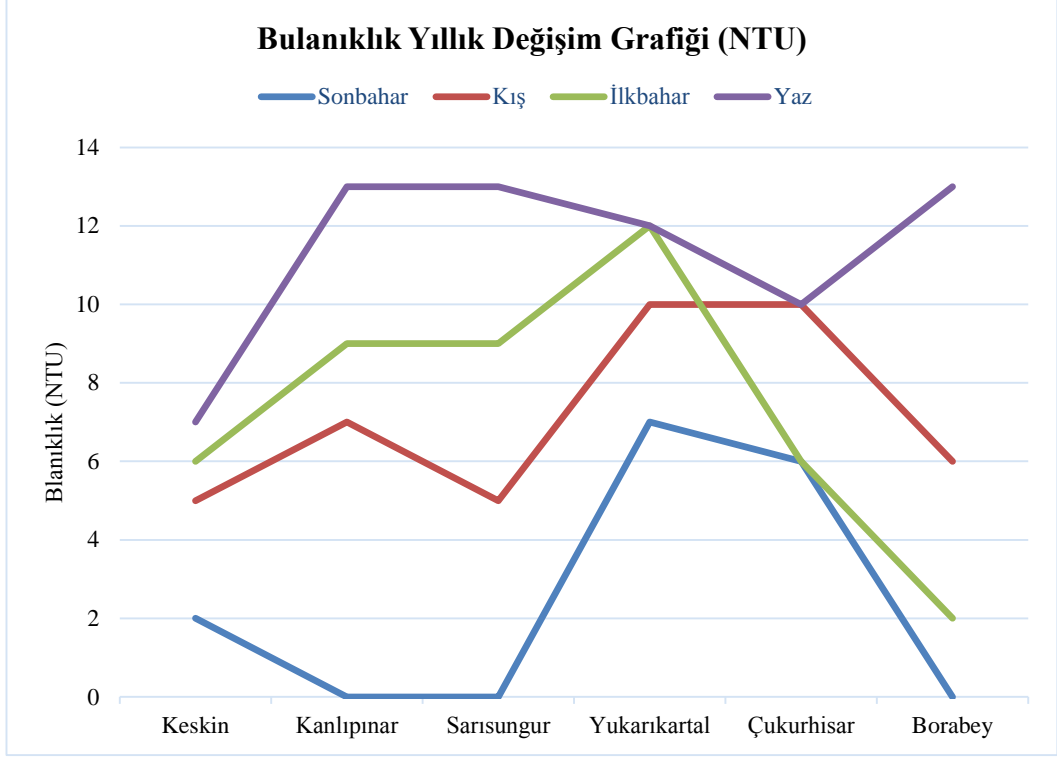
Şekil 4.2. Kış mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU)



Şekil 4.3. İlkbahar mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU)

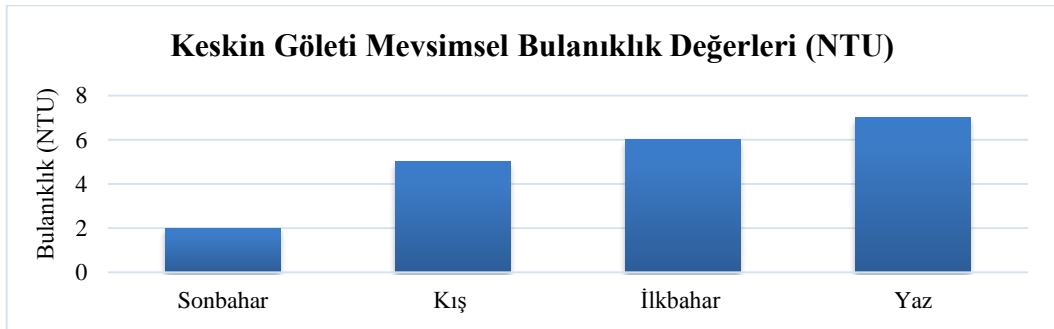


Şekil 4.4. Yaz mevsimi bulanıklık seviyeleri (NTU)

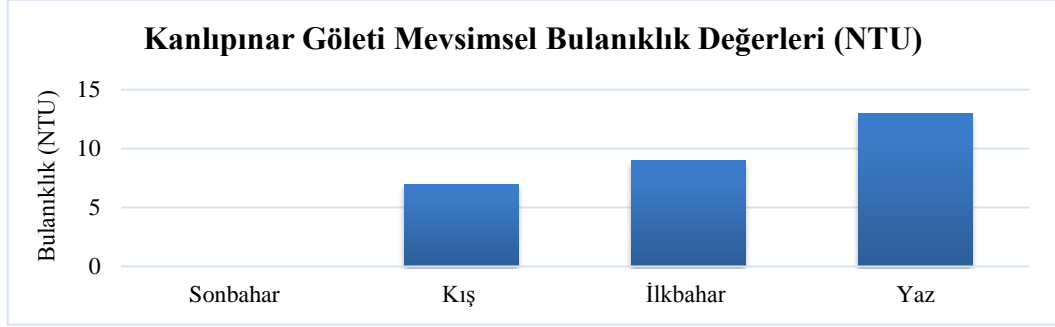


Şekil 4.5. Bulanıklık yıllık değişim seviyeleri (NTU)

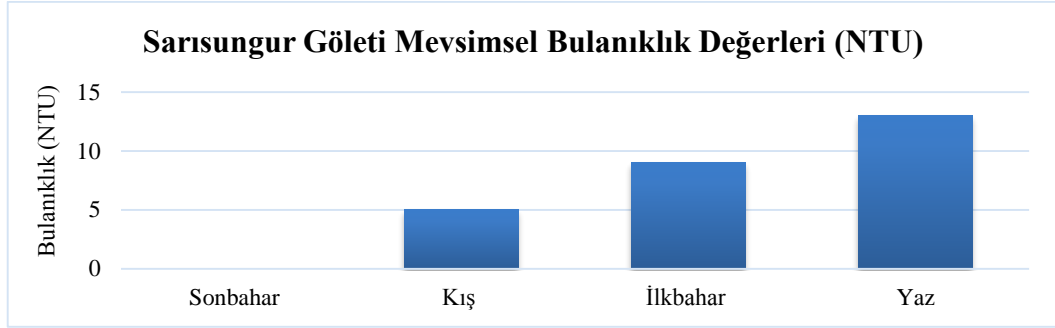
Alınan su örneklerinde bulanıklık değerlerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.1–4.4’de ve yıllık değişimleri Şekil 4.5’te verilmiştir. Sonbahar mevsiminde Kanlıpınar, Sarıungur ve Borabey göletlerinde bulanıklık değeri gözlenmemiş olup en yüksek bulanıklık değeri Yukarıkartal göletinde (7 NTU) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek bulanıklık değeri Yukarıkartal ve Çukurhisar göletlerinde (10 NTU) belirlenirken, en düşük Keskin ve Sarıungur göletlerinde (5 NTU) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek bulanıklık değeri Yukarıkartal göletinde (12 NTU), en düşük Borabey göletinde (2 NTU) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde Kanlıpınar, Sarıungur ve Borabey göletlerinde (13 NTU) en yüksek bulanıklık değeri ölçülürken, Keskin göletinde (7 NTU) en düşük ölçülmüştür.



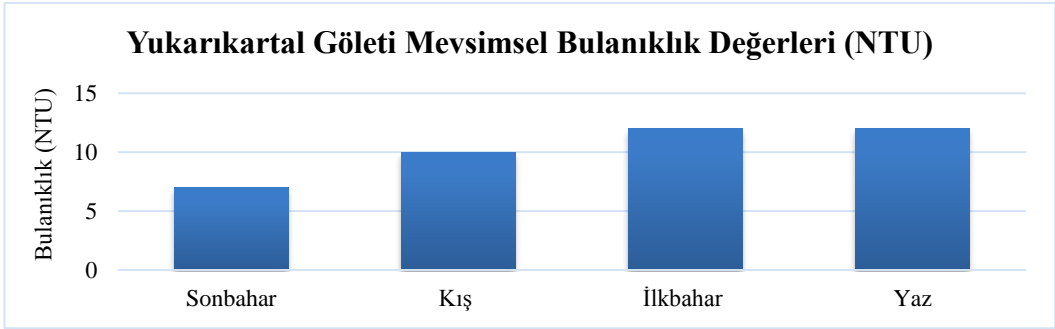
Şekil 4.6. Keskin göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)



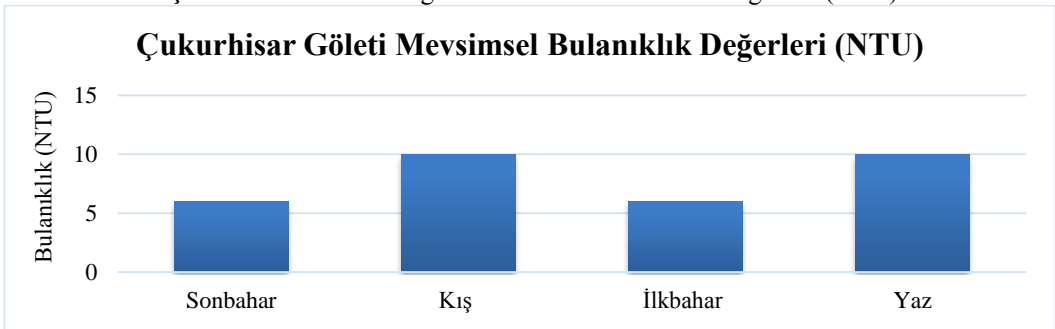
Şekil 4.7. Kanlıpınar göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)



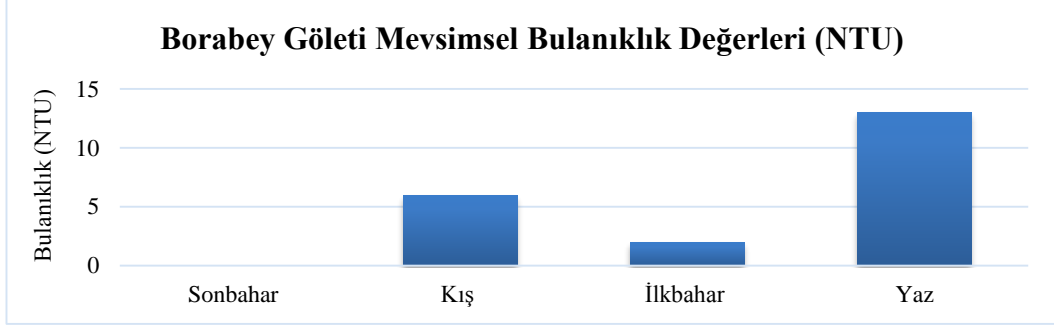
Şekil 4.8. Sarıungur göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)



Şekil 4.9. Yukarıkartal göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)

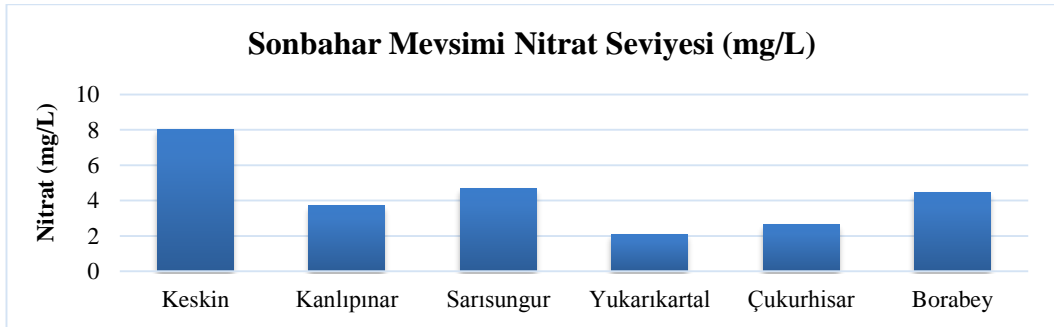


Şekil 4.10. Çukurhisar göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)

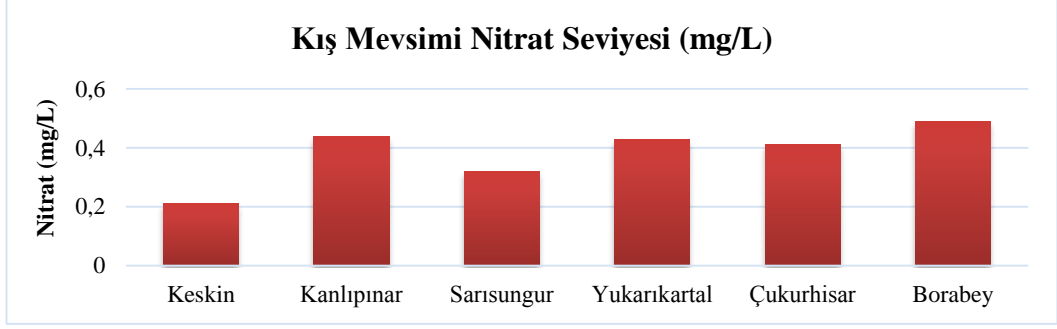


Şekil 4.11. Borabey göleti mevsimsel bulanıklık değerleri (NTU)

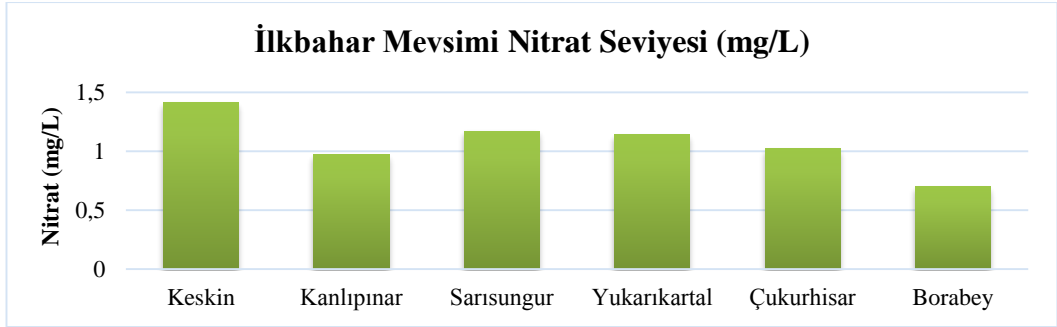
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde bulanıklık değerleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.6-4.11’de gösterilmiştir. Keskin, Kanlıpınar, Sarıungur ve Yukarıkartal göletlerinde bulanıklık değerleri sonbahar mevsiminde en düşük seviyede iken kış ve ilkbahar mevsimlerinde artış göstererek yaz mevsiminde en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. Çukurhisar ve Borabey göletlerinde ise sonbahar mevsiminde en düşük seviyede olan bulanıklık değerlerinin kış mevsiminde artış, ilkbaharda azalış, yaz mevsiminde ise artış gösterdiği ve en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir.



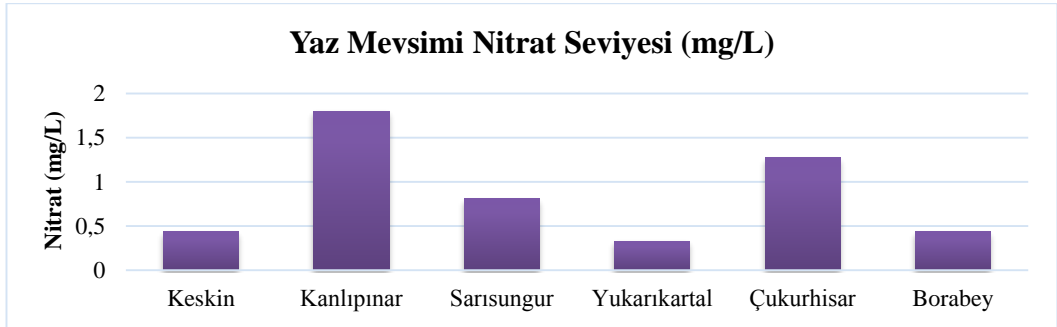
Şekil 4.12. Sonbahar mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)



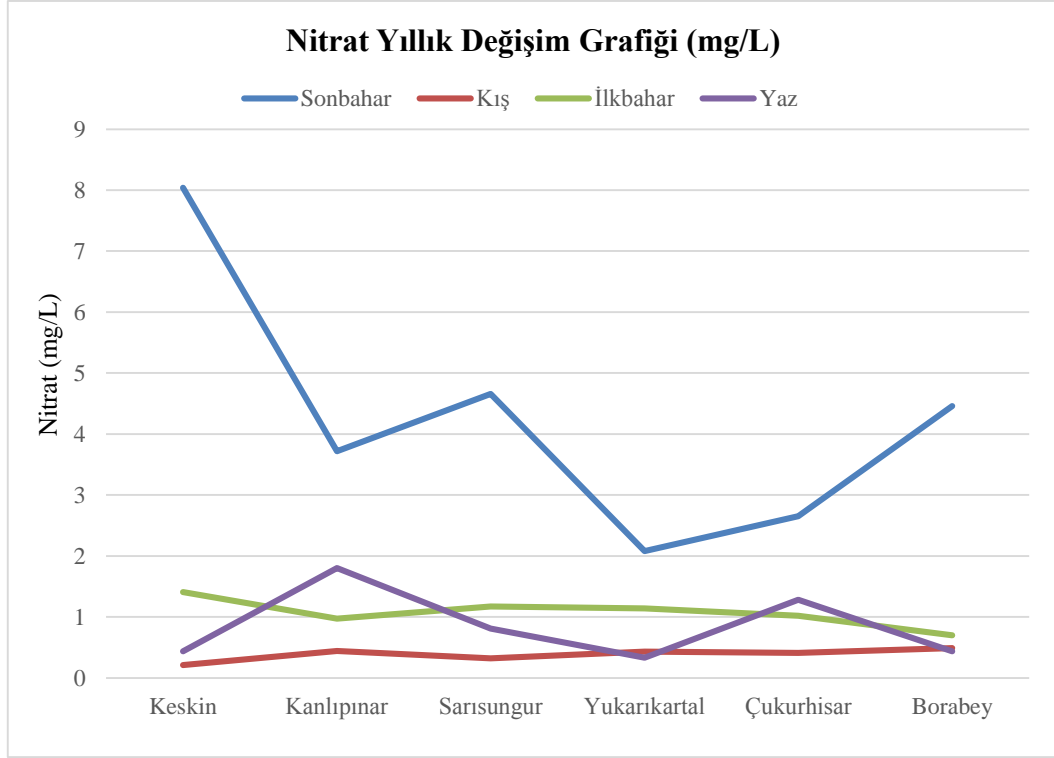
Şekil 4.13. Kış mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.14. İlkbahar mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)

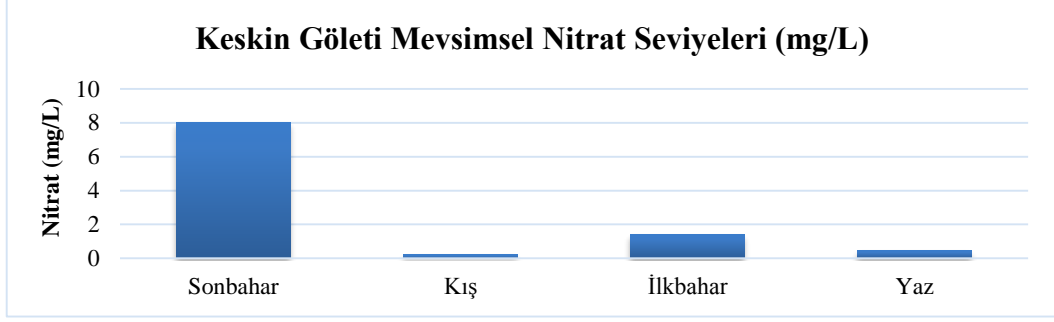


Şekil 4.15. Yaz mevsimi nitrat seviyeleri (mg/L)

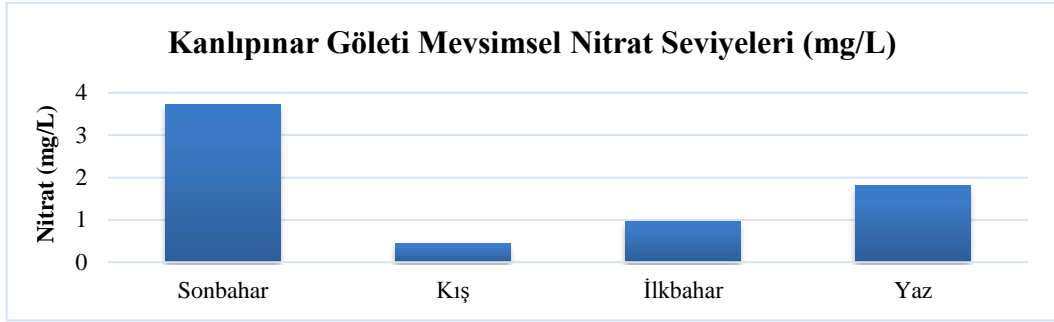


Şekil 4.16. Nitrat yıllık değişim seviyeleri (mg/L)

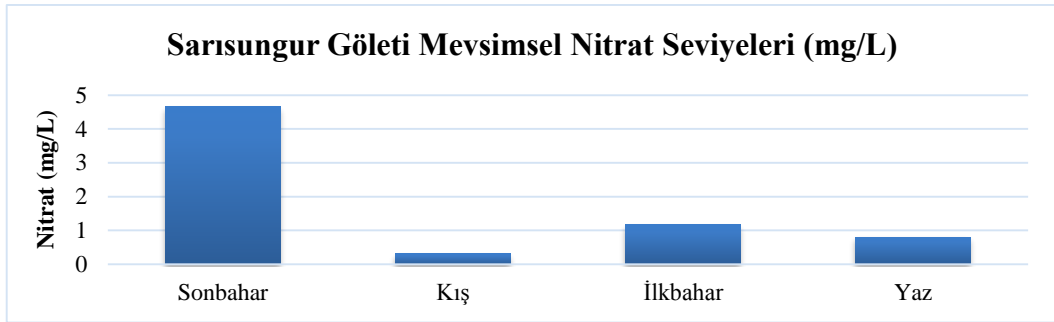
Alınan su örneklerinde nitrat seviyelerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.12–4.15’da ve yıllık değişimleri Şekil 4.16’da verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek nitrat seviyesi Keskin göletinde (8,04 mg/L), en düşük nitrat seviyesi ise Yukarıkartal göletinde (2,08 mg/L) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek nitrat seviyesi Borabey göletinde (0,49 mg/L) belirlenirken, en düşük Çukurhisar göletinde (0,41 mg/L) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek nitrat seviyesi Keskin göletinde (1,41 mg/L), en düşük Borabey göletinde (0,69 mg/L) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde Çukurhisar göletinde (1,28 mg/L) en yüksek nitrat seviyesi ölçülürken, Yukarıkartal göletinde (0,33 mg/L) en düşük ölçülmüştür.



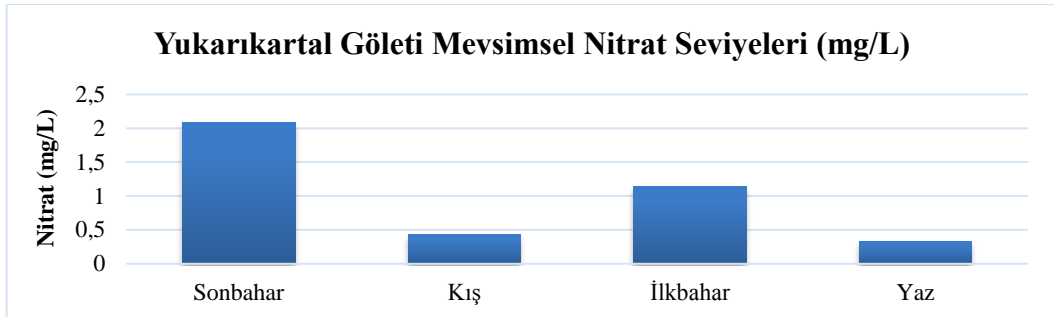
Şekil 4.17. Keskin göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)



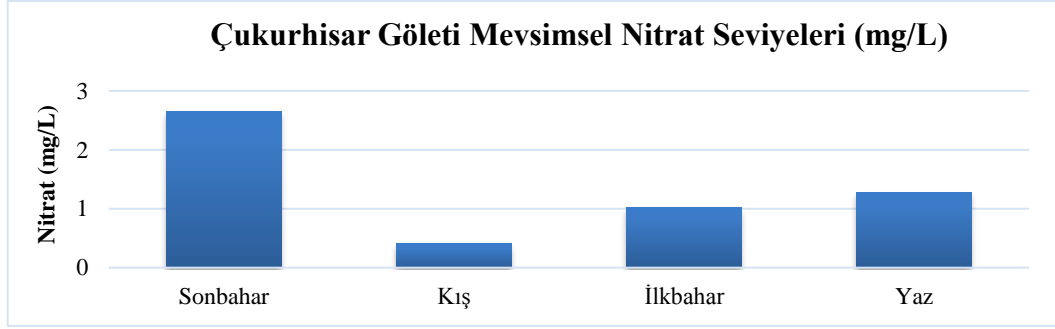
Şekil 4.18. Kanlıpınar göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)



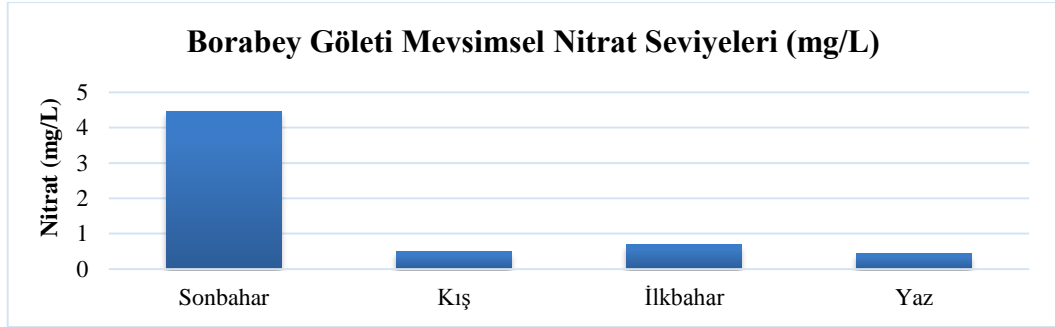
Şekil 4.19. Sarısungur göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.20. Yukarıkartal göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)

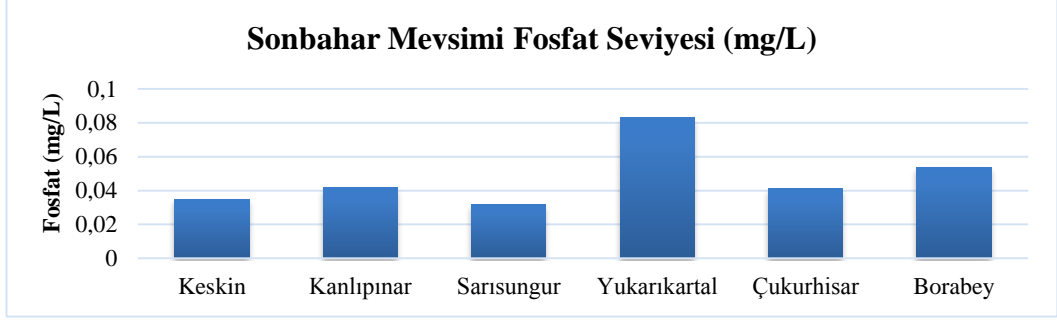


Şekil 4.21. Çukurhisar göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)

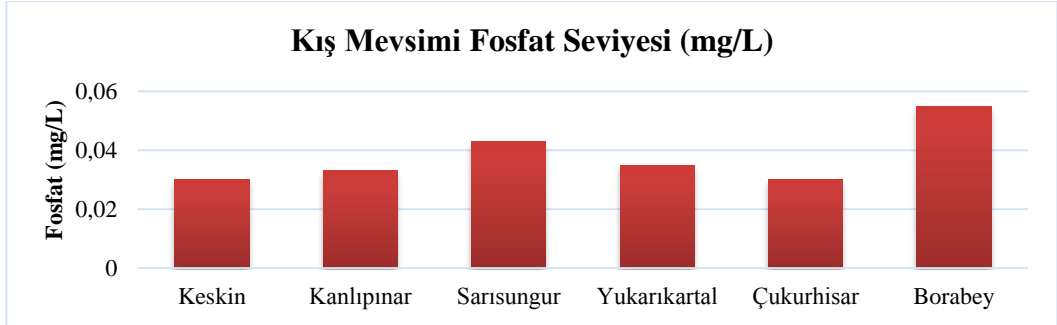


Şekil 4.22. Borabey göleti mevsimsel nitrat seviyeleri (mg/L)

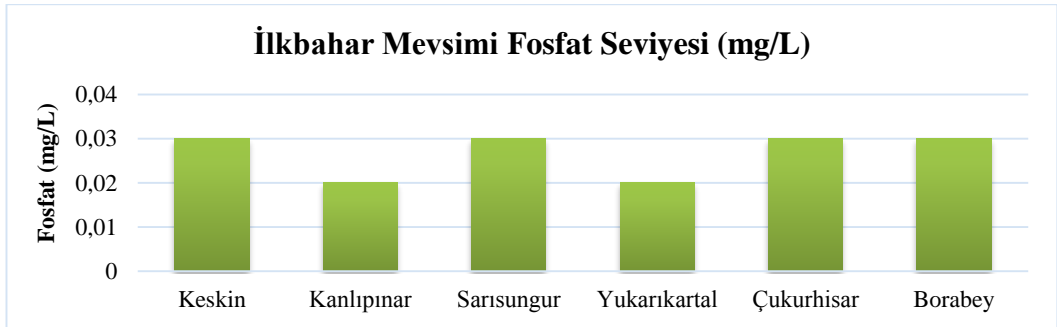
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde nitrat seviyeleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.17-4.22’de gösterilmiştir. Tüm göletlerde en yüksek nitrat seviyesi sonbahar mevsiminde gözlenirken, en düşük nitrat seviyesi ise kış mevsiminde gözlenmiştir. Kanlıpınar ve Çukurhisar göletlerinde kış mevsiminde en düşük seviyede olan nitrat seviyesi ilkbahar ve yaz mevsimlerinde artış göstermiştir. Keskin, Sarıungur, Yukarıkartal ve Borabey göletlerinde ise nitrat seviyesi ilkbahar mevsiminde yükselme gösterip yaz mevsiminde kış mevsiminde yakın seviyelere düşüş göstermiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’nde nitrat için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde Keskin Göleti dışındaki tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Keskin Gölet’inin ise 2. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.



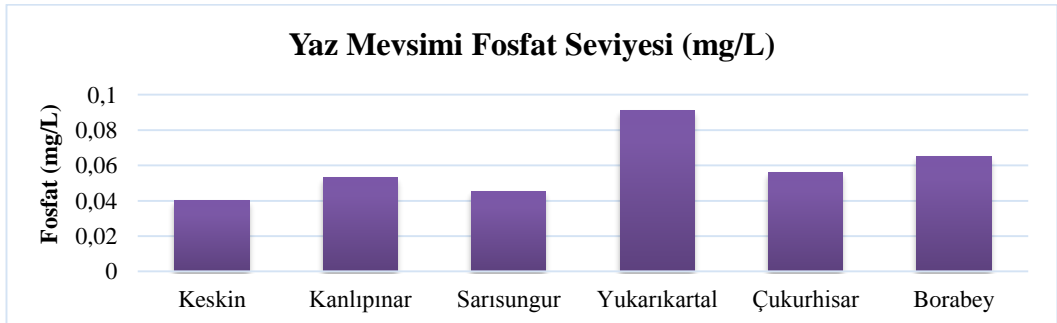
Şekil 4.23. Sonbahar mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L)



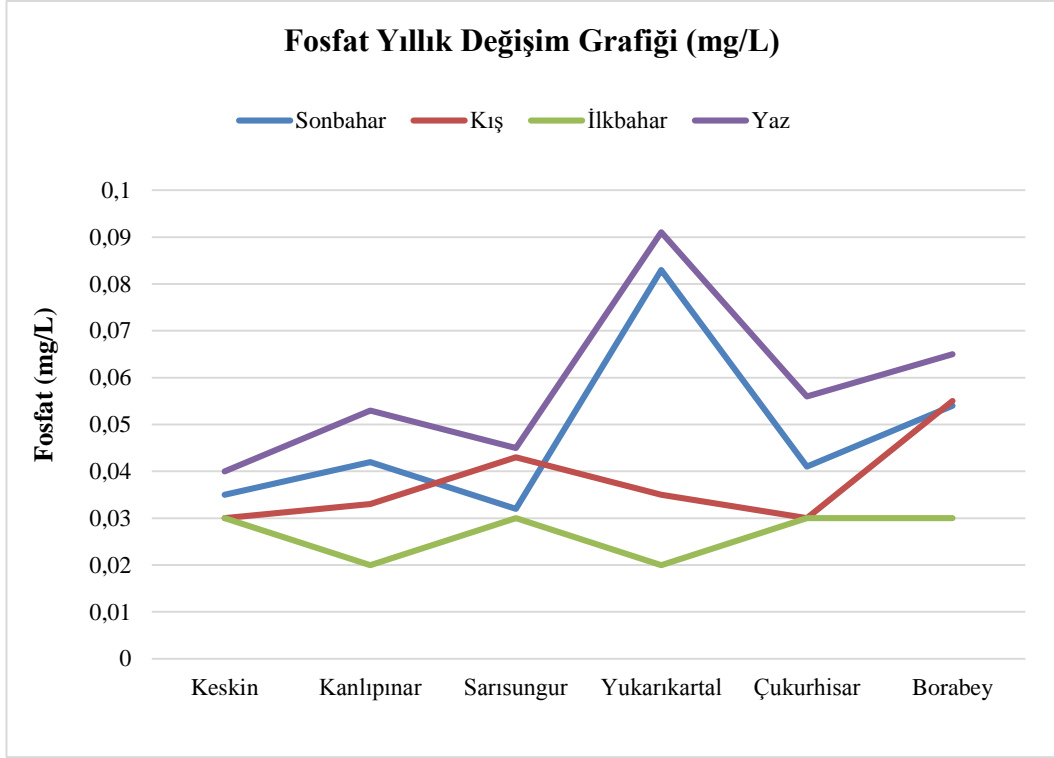
Şekil 4.24. Kış mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.25. İlkbahar mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L)

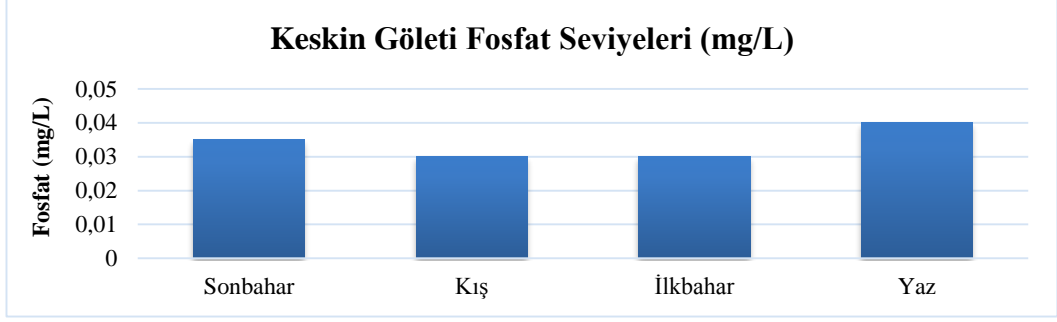


Şekil 4.26. Yaz mevsimi fosfat seviyeleri (mg/L)

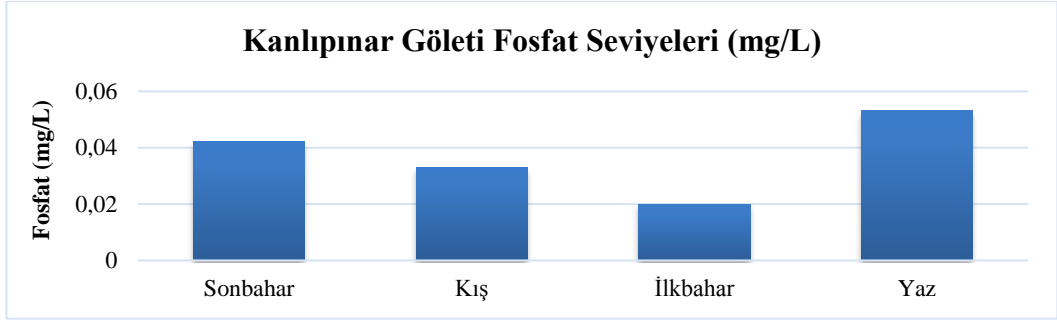


Şekil 4.27. Fosfat yıllık değişim seviyeleri (mg/L)

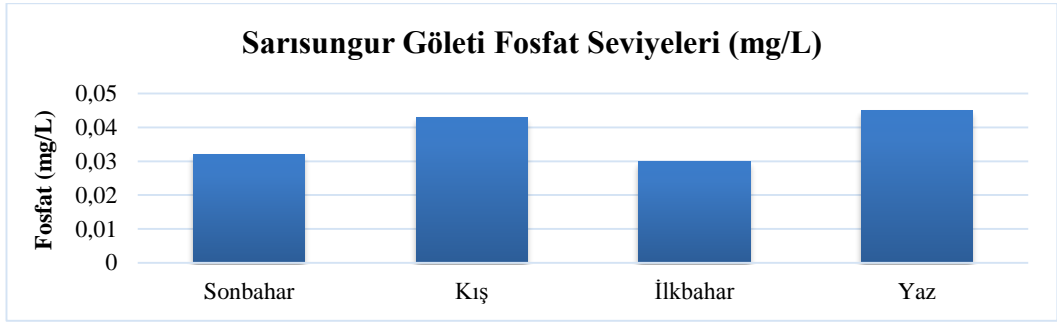
Alınan su örneklerinde fosfat seviyelerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.23–4.26’da ve yıllık değişimleri Şekil 4.27’de verilmiştir. Mevsimler arası sonuçlara bakıldığında en yüksek fosfat seviyesi Yukarıkartal göletinde sonbahar mevsiminde 0,083 mg/L ve yaz mevsiminde 0,091 mg/L olarak belirlenmiştir. En düşük fosfat seviyeleri ise ilkbahar mevsiminde Kanlıpınar göletinde ve Yukarıkartal göletinde 0,02 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında fosfat seviyelerinin kış ve ilkbahar mevsimlerinde sonbahar ve yaz mevsimlerine göre daha düşük seviyede olduğu gözlenmektedir. Sonbahar mevsiminde en yüksek fosfat seviyesi Yukarıkartal göletinde (0,083 mg/L), en düşük fosfat seviyesi ise Sarıungur göletinde (0,032 mg/L) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en düşük fosfat seviyesi Keskin ve Çukurhisar göletlerinde (0,03 mg/L) belirlenirken, en yüksek Borabey göletinde (0,055 mg/L) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek fosfat seviyesi Keskin, Sarıungur, Çukurhisar ve Borabey göletlerinde (0,02 mg/L), en düşük Kanlıpınar ve Yukarıkartal göletlerinde (0,02 mg/L) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde Yukarıkartal göletinde (0,091 mg/L) en yüksek fosfat seviyesi ölçülürken, Keskin göletinde (0,04 mg/L) en düşük ölçülmüştür.



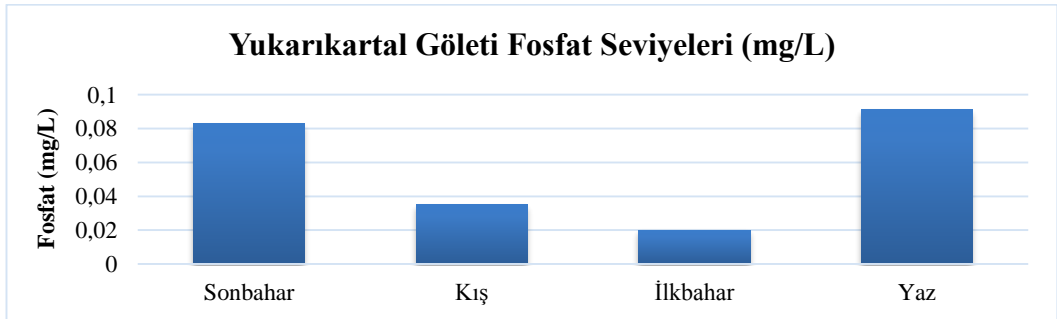
Şekil 4.28. Keskin göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)



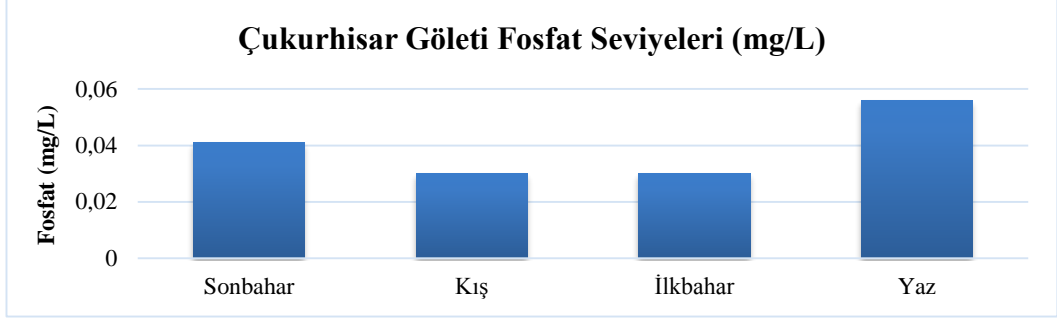
Şekil 4.29. Kanlıpınar göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)



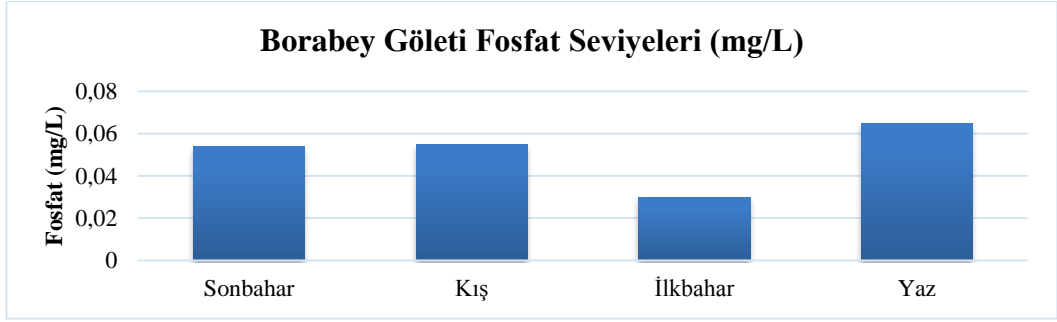
Şekil 4.30. Sarısungur göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.31. Yukarıkartal göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)

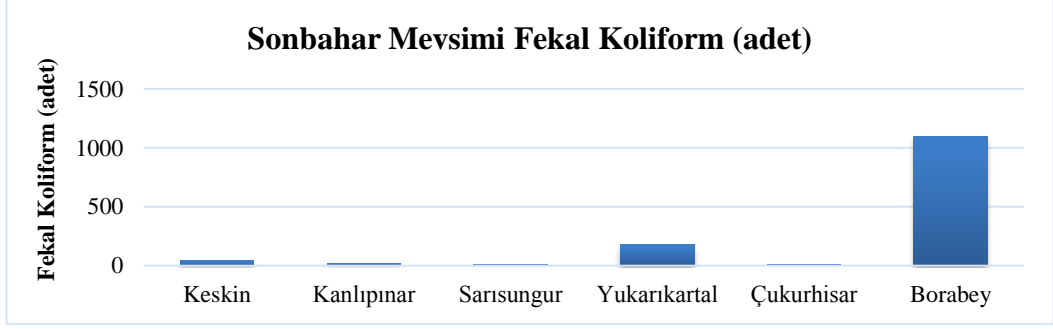


Şekil 4.32. Çukurhisar göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)

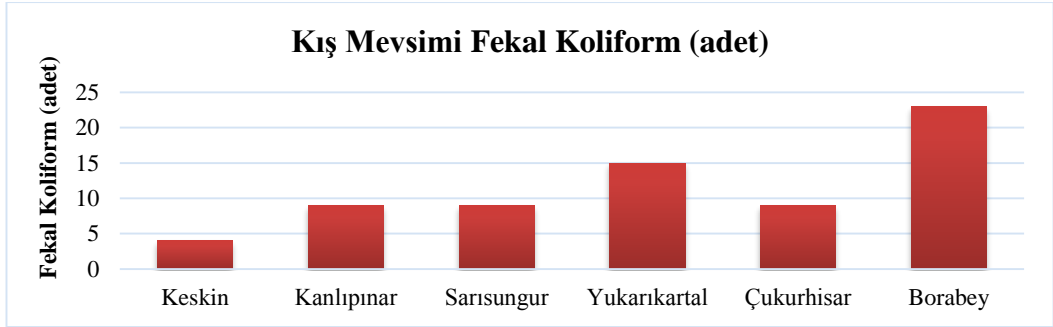


Şekil 4.33. Borabey göleti mevsimsel fosfat seviyeleri (mg/L)

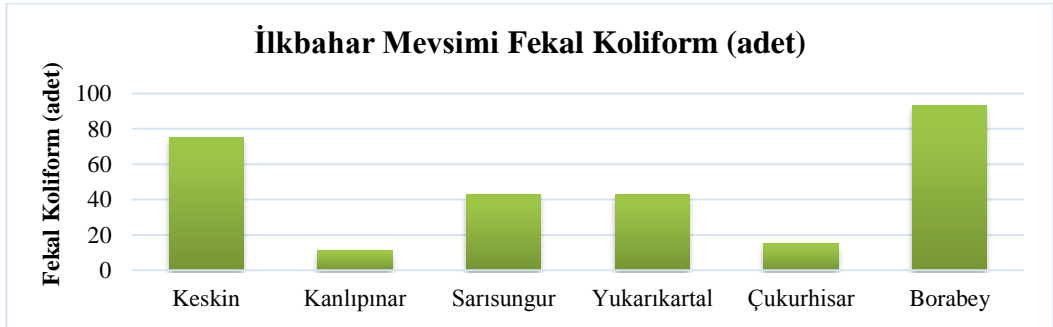
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde fosfat seviyeleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.28-4.33’de verilmiştir. Tüm göletlerde en yüksek fosfat seviyesi yaz mevsiminde ve en düşük fosfat seviyesi ilkbahar mevsiminde gözlenmiştir. Sarıungur ve Borabey göletleri dışındaki tüm göletlerde sonbahar mevsiminden sonra kış ve ilkbahar mevsimlerinde devamlı bir düşüş ve yaz mevsiminde de fosfat seviyesinde bir artış gözlenmektedir. Sarıungur ve Borabey göletlerinde ise kış ve yaz mevsimlerinde fosfat seviyesinde bir artış gözlenmektedir.



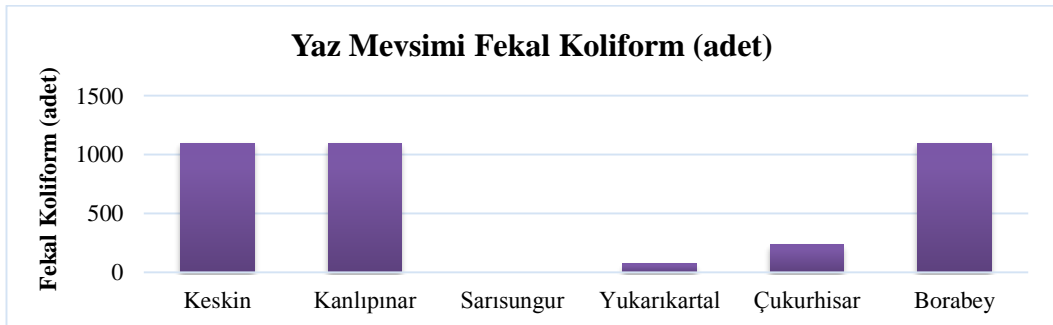
Şekil 4.34. Sonbahar mevsimi fekal koliform değerleri (adet)



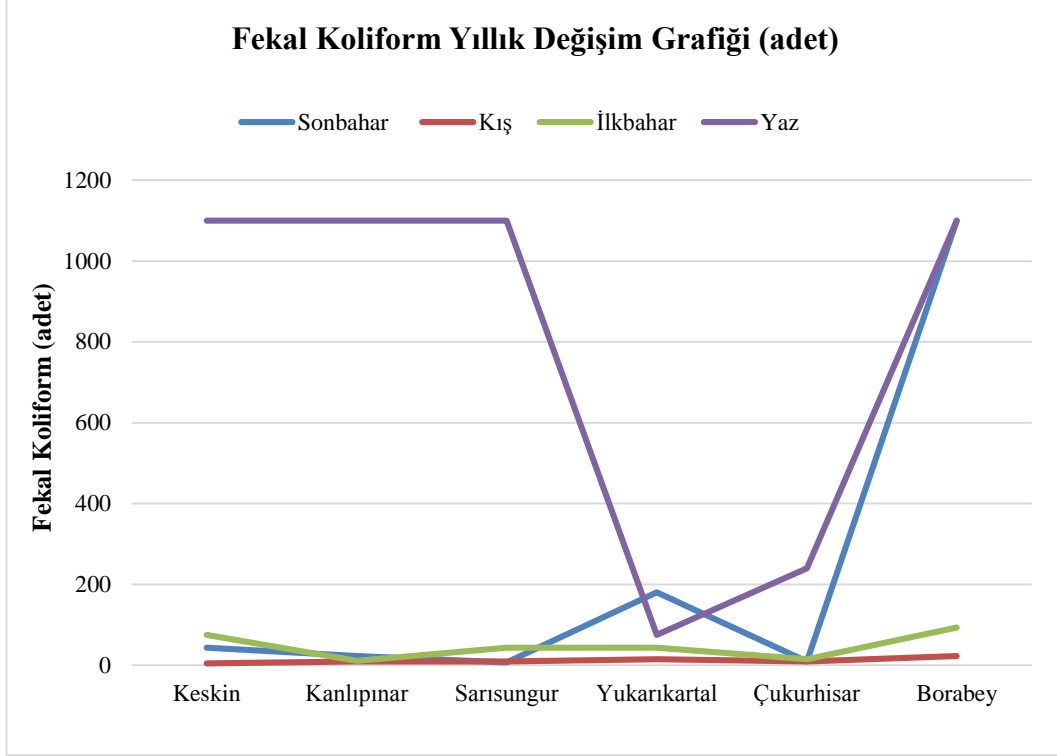
Şekil 4.35. Kış mevsimi fekal koliform değerleri (adet)



Şekil 4.36. Sonbahar mevsimi fekal koliform değerleri (adet)

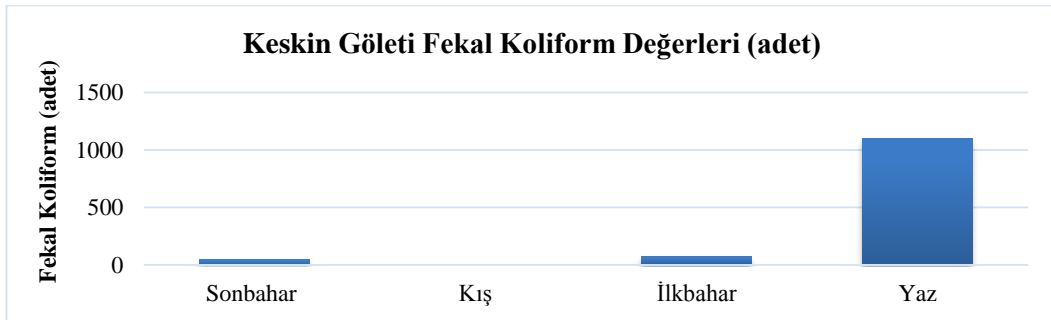


Şekil 4.37. Sonbahar mevsimi fekal koliform değerleri (adet)

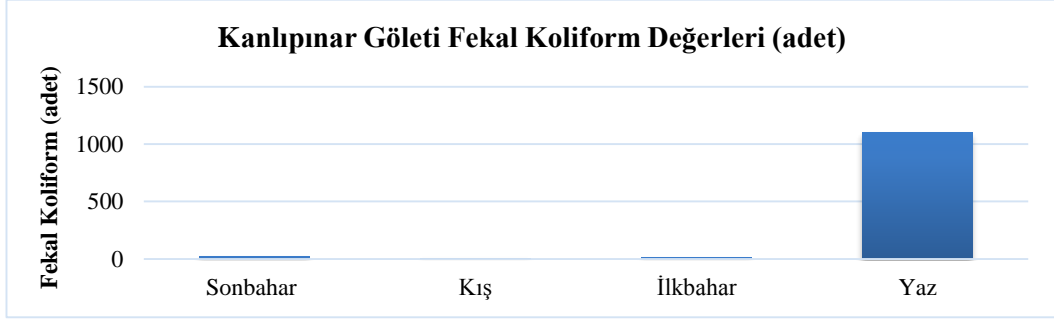


Şekil 4.38. Fekal koliform yıllık değişim seviyeleri (adet)

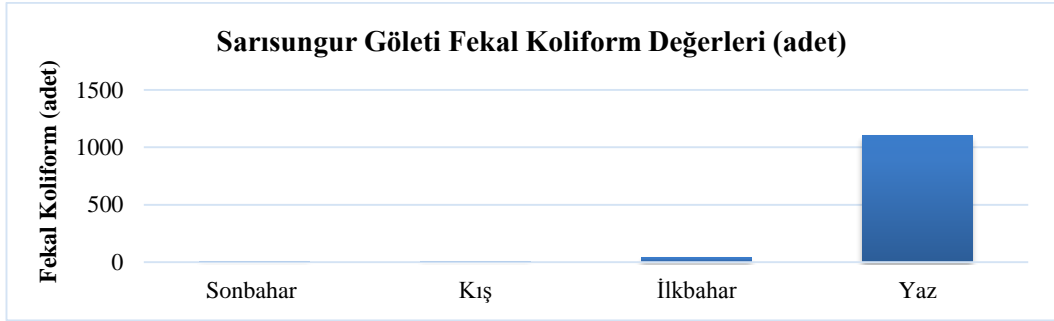
Analizi gerçekleştirilen su örneklerinde fekal koliform seviyelerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.34–4.37’de ve yıllık değişimleri Şekil 4.38’de verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek fekal koliform seviyesi Borabey göletinde (1100 adet), en düşük fekal koliform seviyesi ise Sarıungur göletinde (7 adet) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek fekal koliform seviyesi Borabey göletinde (23 adet) belirlenirken, en düşük Keskin göletinde (4 adet) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek fekal koliform seviyesi Borabey göletinde (93 adet), en düşük Kanlıpınar göletinde (11 adet) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde ise Sarıungur göletinde (1100+ adet) en yüksek fekal koliform seviyesi tespit edilirken, Yukarıkartal göletinde (75 adet) en düşük tespit edilmiştir.



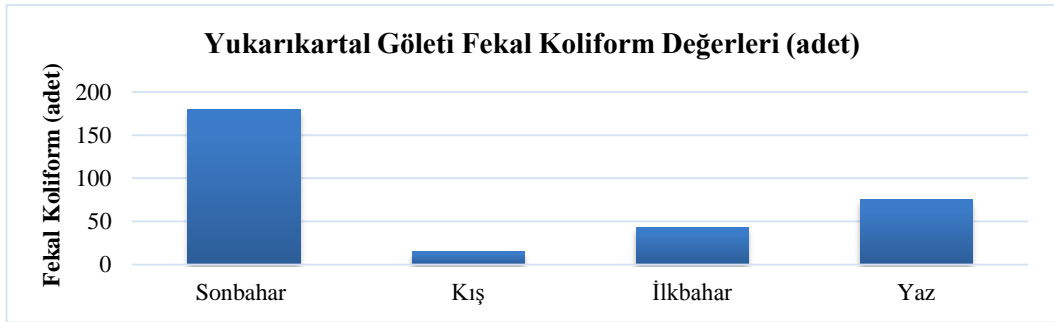
Şekil 4.39. Keskin göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)



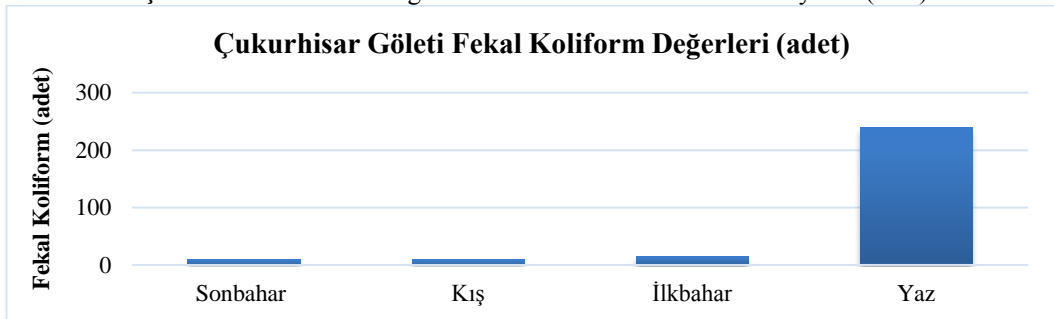
Şekil 4.40. Kanlıpınar göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)



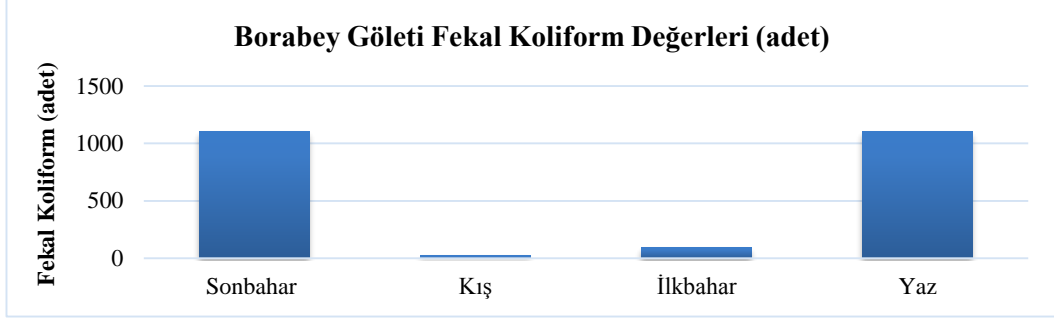
Şekil 4.41. Sarısuğur göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)



Şekil 4.42. Yukarıkartal göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)

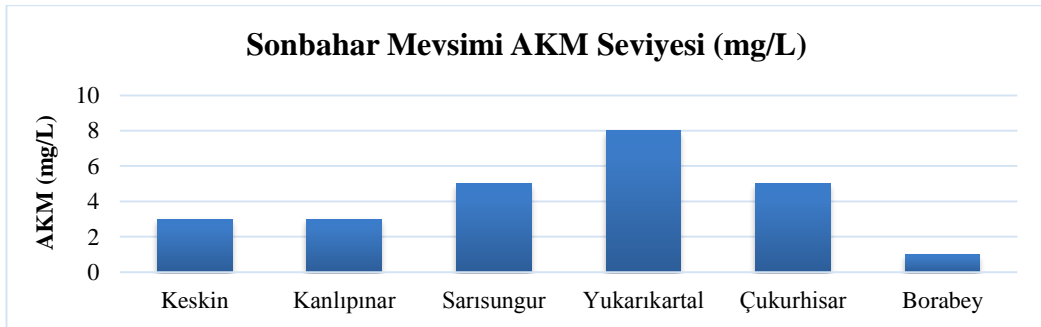


Şekil 4.43. Çukurhisar göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)

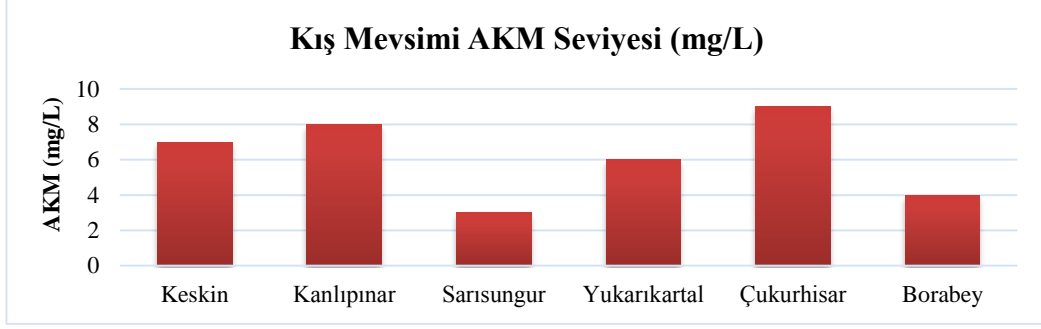


Şekil 4.44. Borabey göleti mevsimsel fekal koliform seviyeleri (adet)

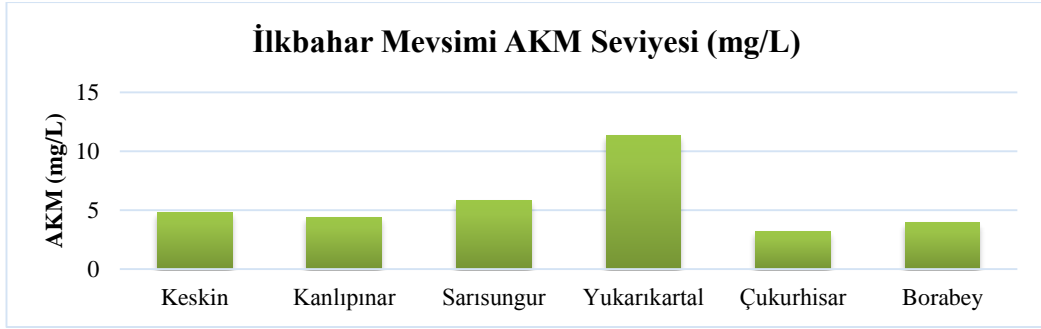
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde fekal koliform seviyeleri tüm göletler için mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.39-4.44’de verilmiştir. Yukarıkartal ve Borabey göletleri dışındaki tüm göletlerde en yüksek fekal koliform seviyesi yaz mevsiminde en yüksek seviyede belirlenmiştir. Yukarıkartal ve Borabey göletlerinde ise sonbahar ve yaz mevsimlerinde fekal koliform seviyesinin yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’nde fekal koliform için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 3. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.



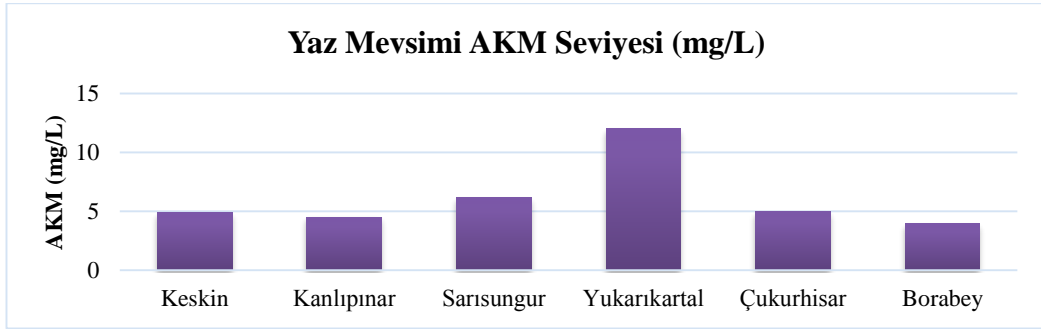
Şekil 4.45. Sonbahar mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)



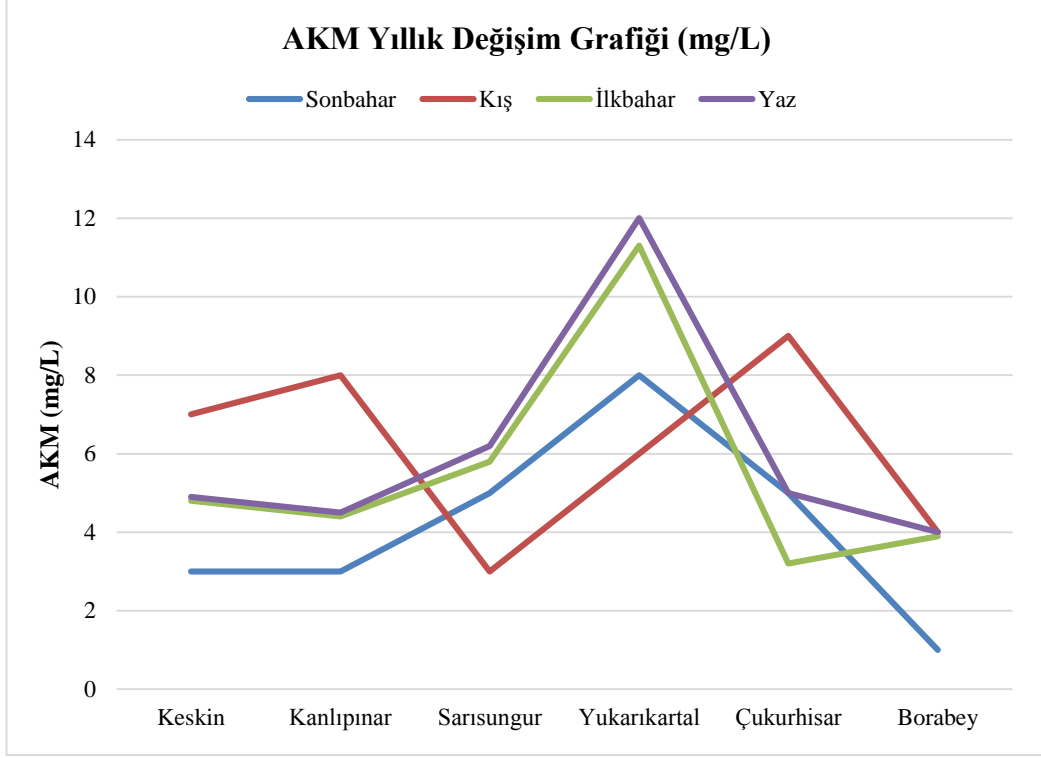
Şekil 4.46. Kış mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.47. İlkbahar mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)

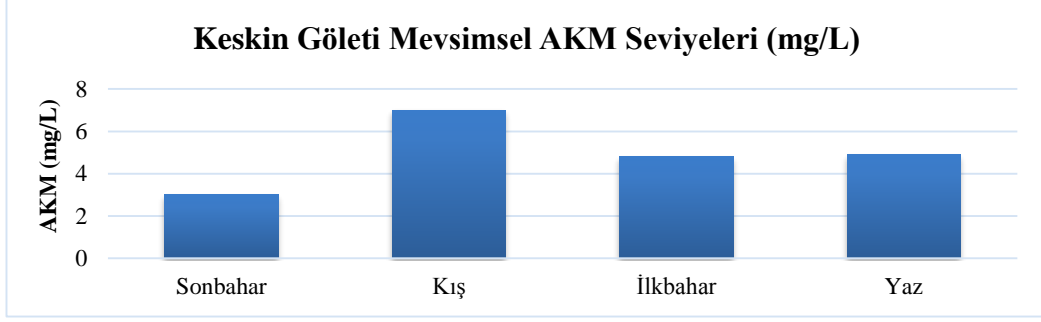


Şekil 4.48. Yaz mevsimi AKM seviyeleri (mg/L)

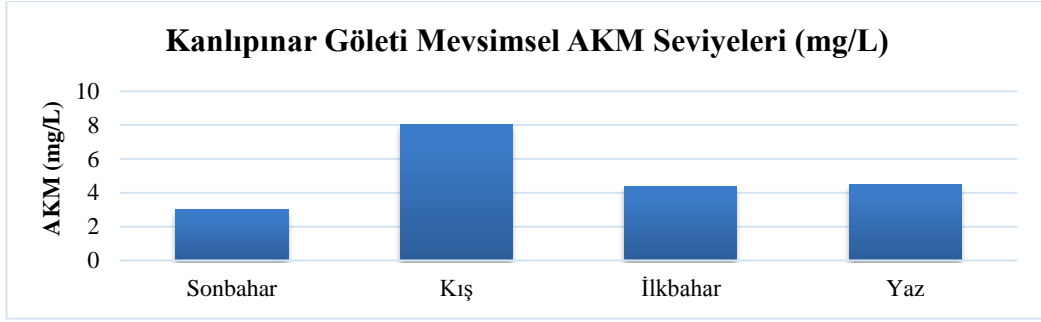


Şekil 4.49. AKM seviyesi yıllık değişim grafiği (mg/L)

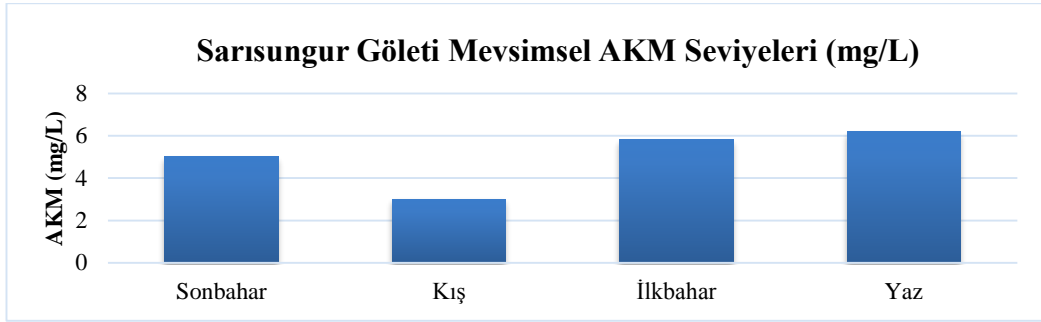
Alınan yüzeysel su örneklerinde askıda katı madde (AKM) seviyelerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.45–4.48’de ve yıllık değişimleri Şekil 4.49’da verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek AKM seviyesi Yukarıkartal göletinde (8 mg/L), en düşük AKM seviyesi ise Borabey göletinde (1 mg/L) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek AKM seviyesi Çukurhisar göletinde (9 mg/L) belirlenirken, en düşük Sarısunur göletinde (3 mg/L) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde en yüksek AKM seviyesi Yukarıkartal göletinde (11,3 mg/L), en düşük Çukurhisar göletinde (3,2 mg/L) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde ise en yüksek AKM seviyesi Yukarıkartal göletinde (12 mg/L), en düşük Borabey göletinde (4 mg/L) tespit edilmiştir.



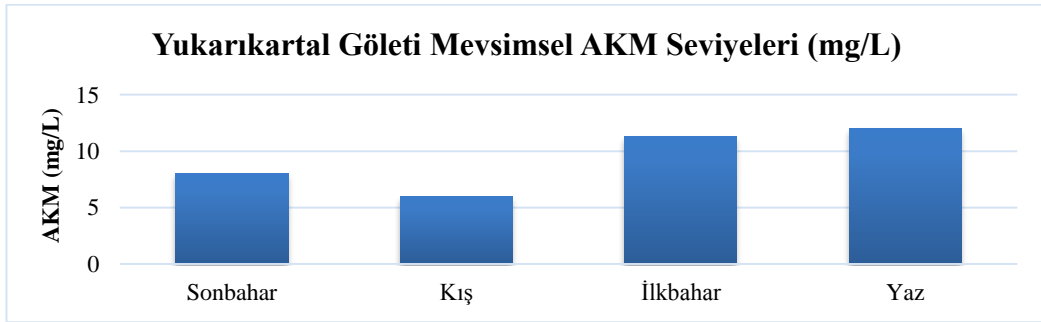
Şekil 4.50. Keskin göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)



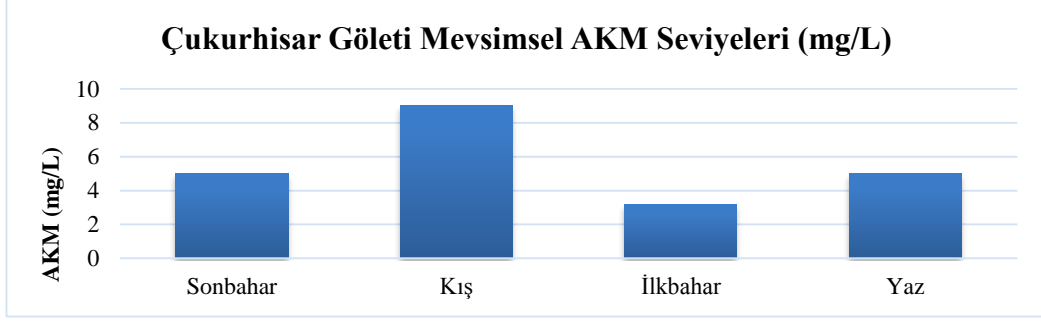
Şekil 4.51. Kanlıpınar göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)



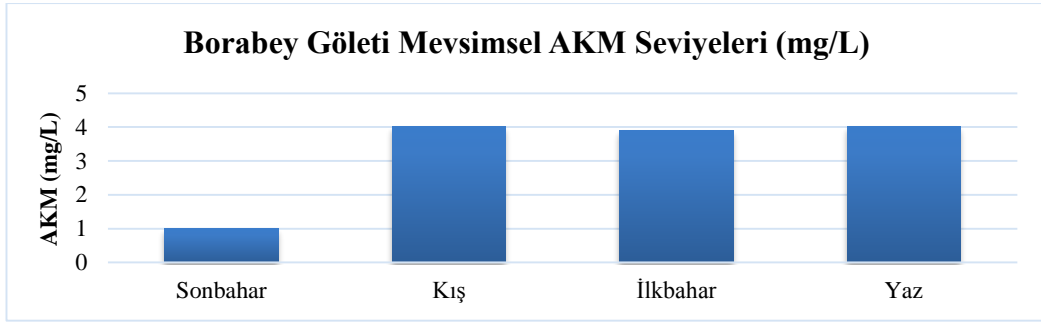
Şekil 4.52. Sarısungur göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.53. Yukarıkartal göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)

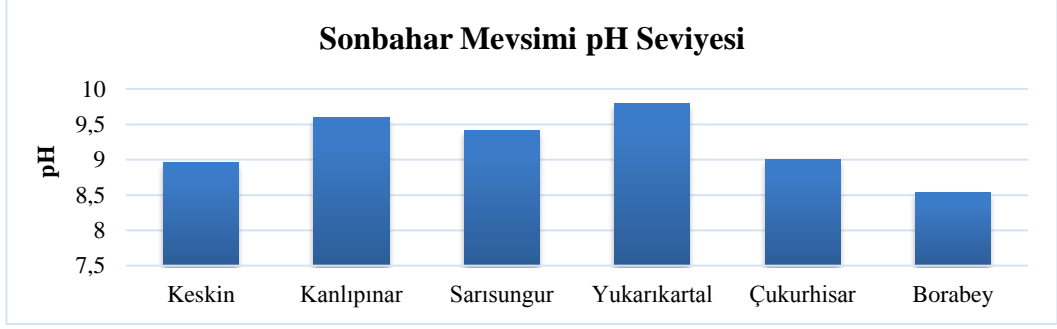


Şekil 4.54. Çukurhisar göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)

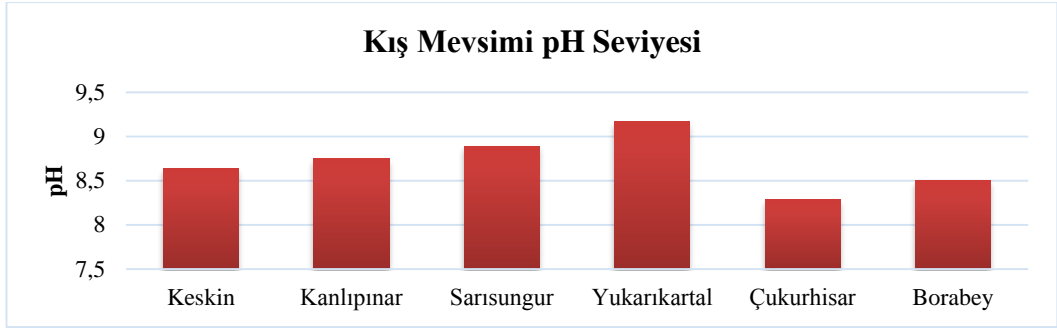


Şekil 4.55. Borabey göleti mevsimsel AKM seviyeleri (mg/L)

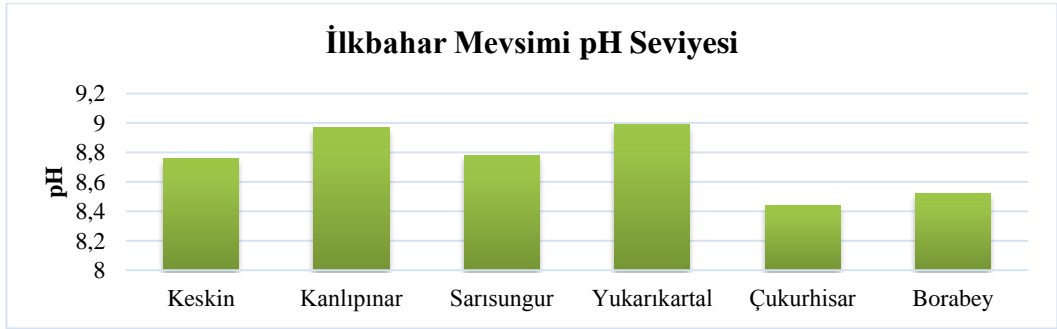
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde askıda katı madde (AKM) seviyeleri tüm göletler için mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.50-4.55'de verilmiştir. Yukarıkartal ve Sarıungur göletlerinde kış mevsiminde sonbahar mevsimine göre düşüş olurken diğer göletlerin tümünde AKM seviyesinde yükselme olduğu tespit edilmiştir. Yukarıkartal, Borabey ve Sarıungur göletlerinde en yüksek AKM seviyesinin kış mevsiminde olduğu belirlenirken, Keskin, Kanlıpınar ve Çukurhisar göletlerinde en yüksek AKM seviyesinin kış mevsiminde olduğu belirlenmiştir.



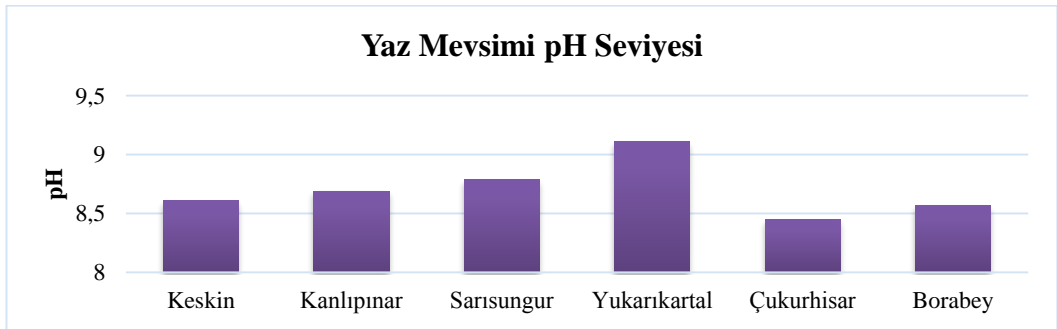
Şekil 4.56. Sonbahar mevsimi pH seviyeleri



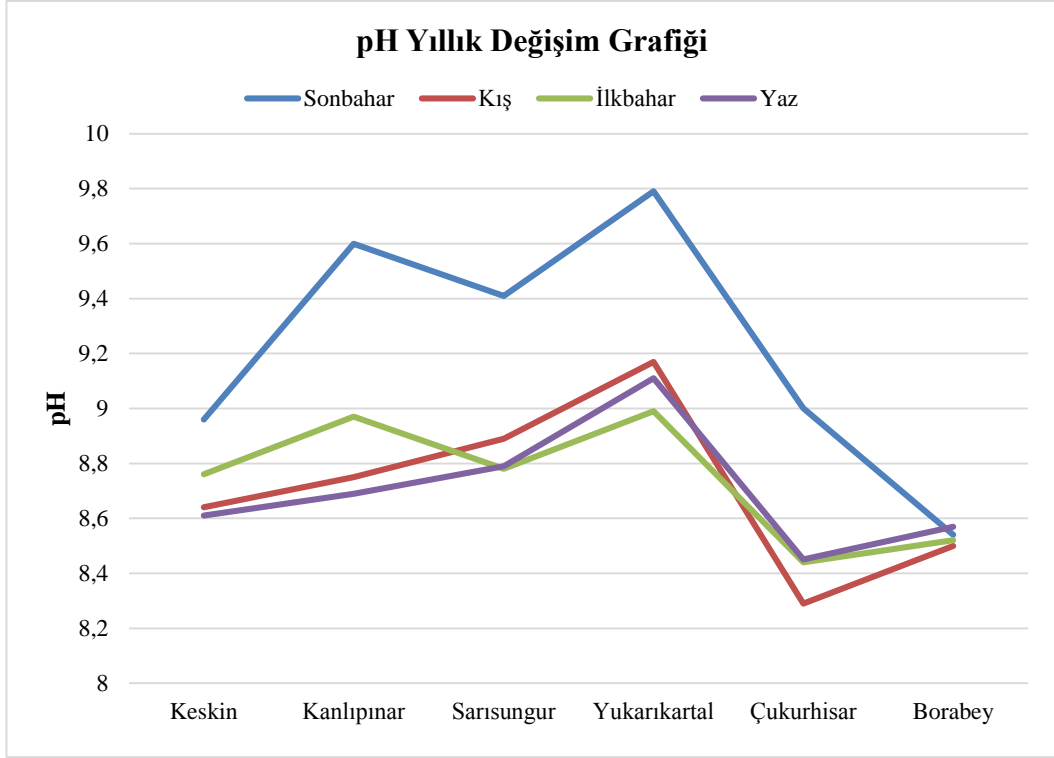
Şekil 4.57. Kış mevsimi pH seviyeleri



Şekil 4.58. İlkbahar mevsimi pH seviyeleri

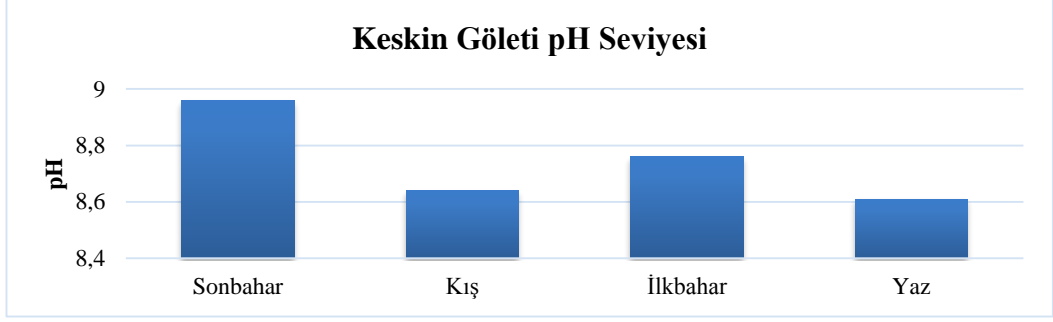


Şekil 4.59. Sonbahar mevsimi pH seviyeleri

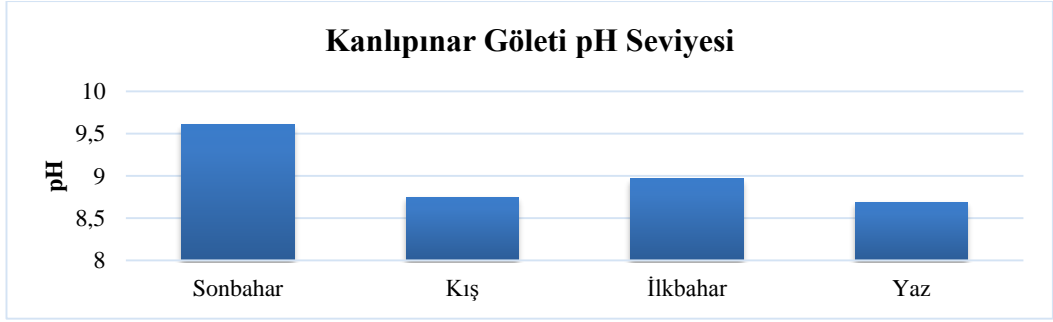


Şekil 4.60. pH seviyesi yıllık değişim grafiği

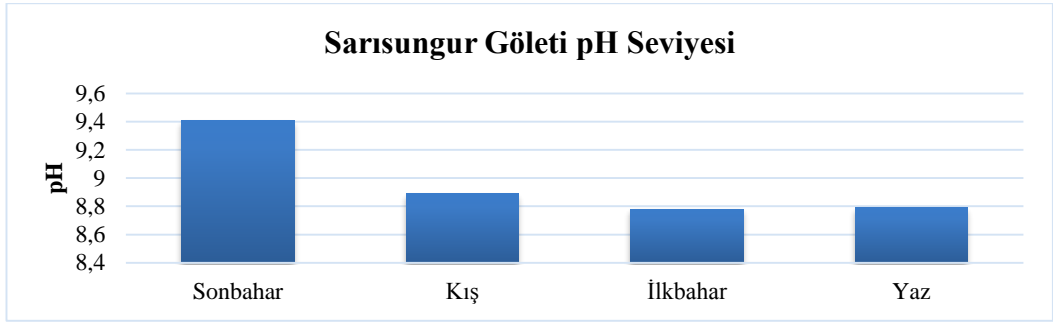
Alınan su örneklerinde pH değerlerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.56–4.59’da ve yıllık değişimleri Şekil 4.60’ta verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek pH seviyesi Yukarıkartal göletinde (9,79), en düşük Borabey göletinde (8,54) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek pH değeri Yukarıkartal göletinde (9,17) belirlenirken, en düşük Çukurhisar göletinde (8,29) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek pH değeri Yukarıkartal göletinde (8,99), en düşük Borabey göletinde (8,52) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde Yukarıkartal göletinde (9,11) en yüksek pH değeri ölçülürken, Çukurhisar göletinde (8,45) en düşük ölçülmüştür. Tüm mevsimlere bakıldığında en yüksek pH değerinin tüm mevsimlerde Yukarıkartal göletinde ölçüldüğü belirlenmiştir.



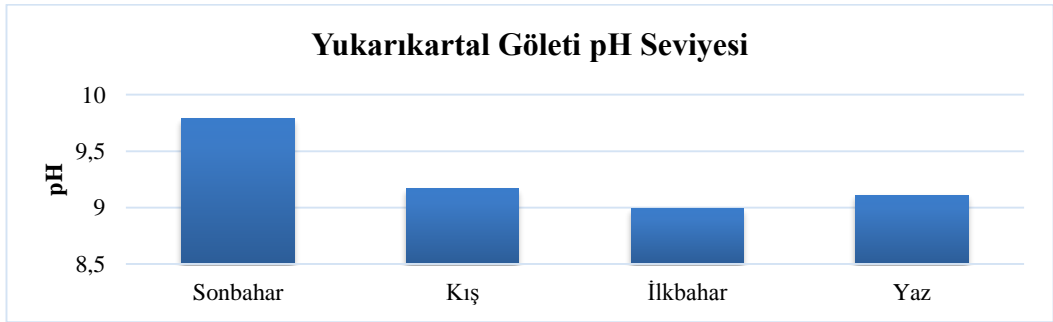
Şekil 4.61. Keskin göleti mevsimsel pH seviyeleri



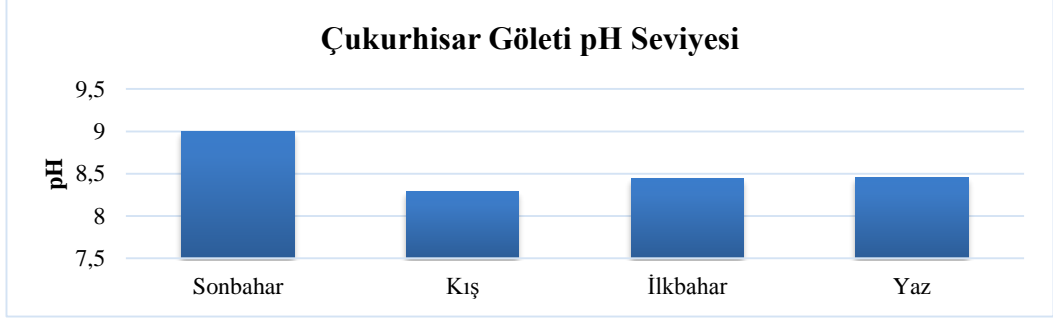
Şekil 4.62. Kanlıpınar göleti mevsimsel pH seviyeleri



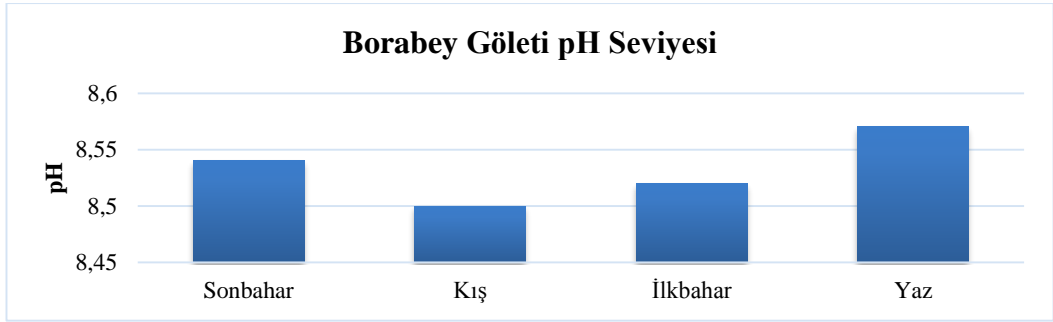
Şekil 4.63. Sarısungur göleti mevsimsel pH seviyeleri



Şekil 4.64. Yukarıkartal göleti mevsimsel pH seviyeleri

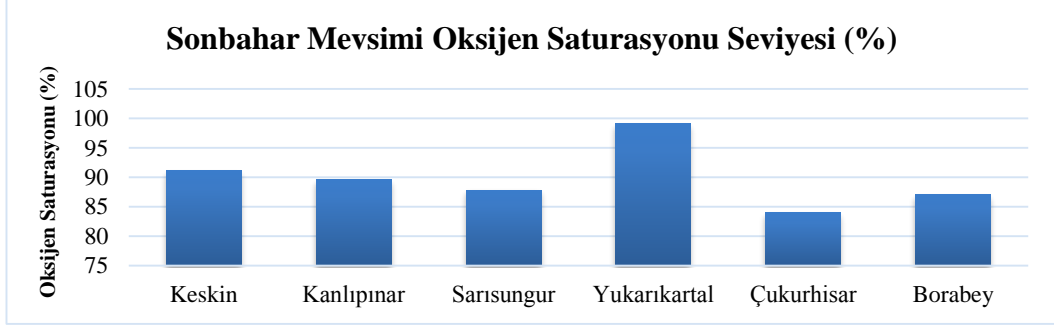


Şekil 4.65. Çukurhisar göleti mevsimsel pH seviyeleri

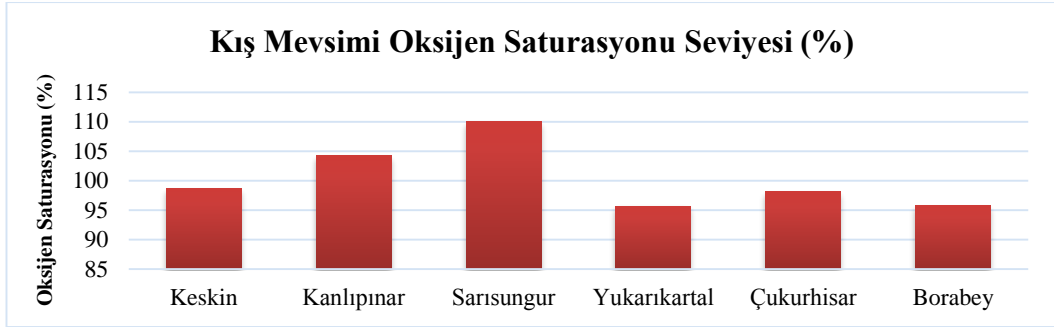


Şekil 4.66. Borabey göleti mevsimsel pH seviyeleri

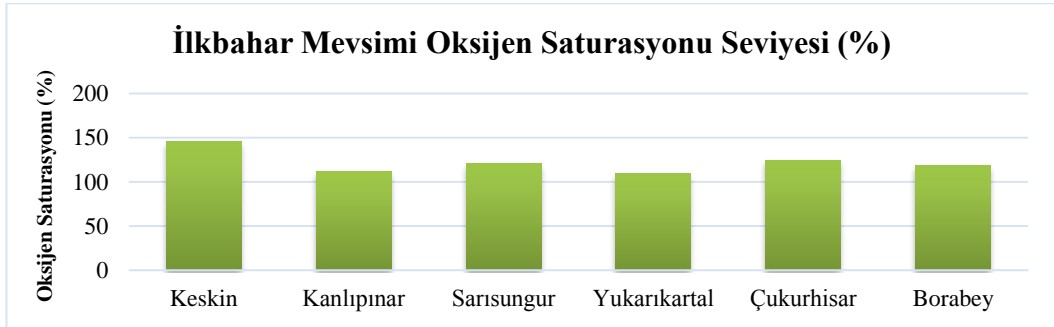
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde pH seviyeleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.61-4.66'da verilmiştir. Borabey göleti dışındaki tüm göletlerde en yüksek pH seviyesi sonbahar mevsiminde belirlenirken Borabey göletinde en yüksek pH seviyesi yaz mevsiminde belirlenmiştir. Çukurhisar ve Borabey göletleri dışında da en düşük pH seviyesi yaz mevsiminde belirlenirken, Çukurhisar ve Borabey göletlerinde en düşük pH seviyesi kış mevsiminde belirlenmiştir. Göletlerde mevsimsel olarak ölçülen pH değerlerinin aralıklarına bakıldığında; Keskin göletinde pH'ın 8,61-8,96 arasında, Kanlıpınar göletinde 8,69-9,6 arasında, Sarıungur göletinde 8,78-9,41 arasında, Yukarıkartal göletinde 8,99-9,79 arasında, Çukurhisar göletinde 8,29-9 arasında ve Borabey göletinde 8,5-8,57 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaiçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde pH için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde Keskin, Çukurhisar ve Borabey göletlerinin 3. sınıf su kalitesinde, Kanlıpınar, Sarıungur ve Yukarıkartal göletlerinin 4. sınıf olduğu belirlenmiştir.



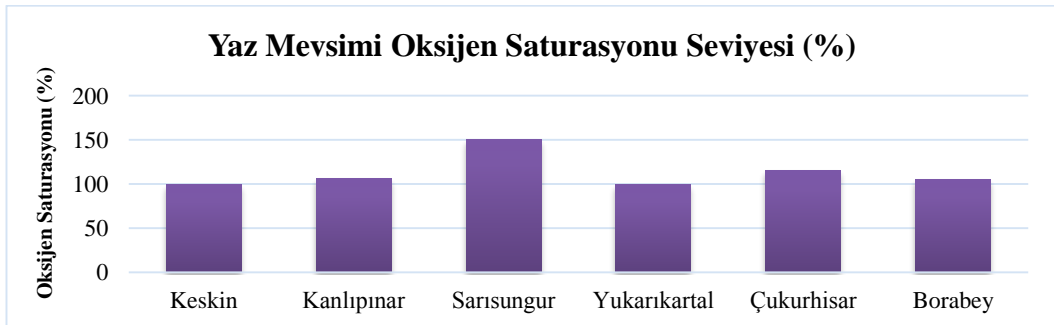
Şekil 4.67. Sonbahar mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)



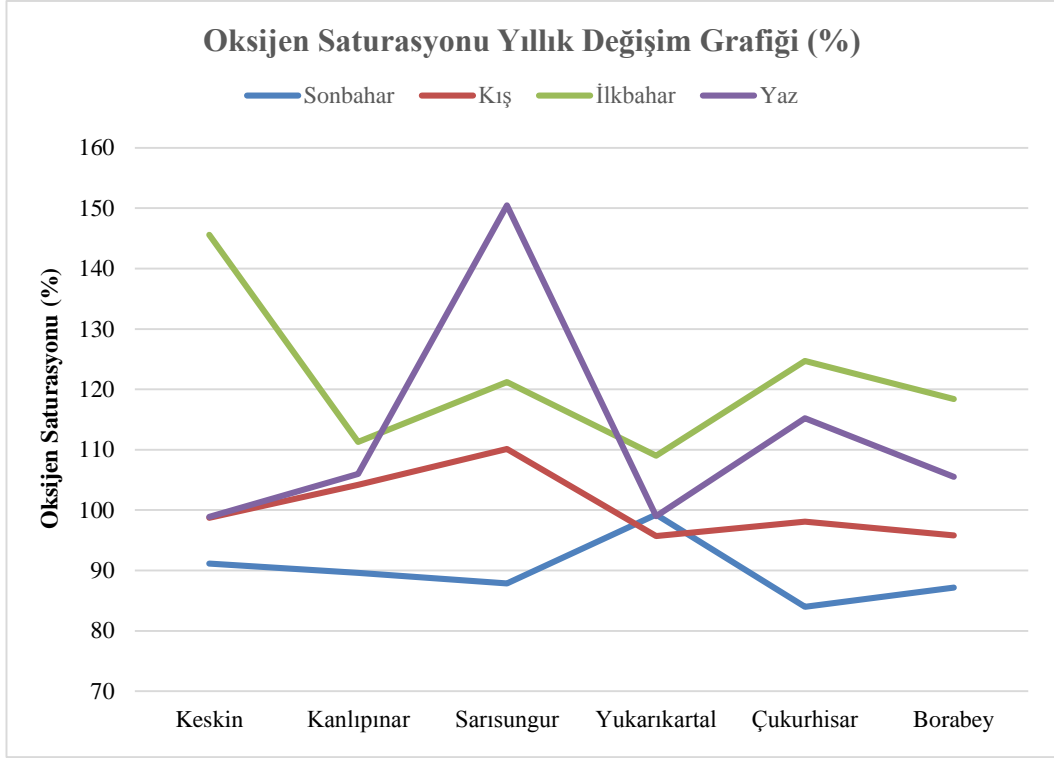
Şekil 4.68. Kış mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)



Şekil 4.69. İlkbahar mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)

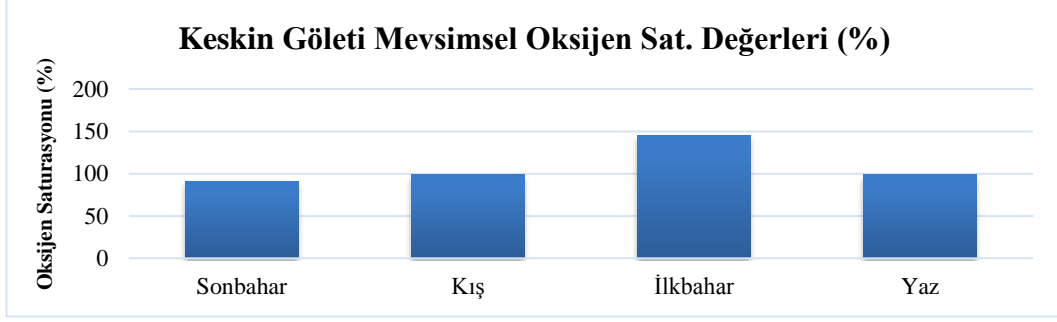


Şekil 4.70. Yaz mevsimi oksijen saturasyonu seviyeleri (%)

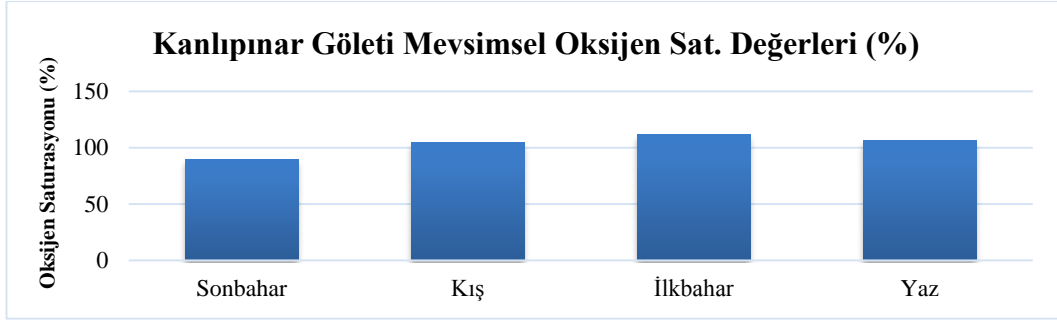


Şekil 4.71. Oksijen saturasyonu seviyesi yıllık değişim grafiği (%)

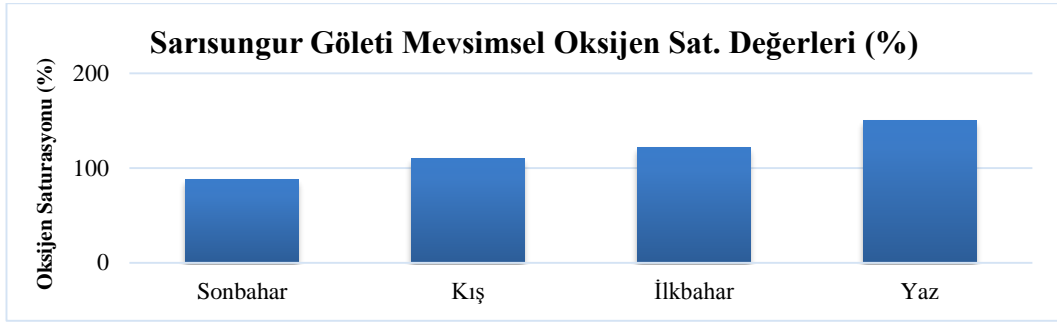
Alınan yüzeysel su örneklerinde oksijen saturasyonu seviyelerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.67–4.70’de ve yıllık değişimleri Şekil 4.71’de verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi Yukarıkartal göletinde (% 99,23), en düşük ise Çukurhisar göletinde (% 83,98) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi Sarıungur göletinde (% 110,1) belirlenirken, en düşük Yukarıkartal göletinde (% 95,7) saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi Keskin göletinde (% 145,6), en düşük Yukarıkartal göletinde (% 109) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde ise en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi Sarıungur göletinde (% 150,5), en düşük Keskin göletinde (% 98,9) tespit edilmiştir. Sonbahar mevsimi dışındaki tüm mevsimlerde en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi Sarıungur göletinde tespit edilmiştir.



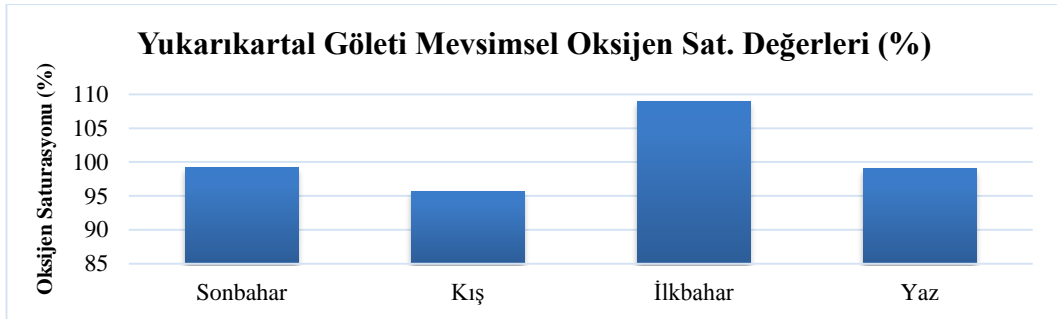
Şekil 4.72. Keskin göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)



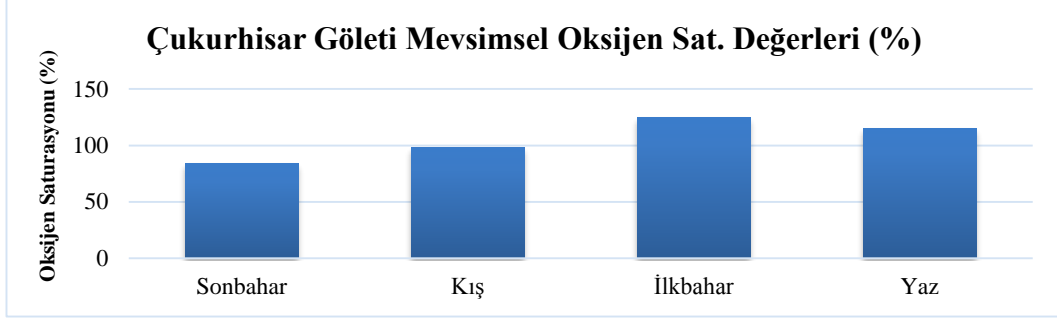
Şekil 4.73. Kanlıpınar göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)



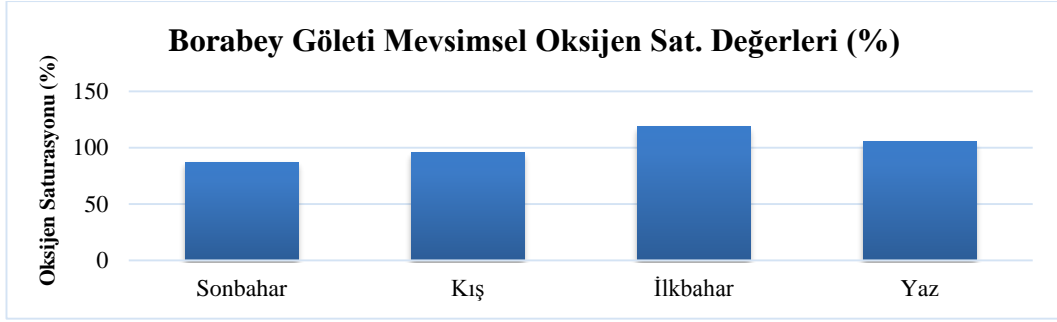
Şekil 4.74. Sarısungur göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)



Şekil 4.75. Yukarıkartal göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)

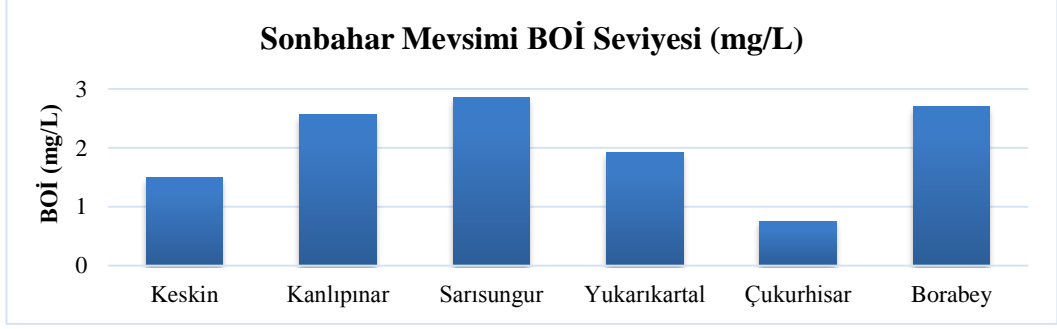


Şekil 4.76. Çukurhisar göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)

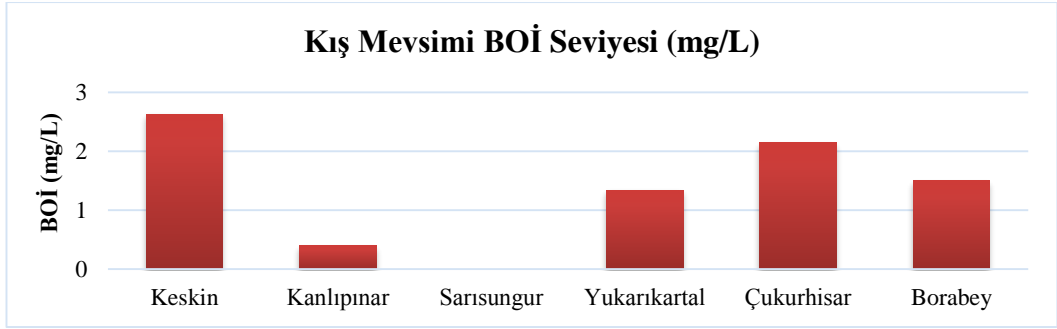


Şekil 4.77. Borabey göleti mevsimsel oksijen saturasyonu seviyeleri (%)

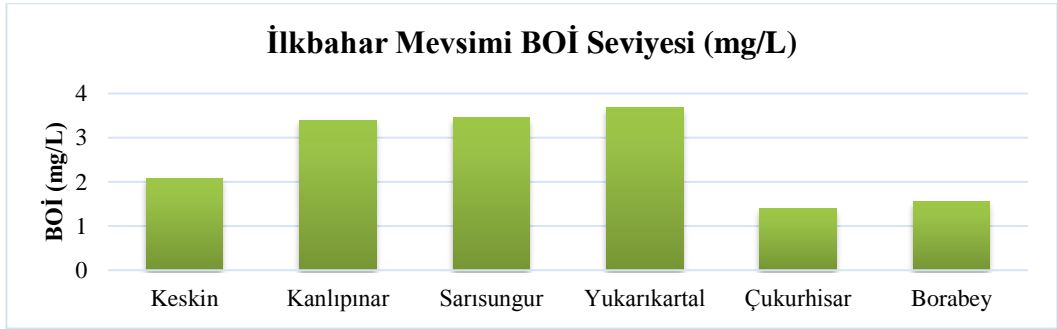
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde oksijen saturasyonu seviyeleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.72-4.77’de verilmiştir. Sarıungur göleti dışındaki tüm göletlerde en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi ilkbahar mevsiminde belirlenirken Sarıungur göletinde en yüksek oksijen saturasyonu seviyesi yaz mevsiminde belirlenmiştir. Yukarıkartal göleti dışında da en düşük oksijen saturasyonu seviyesi sonbahar mevsiminde belirlenirken, Yukarıkartal göletinde en düşük oksijen saturasyonu seviyesi kış mevsiminde belirlenmiştir. Genel olarak göletler incelendiğinde oksijen saturasyonlarında sonbahar mevsiminden ilkbahar mevsimine kadar oksijen saturasyonunda sürekli bir artış olup yaz mevsiminde bu değerlerin düşüş gösterdiği gözlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’nde oksijen saturasyonu için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.



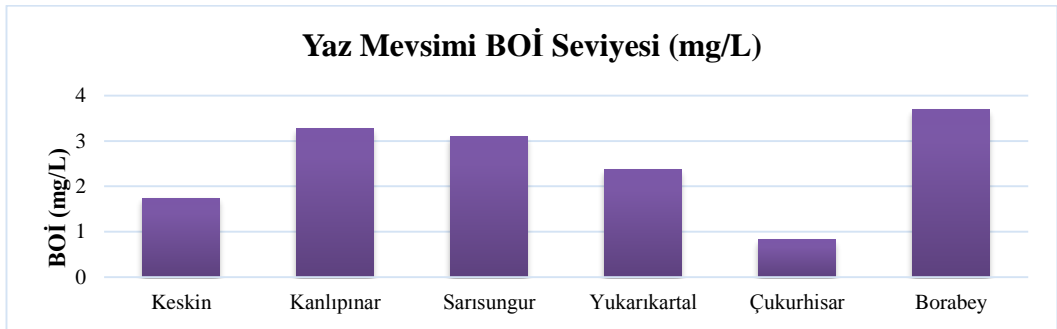
Şekil 4.78. Sonbahar mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L)



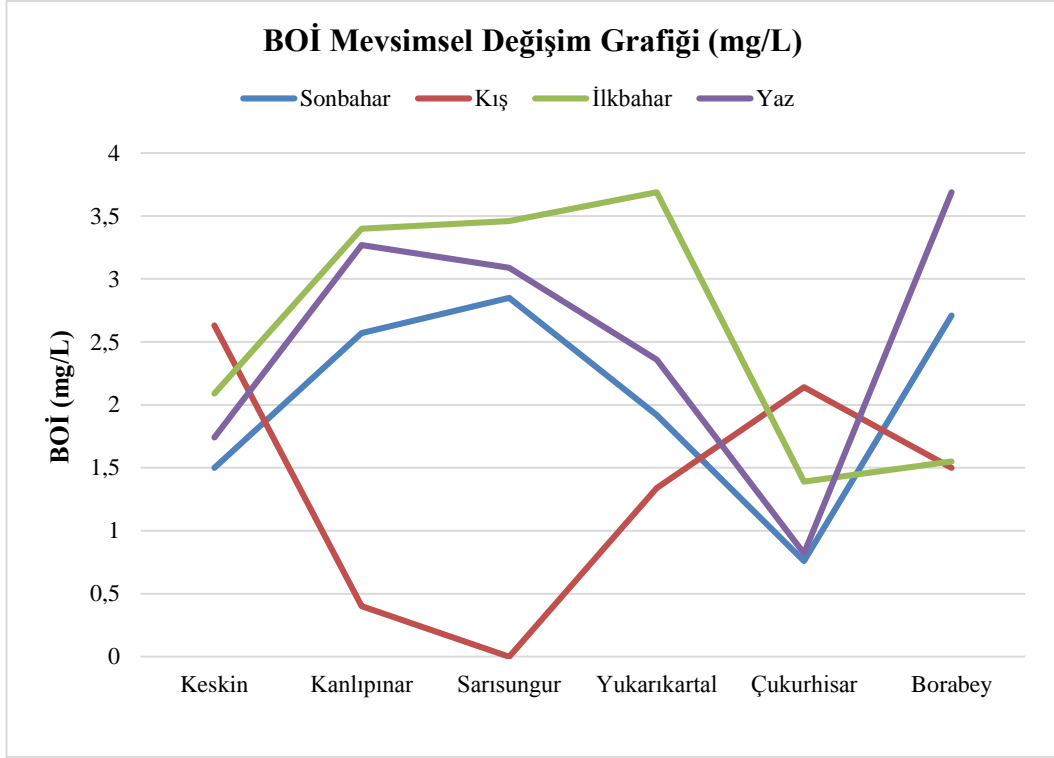
Şekil 4.79. Kış mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.80. İlkbahar mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L)

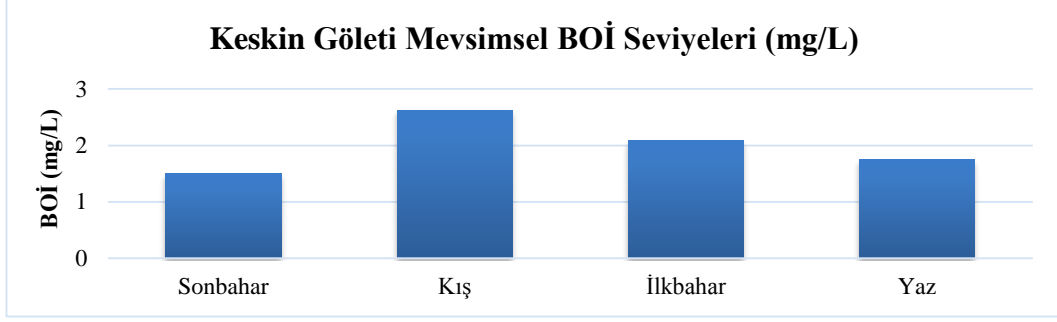


Şekil 4.81. Yaz mevsimi BOİ seviyeleri (mg/L)

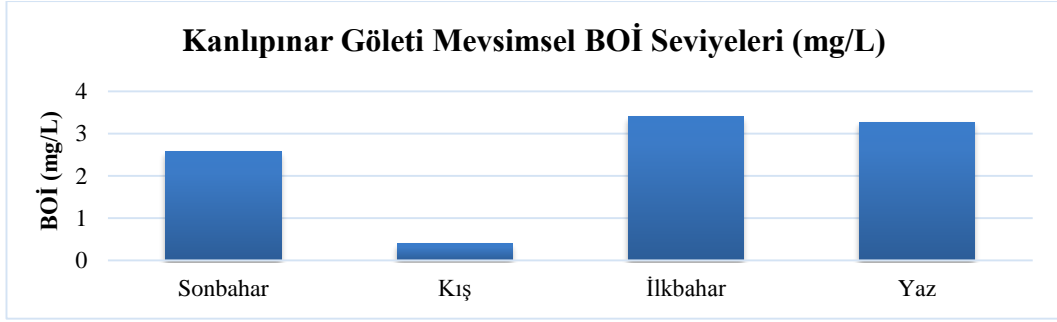


Şekil 4.82. BOİ seviyesi yıllık değişim grafiği (mg/L)

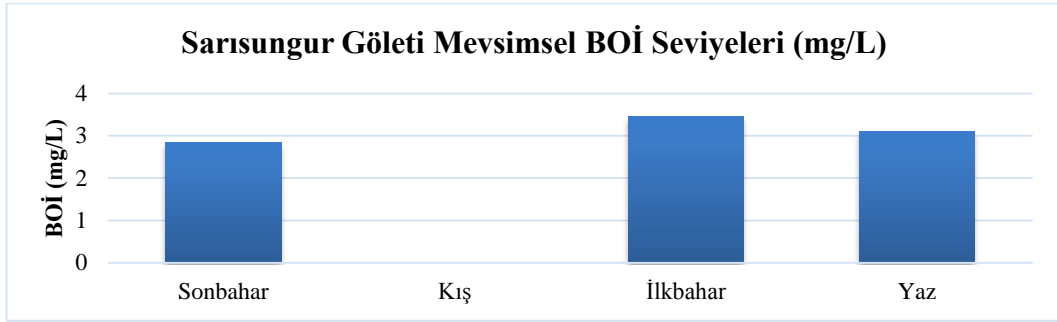
Yüzeysel su örneklerinin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) seviyelerinin mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.78–4.81’de ve yıllık değişimleri Şekil 4.82’de verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek BOİ seviyesi Sarısongur göletinde (2,85 mg/L), en düşük BOİ seviyesi ise Çukurhisar göletinde (0,76 mg/L) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek BOİ seviyesi Keskin göletinde (2,63 mg/L) belirlenirken, Sarısongur göletinde BOİ seviyesi saptanmamıştır. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek BOİ seviyesi Yukarıkartal göletinde (3,69 mg/L), en düşük Çukurhisar göletinde (1,39 mg/L) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde Borabey göletinde (3,69 mg/L) en yüksek BOİ seviyesi ölçülürken, Çukurhisar göletinde (0,82 mg/L) en düşük ölçülmüştür. Kış mevsimi dışındaki tüm mevsimlerde en düşük BOİ seviyesi Çukurhisar göletinde belirlenmiştir.



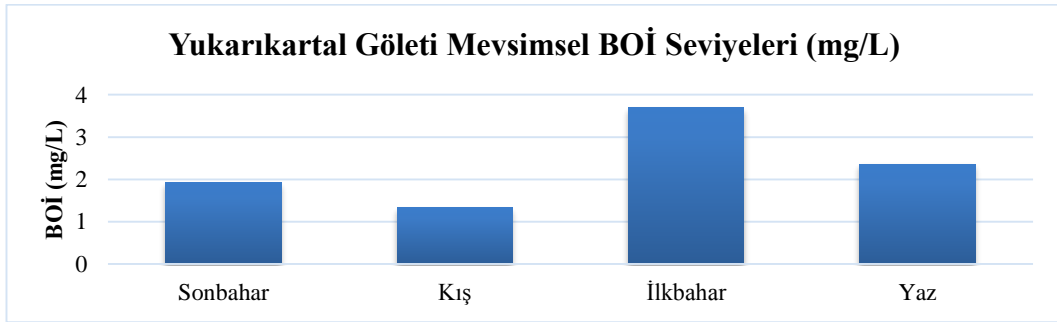
Şekil 4.83. Keskin göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)



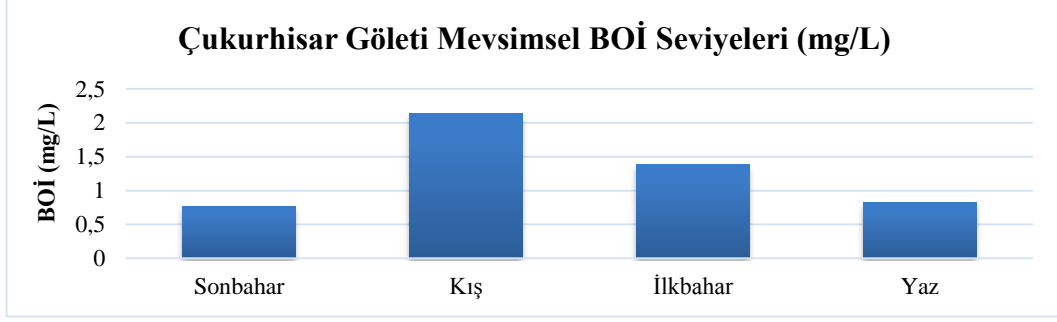
Şekil 4.84. Kanlıpınar göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)



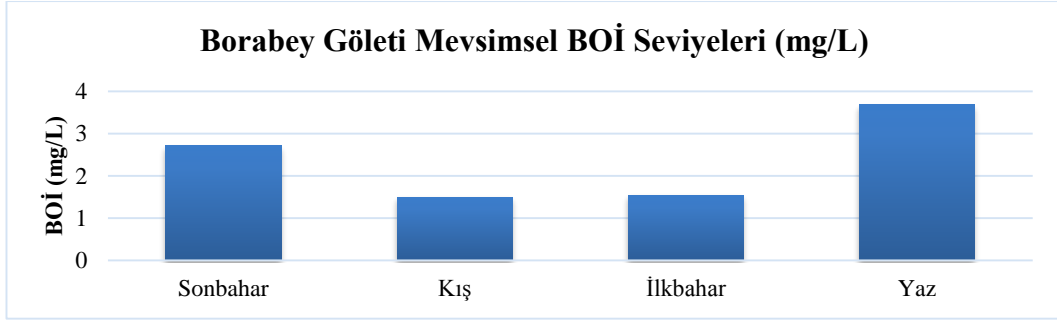
Şekil 4.85. Sarısungur göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)



Şekil 4.86. Yukarıkartal göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)

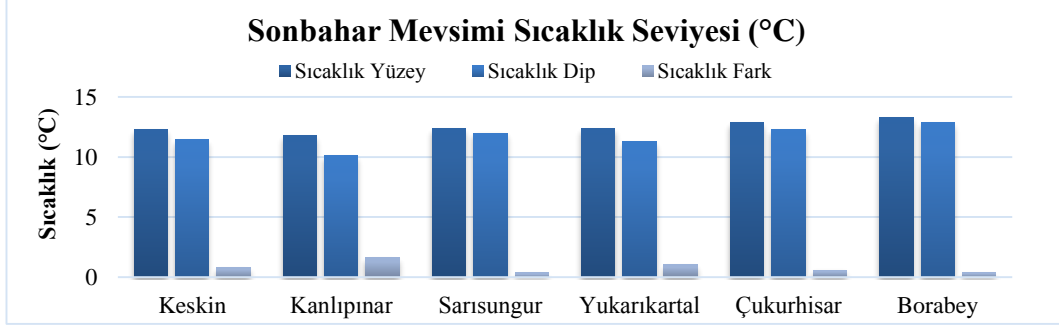


Şekil 4.87. Çukurhisar göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)

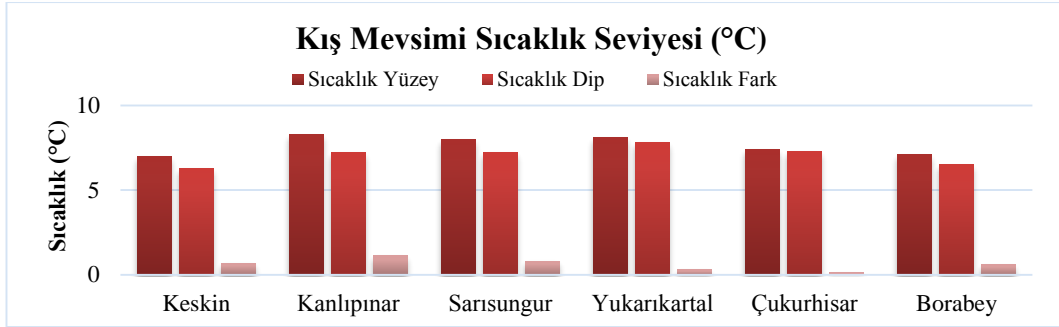


Şekil 4.88. Borabey göleti mevsimsel BOİ seviyeleri (mg/L)

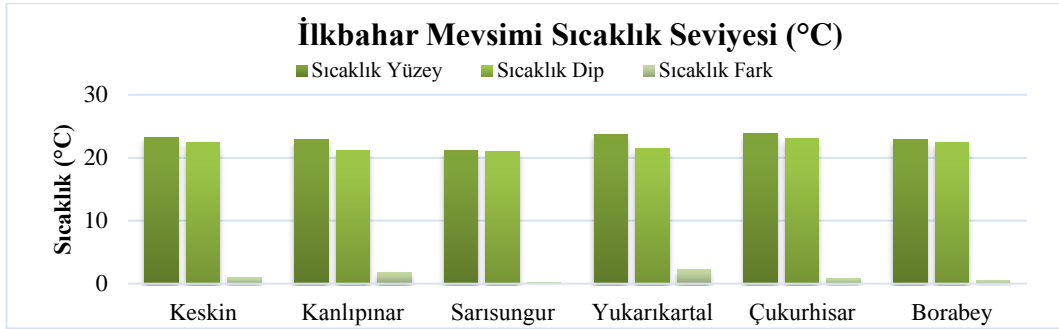
Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) seviyeleri mevsimsel olarak değerlendirilmiş ve Şekil 4.83-4.88’de verilmiştir. Kanlıpınar, Sarıungur, Yukarıkartal ve Borabey göletlerinde kış mevsiminde en düşük BOİ seviyesi belirlenirken; Keskin ve Çukurhisar göletlerinde kış mevsiminde en yüksek BOİ seviyesi belirlenmiştir. Tüm mevsimlerde ve tüm göletlerde BOİ seviyesi 4 mg/L’nin altında olduğu saptanmıştır. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’nde BOİ için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.



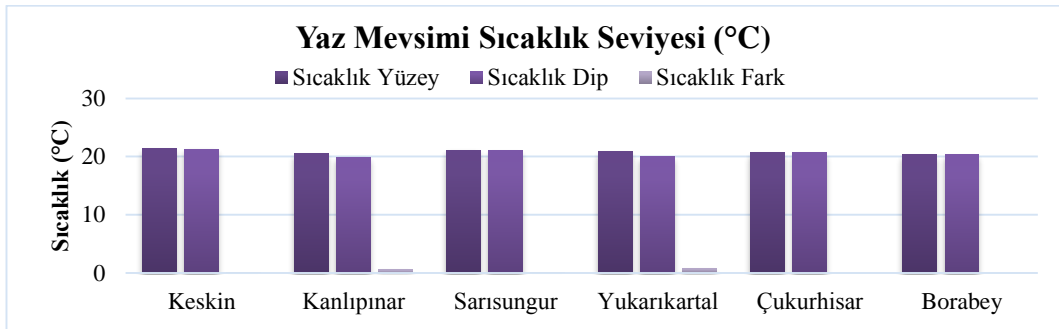
Şekil 4.89. Sonbahar mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C)



Şekil 4.90. Kış mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C)



Şekil 4.91. İlkbahar mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C)



Şekil 4.92. Yaz mevsimi sıcaklık seviyeleri (°C)

Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinin yüzey sıcaklığı, dip sıcaklığı ve sıcaklık farklarının mevsimsel olarak değişimleri Şekil 4.89–4.92’de verilmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek yüzey ve dip sıcaklığı Borabey göletinde (13,3°C -12,9 °C) belirlenirken, en yüksek sıcaklık farkı ise Kanlıpınar göletinde (1,61 °C) belirlenmiştir. Kış mevsiminde en yüksek yüzey sıcaklığı Kanlıpınar göletinde (8,3 °C), en yüksek dip sıcaklığı Yukarıkartal göletinde (7,8 °C) belirlenirken, en yüksek sıcaklık farkı Kanlıpınar göletinde (1,1 °C) tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde ise en yüksek yüzey ve dip sıcaklığı Çukurhisar göletinde (23,8 °C-23 °C) ölçülürken, en yüksek sıcaklık farkı Yukarıkartal göletinde (2,2 °C) ölçülmüştür. Yaz mevsiminde en yüksek yüzey-dip sıcaklığı Keskin göletinde (21,4 °C-21,3 °C) ölçülürken, en yüksek sıcaklık farkı Yukarıkartal göletinde (0,8 °C) ölçülmüştür. Tüm mevsimlerde ve tüm göletlerde ölçülen sıcaklık seviyeleri 25 °C’nin altında olduğu gözlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıta içi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’nde sıcaklık için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

4.2. Su Kalite İndeks Analizi

Çalışma kapsamında Eskişehir İli’nde belirlenen altı göletten alınan su örneklerinde sıcaklık (yüzey ve dip sıcaklık farkı), pH, bulanıklık, fekal koliform (En Muhtemel Sayı Yöntemi), çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfat, toplam nitrat ve toplam katı madde analizleri yapılmış ve NSFQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi) metodu ile su kalite indeksi hesaplanmış ve değerlendirilmiştir (Bonanno ve Giudice, 2010; CCME, 2001; Tyagi ve ark., 2013).

Su kalite indeksi hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$WQI = \sum_{i=1}^n Q_i W_i$$

- Q_i: İnci su kalitesi parametresi için alt indeks
- W_i: İnci su kalitesi parametresi ile ilişkili kilo
- n: Su kalite parametrelerinin sayısı

NSFWQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi) metodunda kullanılan derecelendirmeler Çizelge 2.4’de verilmiştir. Analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinin NSFWQI (Ulusal Sanitasyon Vakfı Su Kalitesi İndeksi) metoduna göre mevsimsel olarak değerlendirilmeleri Çizelge 4.2-4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sonbahar mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları

Göletler	WQI Değeri	Kalite Sınıfı
Keskin	73,73	İyi
Kanlıpınar	57,38	Orta
Sarısungur	75,93	İyi
Yukarıkartal	67,59	Orta
Çukurhisar	78,28	İyi
Borabey	69,98	Orta

Çizelge 4.2. Kış mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları

Göletler	WQI Değeri	Kalite Sınıfı
Keskin	86,98	İyi
Kanlıpınar	85,64	İyi
Sarısungur	85,22	İyi
Yukarıkartal	81,01	İyi
Çukurhisar	85,74	İyi
Borabey	83,03	İyi

Çizelge 4.3. İlkbahar mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları

Göletler	WQI Değeri	Kalite Sınıfı
Keskin	68,67	Orta
Kanlıpınar	70,34	İyi
Sarısungur	75,59	İyi
Yukarıkartal	75,68	İyi
Çukurhisar	80,17	İyi
Borabey	79,85	İyi

Çizelge 4.4. Yaz mevsimi WQI değerleri ve kalite sınıfları

Göletler	WQI Değeri	Kalite Sınıfı
Keskin	76,68	İyi
Kanlıpınar	69,69	Orta
Sarısungur	62,90	Orta
Yukarıkartal	65,59	Orta
Çukurhisar	75,53	İyi
Borabey	72,79	İyi

Su kalite indeksi verileri incelendiğinde genel olarak göletlerin orta ve iyi kalite sınıfında yer aldığı gözlenmektedir. Sonbahar mevsiminde Keskin, Sarıungur ve Çukurhisar Göletlerinin iyi kalite sınıfında olduğu fakat su kalite indeksi değerine göre Çukurhisar Göleti'nin daha iyi kalitede olduğu belirlenmişti. Kanlıpınar, Yukarıkartal ve Borabey Göletlerinin ise orta kalite sınıfında olmasına rağmen Kanlıpınar Göleti'nin kötü kalite sınıfına daha yakın olduğu belirlenmiştir. Kış mevsiminde tüm göletlerin iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiş olup su kalite indeksi değerine göre Keskin Göleti'nin daha iyi kalitede olduğu gözlenmiştir. İlkbahar mevsiminde Keskin Göleti dışındaki tüm göletlerin iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Yaz mevsiminde Keskin, Çukurhisar ve Borabey Göletlerinin iyi kalite sınıfında, Kanlıpınar, Sarıungur ve Yukarıkartal Göletlerinin ise orta kalite sınıfında olduğu saptanmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Eskişehir İli çevresinde belirlenen altı adet göletten 2013-2014 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınan su örneklerinde sıcaklık (°C), pH, bulanıklık (NTU), askıda katı madde (mg/L), çözülmüş oksijen (%), fekal koliform (adet), toplam fosfat (mg/L), toplam nitrat (mg/L) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (mg O₂/L) seviyeleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde belirtilen limit değerlere göre değerlendirilmiştir.

Sıcaklık, yüzey sularında önemli bir değişken olup ortamda gerçekleşen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Çözülmüş oksijen ve biyolojik oksijen ihtiyacı gibi diğer su kalite parametrelerine de sıcaklık etki etmektedir (Dişli ve ark., 2003). Göllerde termal tabaklaşmaların olması suyun hareketleri üzerinde etkilidir. Mevsimlik sıcaklık değişimlerinin olması su kalitesinde de mevsimlik değişmelerinin olabilmelerini sağlamaktadır. Mevsimlik ölçümlerde kışın suların daha sakin olmasına karşın yazın sakin dönemlerdeki su kalitesi gradyanı ile termal gradyan daha nettir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yüzey sıcaklığı ile dip sıcaklığı farkı daha azdır ve tabaklaşmaların en az görüldüğü dönemler bahar dönemleridir. Bu sebeple ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde günlük sıcaklık farklılıkları suyun hareket etmesini sağlayabilmektedir ve bu mevsimlerde su kalitesi kolaylıkla bozulma gösterebilmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Çalışma kapsamında analizi gerçekleştirilen yüzeysel su örneklerinde tüm göletler ve tüm mevsimlerde yüzey ve dip sıcaklıklarının 25 °C'nin altında olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde sıcaklık için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

pH, sularda kimyasal ve biyolojik açıdan önem taşımaktadır çünkü pH'nın artması yada azalması bazı bileşiklerin toksisitesini etkilemektedir (Tepe ve ark., 2006). Zeybek (2006), Karaman (Ayrancı) ve Konya (Ereğli) il sınırları içinde bulunan, 1992 yılında I. Derece Doğal Sit Alanı, 1995 yılında Tabiatı Koruma Alanı

ilan edilen Akgöl'de bazı su kalitesi parametrelerini araştırmıştır. Bu parametrelerden biri olan pH çalışma süresince 8,9 ile 8,4 aralığında belirlenmiştir. Akgöl, Kıtaıi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde pH için verilen su kalite sınıflarının değerlerine göre incelendiğinde 3. sınıf su kalitesinde olduğu gorlmuştur. Çalışmamız kapsamında ise alınan su örnekleri incelendiğinde Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yöneticiliği (YSKYY, 2012), Kıtaıi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde Keskin, Çukurhisar ve Borabey göletlerinin 3. sınıf su kalitesinde, Kanlıpınar, Sarısungur ve Yukarıkartal göletlerinin 4. sınıf olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği Sarısungur, Çukurhisar, Kanlıpınar ve Yukarıkartal Göletlerinin yakın çevrelerinde açık maden ocakları bulunmaktadır. Bu göletlerin pH parametresi açısından kalitesinin duşuk olmasının çevrede bulunan maden ocakları ve bölgenin doğal formasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bulanıklık, su içerisinde bulunan süspansiyon maddeler sebebiyle oluşan opaklık derecesi olarak tanımlanmaktadır. Tüm doğal sularda değişik oranlarda süspansiyon madde bulunmaktadır ancak bu maddelerin miktarları farklı sebeplere bağlı olarak değişim göstermektedir (Bektaş ve ark., 2011). Yapılan çalışmada bulanıklığın yaz aylarında en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmektedir. Sınanmış Atasoy ve ark. (2004) yılında Atatürk baraj gölünde yaptıkları çalışmada mevsimsel olarak bulanıklık değerlerini incelediklerinde, yaz aylarında bulanıklık seviyesinin en yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bulanıklığın artmasıyla; sudaki işık geçirgenliği azalmakta, işık geçirgenliğinin azalmasıyla fotosentez alanı daralmakta ve fotosentez alanı daraldığında birincil üretim düşmektedir. Ayrıca bulanıklığın küçük göllerde sıcaklık dağılımına etki ettiği de bilinmektedir. Bulanık gllerin dip suyu sıcaklığı, berrak gllere kıyasla daha az olmaktadır (Gökdemir, 2006). Bu sonuçlar doğrultusunda sularda bulanıklığın artması ile suların kalitesinin duştn söyleyebiliriz.

Askı halindeki katı maddelerin büyük bir çoğunluğu bitki artıkları, humus, doğal gübreler ve evsel, endüstriyel atık sulardan kaynaklanmaktadır. Askıda katı maddeyi oluşturan organik maddenin diğer bir kısmı zemin erozyonundan kaynaklanabilmektedir (Dişli ve ark., 2003). Hacıoğlu (2011) yılında yaptığı

çalışmada Çanakkale Sarıçay, Menderes ve Kocabaş Çaylarında 1998-2005 yılları arasında alınan su örneklerinin mevsimsel ortalama askıda katı madde değerlerini vermiştir. Verilen değerlere göre en yüksek askıda katı madde seviyesinin kış mevsiminde Menderes Çayında olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre her mevsim için en yüksek askıda katı madde seviyesi Yukarıkartal Göletinde tespit edilmiştir. Askıda katı madde değerinin yüksek olmasının yaratabileceği olumsuzlukları özetlemek gerekirse; suların dinlenme amaçlı(rekreasyon) kullanım değerleri düşer, balık yaşamına olumsuz etki yapar (solungaçlar ve gözler zarar görür, balıkların yüzmesine ve gelişimi üzerine olumsuz etki yapar, üreme faaliyetlerini engellemektedir), suda ışık geçirgenliği azalır, fotosentezle oksijen üretimi azalır, suyun içme ve kullanımından önce arıtma giderlerini arttırır, baraj haznesinin dolmasına ve faydalı hacminin azalmasına neden olur (Gökdemir, 2006)

Çözünmüş oksijen saturasyonunun derecesi suyun kirlenme derecesini ifade edebilmektedir. Ayrıca bu saturasyon sudaki organik madde konsantrasyonu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceği hakkında da bilgi verebilmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Türkmen ve Kazancı (2008), Bolu İli'ndeki bazı akarsularda su kalitelerini değerlendirmişlerdir. Seçtikleri on istasyonda su kalite parametrelerinden biri olan çözünmüş oksijen değerlerini haziran ayında ölçmüşlerdir. Bu araştırmada en yüksek çözünmüş oksijen değerinin karşılaşıldığı istasyon sabropik indekse göre oligotrofik bir istasyon olmasının yanısıra tamamıyla temiz düzeyinde bir referans habitat özelliğinde olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada genel olarak göletler incelendiğinde oksijen saturasyonlarında sonbahar mevsiminden ilkbahar mevsimine kadar oksijen saturasyonunda sürekli bir artış olup yaz mevsiminde bu değerlerin düşüş gösterdiği gözlenmiştir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde oksijen saturasyonu için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

BOİ₅, organik maddenin parçalanması sırasında ihtiyaç duyulan oksijenin ifadesidir. Kirliliğin artmasıyla suda parçalanacak organik maddenin de oksijene

ihtiyacı artmaktadır ve bu da BOİ₅ değerinin yükselmesi anlamına gelmektedir (Gökdemir, 2006). Gürel (2011), yaptığı çalışmada Ocak 2009 – Ekim 2009 tarihleri arasında mevsimsel olarak Porsuk Çayı su kalitesini belirlemeye çalışmıştır. Yapılan analizler sonucunda biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) açısından Porsuk Çayı'nın IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada tüm mevsimlerde ve tüm göletlerde BOİ seviyesinin 4 mg/L'nin altında olduğu saptanmıştır. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde BOİ için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 1. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Sularda nitrit ve nitrat kaynağı organik maddeler, azotlu gübreler ve doğadaki bazı mineraller olarak bilinmektedir. Nitrit sudaki oksijenle birleşerek nitrata dönüşür ve bu durum su kalitesi açısından oldukça önemlidir (Alaş ve Çil, 2002). Bektaş ve arkadaşlarının 2011 yılında Çoruh havzasındaki üç farklı dereye yaptıkları su kalitesi çalışmasında en yüksek nitrat değerini 1.08±0.31 ortalama ile Cenker Deresi'nde ve en düşük nitrat değerini 0.70±0.24 ortalama ile Mülk Deresi'nde tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre üç dereninde 1. Sınıf su kalitesinde olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca çalışma yaptıkları bölgede su akışının fazla olması ve zemin yapısı sebebiyle erozyon ile topraktan suya nitrat geçişi olduğunu da belirtmişlerdir. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde nitrat için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde Keskin Göleti dışındaki tüm göletlerin 1. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Keskin Gölet'inin ise 2. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Outridge ve ark. (1989) yaptığı çalışmada Freshwater Gölü'nde bir yıl boyunca toplam fosfat değerleri araştırmış ve sonuç olarak; bahar ve yaz dönemlerinde fosfat değerlerinin yükselerek sonbaharda en yüksek seviyeye ulaştığını, kış aylarında ise fosfat değerlerinin düşüşe geçtiğini belirtmişlerdir. Pulatsü ve Gökçaya (2001) yaptıkları çalışmanın sonuçlarında Mogan Gölü'nün toplam fosfor değerlerinin sonbahar aylarında en yüksek değerde ve ilkbahar

aylarında en düşük değerlerde olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada toplam fosfat seviyelerinin ilkbahar mevsiminde en düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Fosfat değerlerinde artış olması evsel veya organik atıkların artmasına ve bu sebeple su ekosisteminde istenmeyecek alg artışı ve ötrofikasyona sebebiyet verebilecektir. Fosfat bu sebeplerden dolayı su kalitesinde etkili bir parametredir (Özdemir ve ark. 2007).

Uluslararası standartlarda kabul edildiği gibi; ülkemizde de toplam ve fekal koliform bakteriler su mikrobiyolojisi kalite standardı parametreleri olarak gösterilmektedir. Potansiyel patojen olan fekal koliform bakteri miktarının standartların üzerinde bulunması durumunda ise, suyun enfeksiyon yaydığı kabul edilmektedir (Akar, 2009). Alkan ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada Uluabat Gölü'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesini belirlemeye çalışmıştır. Uluabat Gölü'nün doğuk kısmında belirlenen noktalardan numuneler alınmış ve koliform ve *Escherichia coli* sayımları yapılmıştır. Uluabat Gölü'nün kirlilik seviyesinin tespitinde gölün bazı noktalarının II. ve III. sınıf olduğu, fekal kirlenmenin yüksek olduğu bazı noktalarda ise IV. sınıf olduğunu gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada ise Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaiçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde fekal koliform için verilen su kalite sınıflarının değerleri incelendiğinde tüm göletlerin 3. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Su kalite indeksleri, su kalite verilerini kullanarak ve çeşitli çevresel izleme kuruluşları tarafından formüle edilen politikaların modifikasyonlarına yardım etmektedir (Tyagi ve ark., 2013). Behmanesh ve Feizabadi (2013) yaptıkları çalışmada Babolrood Gölü'nde belirlenen yedi istasyondan su örnekleri olarak NSFQI ile su kalite indeksini belirlemişlerdir. İstasyonlarda su kalite indeks değerlerinin 48 ile 80 arasında değiştiği ve istasyonların iyi ve kirli olarak değişen sınıflarda yer aldığı belirlenmiştir. Samantray ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Hindistan'ın Mahanadi ve Atharabanki Gölleri ile Taladanda Kanalında su kalite indeksini belirlemeye çalışmışlardır. Mahanadi Gölünde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde bir istasyon dışındaki istasyonların tümünün iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Atharabanki Gölünde örnekleme yapılan dört

istasyonun üçünün orta su kalite sınıfında birinin de kirli kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Taladanda Kanalında ise örnekleme yapılan tüm istasyonların iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada su kalite indeksi verileri incelendiğinde Keskin Göletinin ilkbahar mevsimi dışında iyi kalite sınıfında olduğu gözlenmiştir. İlkbahar mevsiminde yağışların artması ile sularda bulunan kirleticilerin seyrelmesi ve su kalitesinin daha iyi olması beklenmektedir. Keskin Göleti dışında tüm göletlerde bu durum gözlenirken Keskin Göleti'nde su kalitesinin orta sınıfa düştüğü gözlenmiştir. Keskin Göleti'nin bulunduğu Keskin Köyü'nde tarım ve hayvancılık önemli bir geçim kaynağıdır. Keskin Göleti'nin su kalitesinin azalmasında ilkbahar mevsiminde artan tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile toplam nitrat ve fekal koliform seviyesinin artması olduğu düşünülmektedir. Çukurhisar Göleti'nin tüm mevsimlerde iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Borabey Göleti sonbahar mevsiminde orta kalite sınıfında yer alırken kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde iyi kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Kanlıpınar, Yukarıkartal ve Sarıungur Göletlerinin ilkbahar mevsiminde iyi kalite sınıfında olmasına rağmen yaz mevsiminde orta kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bu durumun yaz aylarında sıcaklığın artması ve buharlaşmanın daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012), Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde yer alan limit değerler dikkate alındığında pH seviyelerinin yüksek olması nedeni ile Keskin, Çukurhisar ve Borabey Göletlerinin 3. Sınıf su kalitesinde olduğu, Kanlıpınar, Sarıungur ve Yukarıkartal Göletlerinin ise 4. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akar, S., İzmir iç Körfezi'nde, Kıyı Sularında ve Kara Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) Fekal Koliform Bakterilerin İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2009.
- Akçanal Ödün, N., Fırtına Vadisi'nde (Çamlıhemşin-Rize) Çay Tarımında Kullanılan ve Doğal Gübrelerin Oluşturduğu Su Kirliliğinin Akvatik Ekosisteme Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- Alkan, U., Çalışkan, S., Mescioğlu, Ü., Uluabat Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı: 33, Ekim-Kasım-Aralık, 1999.
- Alaş A., Çil O., Aksaray iline içme suyu sağlayan bazı kaynaklarda su kalite parametrelerinin incelenmesi, Çev-Kor Cilt: 11 Sayı: 42, 40-44 2002.
- Anonim 1, Eskişehir İli İşletmedeki Tesisler, DSİ III. Bölge Müdürlüğü, 2014.
<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi3/eski%C5%9Fehir.htm>
- Anonim 2, Eskişehir İli 2013-2014 Yılı Sıcaklık ve Yağış Verileri, 2014.
<http://www.accuweather.com/tr/tr/eskisehir/317856/month/317856?monyr=1%2F01%2F2014#>
- Bakan, G., Şenel, B., Samsun Mert Irmağı-Karadeniz Deşarjında Yüzey Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesi Araştırması, Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences, 24, 135-141, 2000.
- Behmanesh, A., Feizabadi, Y., Water Quality Index of Babolrood River in Mazandaran, Iran, International Journal of Agriculture and Crop Sciences, Vol: 5 (19), 2285-2292, 2013.
- Bektaş S., Yıldırım A., Özvarol, Z. A. B., Çoruh havzası farklı alabalık derelerinin bazı su kalite parametreleri yönünden karşılaştırılması, Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1): 61-66, ISSN: 1308-3961, E-ISSN 1308-0261, 2011.

- Bonanno, G., Giudice, R. L., Application of Two Quality Indices as Monitoring and Management Tools of Rivers. Case Study: The Imera Meridionale River-Italy, *Environmental Management*,45:856–867, 2010.
- Boran M., Sivri N., Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt: 18, Sayı (3-4): 343-348, 2001.
- Bozkurt A., Yenişehir Gölü (Reyhanlı, Hatay) Zooplanktonu, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/1): 39-43, 2006.
- Bulut C., Atay R., Uysal K., Köse E., Çivril Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi –C, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, Cilt/Vol.: 2-Sayı/No: 1 : 1-8, 2012.
- CCME., Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Canadian Water Quality Index 1.0 Technical Report, In Canadian environmental quality guidelines, Winnipeg, 2001
- Coşkun, M. A., Akarsularda Su Kalitesi Belirleme ve Modelleme, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2012.
- Devlet Su İşleri Müdürlüğü (DSİ), Eğrekkaya Baraj Gölü ve Havzasında Kirlilik Araştırması Raporu, Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı, Ankara, 2001.
- Dirican S., Barlas M., Dipsiz Ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri Ve Balıkları, *Ekoloji* 14, 54, 25-30, 2005.
- Dişli M., Akkurt F., Alıcılar A., Şanlıurfa balıklıgöl suyunun fiziksel parametreler yönüyle değerlendirilmesi Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakülte Dergisi Cilt 18, No 4, 81-88, 2003.
- Doğangün, E., Karadeniz Kıyı Şeridinde Plajlarda ve Yüzey Sularında Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Çözünmüş Oksijen, Debi ve Sıcaklık Ölçümleri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 1997.
- EN ISO 10304-1, Water quality -- Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions -- Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride,nitrate, nitrite, phosphate and sulfate
- EN ISO 26777, Water Quality ‘Determination of Dissolved anions by liquid chromatography of ions’. Determination of nitrite

- Eroğlu, M., Aksaray İli Merkez İlçesinin Yüzey ve Yeraltı Su Potansiyelinin ve Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, 2012.
- Genç, S., Taze Tüketime Sunulan Bazı Balık Türlerinde *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahymoliticus*, Toplam Mezofil Bakteri ve Fekal Koliform Bakteri Sayılarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
- Gökkaya, Z., Pulatsü, S., Sarayabaşı Doğu Göleti'nin Bazı Su Kalite Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi, Tarım Bilimleri Dergisi, Sayı: 7, 20-28, 2001.
- Gökdemir Y., Ergene nehrindeki ağır metallerin ekstraksiyon metodu ile tayini, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- Güler, Ç., Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Sağlık Bakanlığı, No:43, Ankara, 1997.
- Gültekin F., Ersoy A.F., Hatipoğlu E., Celep S., Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi, Ekoloji 21, 82, 77-88, 2012.
- Gürel, E., Porsuk Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- Hacıoğlu, N., Sarıçay ve Biga Çayında (Çanakkale) Bazı Kirlilik Parametrelerinin Saptanması ve Nitrit, Nitrat Bakterileri ile Sülfür Oksitleyen Bakterilerin İzolasyonu, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2011.
- Hepsağ, E., Köyceğiz-Dalyan Lagün Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- Karpuzcu, M., Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Yayınları, 9. Baskı, 2007.
- Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, M. Z., Zeybek, M., Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi, Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Dergisi, No: 20 (1), 23-33, 2008.
- Kırmızı, M. Ş., Akışkan Yataklı Kum Filtreleri ile Yüzeysel Suların Arıtımında Optimum Şartların Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 2010.

- Kocamaz Alkaş, D., Çok Amaçlı Filtrelerde Amonyak ve Askıda Katı Madde Giderim Esasları, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- Köktürk, M., Tortum Çayı ve Kollarının (Erzurum) Fiziko-Kimyasal Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2013.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Suların Analiz Parametreleri, Çevre Sağlığı, Ankara, 2011.
- Outridge, P. M., G. J. Miller, A. H. Arttington, Limnology of naturally acidic, oligotrophic dune lakes in subtropical Australia, including chlorophyll phosphorus relationship. *Hydrobiologia* 179:39-51, 1989.
- Özdemir, N., Yılmaz, F., Yorulmaz, B., Dalaman Çayı Üzerindeki Bereket Hidro-Elektrik Santrali Baraj Gölü Suyunun Bazı Fizikokimyasal Parametrelerinin ve Balık Faunasının Araştırılması, *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı: 62, 2007.
- Samantray, P., Mishra, B. K., Panda, C. R., Rout, S. P., Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Parandip Area, India, *Journal of Human Ecology*, 26 (3): 153-161, 2009.
- Sınanmış Atasoy, A. D., Şeneş, S., Atatürk Baraj Gölünde Alabalık Üretiminin Oluşturduğu Kirlilik Yükünün Araştırılması, *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı: 53, 2004.
- Solak, M., Elektrokoagülasyon Prosesi ile Mermer Atıksularının Arıtılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2007.
- Taner, M. Ü., Development of Water Quality Index As a Sustainability Indicator in Küçükçekmece Watershed, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- Tanyolaç, J., Limnoloji (Tatlı Su Bilimi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, 1993.
- Taş, B., Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi, *Ekoloji Çevre Dergisi*, Sayı: 61, 2006.

- Taşdemir, M., Göksu, Z. L., Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri, E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 18, Sayı: (1-2): 55-64, 2001.
- Tepe Y., Ateş A., Mutlu E., Töre Y., Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi Cilt 23, Ek (1/1): 149-154, 2006.
- Tepe Y., Mutlu E., Türkmen A., Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Bir Araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 35 (3-4), 201-208, 2004.
- Tepe Y., Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji 18, 70, 38-46, 2009.
- Türkmen G., Kazancı N., Bolu İli'ndeki bazı akarsuların referans saprobik indeks kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesi, Review of Hydrobiology 2: 93-118, 2008.
- Topkaya, B., Şen, B., Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Su Ürünleri Açısından Önemi, Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 1995.
- Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., Dobhal, R., Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index, American Journal of Water Resources, Vol. 1, 34-38, 2013.
- Uylaş, M., Seyitgazi Yöresi (Eskişehir) İçme Sularında Bor Seviyelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2013.
- Ünlü A., Çoban F., Tunç M. S., Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler açısından incelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakülte Dergisi Cilt 23, No 1, 119-127, 2008.
- Verep B., Serdar O., Turan D., Şahin C., İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Rize Su Ürünleri Fakültesi, Ekoloji 14, 57 26-35, 2005.
- Yılmaz F. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri, Ekoloji 13, 50, 10-17. 2004.
- Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Sayı: 28483, 2012.

Zeybek, Z., Akgöl'deki (Karaman-Konya) Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006