AKGÖL'DEKİ (KARAMAN-KONYA) BAZI SU KALİTESİ PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Zafer ZEYBEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2006

AKGÖL'DEKİ (KARAMAN-KONYA) BAZI SU KALİTESİ PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Zafer ZEYBEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKGÖL'DEKİ (KARAMAN-KONYA) BAZI SU KALİTESİ PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Zafer ZEYBEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 06/01/2006 tarihinde aşağıdaki juri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir

Prof.Dr.Kemal GÜR	Yrd.Doç.Dr.Şükrü DURSUN	Yrd.Doç.Dr.Esra TARLAN
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKGÖL'DEKİ (KARAMAN-KONYA) BAZI SU KALİTESİ

PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Zafer ZEYBEK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Kemal GÜR

2006, 134 Sayfa

Jüri: Prof.Dr.Kemal GÜR

Yrd.Doç.Dr.Şükrü DURSUN

Yrd.Doç.Dr.Esra TARLAN

Akgöl, Karaman (Ayrancı) ve Konya (Ereğli) il sınırları içerisinde bulunan; sığ bataklık, sazlık, sığ tatlı su gölleri, gölcükler ve tuzcul stepten oluşan karmaşık bir sulak alan sistemidir.1992 yılında I. Derece Doğal Sit Alanı, 1995 yılında Tabiatı Koruma Alanı ilan edilmiştir.

Bu çalışmada, Akgöl'deki bazı su kalitesi parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Akgöl ve çevresi çalışma süresince gözlenmiş ve su kaybı, evsel-endüstriyel atık su deşarjları, kuş sayısının azalması, kaçak avcılık, kontrolsüz saz kesimi ve yakılması gibi estetik kirlilik parametreleri belirlenmiştir. Bazı su kalitesi parametreleri ise Akgöl suyunda araştırılmıştır. Bu parametreler; fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler, inorganik kirlenme parametreleri ve bakteriyolojik parametreleri içerir. Akgöl'de su çekilmesinden dolayı farklı bir örnekleme stratejisi uygulanmıştır. Nisan-Temmuz 2005 dönemi arasında, su çekilmesine göre her ay beş noktadan örnekleme yapılmıştır.

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; dört ay boyunca; nitrat azotu, fosfat fosforu, renk, Fe, Se, Al, fekal ve toplam koliform sayıları dışındaki, tüm parametreler için anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Akgöl'ün estetik kirlilik parametreleri Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş; yönetmelikteki koruma kriterlerine uyulmadığı görülmüştür. Su kirlilik parametreleri ise, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler ve inorganik kirlenme parametreleri IV.Sınıf, bakteriyolojik parametreler ise II.Sınıf sular kapsamına girmektedir. Özellikle; toplam çözünmüş madde, klorür, sülfat, amonyum azotu, sodyum, bor ve kurşun değerleri, evsel endüstriyel atık su deşarjları, tarımsal etkinlikler ve doğal erozyon nedeniyle oldukça yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: sulak alan, Akgöl, su kirliliği, örnekleme stratejisi, su kalitesi parametreleri, su kalitesi.

ABSTRACT

Master Thesis

A CASE STUDY UPON THE INVESTIGATION OF SOME WATER QUALİTY PARAMETERS FOR THE LAKE AKGÖL (KARAMAN-KONYA)

Zafer ZEYBEK

Graduate School of Naturel Applied Sciences

Department of Enviromental Engineering

Supervisor: Prof.Dr.Kemal GÜR

2006, 134 Page

Jury: Prof.Dr.Kemal GÜR

Assist.Prof.Dr.Şükrü DURSUN

Assist.Prof.Dr.Esra TARLAN

The Lake Akgöl, a complex wetland system comprised of shallow bog, reedbed, shallow fresh water lakes, ponds and saline step, is located between the boundaries of Karaman (Ayrancı) and Konya (Ereğli). It was first declared Natural Site of the First degree in 1992 and Nature Preserve in 1995.

The aim of this work was to investigation some water quality parameters of The Lake Akgöl. At the begining of the study, the lake and it's surroundings were examined at first and then some aesthetic parameters such as the evapotranspiration, household-industrial waste water discharges, diminishing in the bird population, the uncontrolled marsh cutting and burning in the environment were all monitored and recorded during the field work. Then, some water quality parameters for the Lake Akgöl were investigated. These parameters included physical and inorganic-chemical, inorganic pollution and bacteriological parameters. Oving to the fluctations in the evaporation, the water samples were collected from five different points each month during a period between the April and the July in 2005.

According to the statistical method (The One Way ANOVA), it was found that there were significant ($p<0.05$) differences among the sampling periods (months) for the most of the parameters except nitrate nitrogen, phosphat phosphorus, color, Fe, Se, Al contents and fecal and total coliform counts. On the other hand, the aesthetic pollution parameters were also evaluated according to the Wetland Preserving Regulations, it was observed that the preservation criteria given in this Regulation have not been put into the practice. The data related water quality parameters were evaluated according to the Water Pollution Control Regulations and thus the water samples of the Lake Akgöl, fell into the fourth class in terms of the physical and inorganic-chemical and inorganic pollution parameters whereas fell into the second class for the bacteriological parameters. It was concluded that especially the total dissolved substance, chloride, sulfate, ammonium nitrogen, sodium, boron and lead values were found to be slightly higher than the normal level and eventually this was attributed to household-industrial waste water discharges, agricultural facilities and natural erosion.

Key Words: wetland, Lake Akgöl, water pollution, sampling strategy, water quality parameters, water quality.

İÇİNDEKİLER

ÖZET……...iii
ABSTRACT……iv
ÖNSÖZ……v
İÇİNDEKİLER……....vi
ÇİZELGELER DİZİNİ……ix
ŞEKİLLER DİZİNİ……xi
1. GİRİŞ……1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI ...……4
2.1. Su Kirliliği ve Kirletici Etkenler ...……...4
2.1.1. Göllerin kirlenmesi ...……6
2.2. Su Kalitesi ve Su Kalite Sınıflarının Belirlenmesi……7
2.3. Sulak Alanlar ve Yararları ...……8
2.3.1. Sulak alanların hidrolojik fonksiyonları..……...……9
2.3.2. Sulak alanlarda su kalitesini etkileyen faktörler……...10
2.3.2.1. Nutrientler ve sulak alanlarda nutrientlerin yıkımı……10
2.3.2.2. Sedimentler……14
2.3.2.3. Patojenler……...15
2.3.2.4. Kirleticiler……..15
2.4. Akgöl (Ereğli Sazlıkları) Sulak Alanı……..17
2.5. Sulak Alan Göllerinde Su Kalitesine Yönelik Çalışmalar……...19
3. MATERYAL VE METOT....……27
3.1. Materyal……...27
3.1.1. Araştırma sahasının coğrafi ve fiziki özellikleri....……...27
3.1.1.1. Araştırma sahasının coğrafi konumu ...……27
3.1.1.2. İklim……...27
3.1.1.3. Hidroloji ve hidrolojik müdahaleler……...29
- Akarsular……..29
- Kaynaklar……30
- Göller ve Akgöl'ün hidrolojik özellikleri……....30

- Bataklıklar……32
- Hidrolojik müdahaleler…….32
3.1.1.4. Jeoloji…….33
3.1.1.5. Flora ve fauna....……33
3.1.1.6. Sosyo-ekonomik yapı…….35
3.1.2. Alanın statüleri…..…….....36
3.1.3. Alanda yaşanan çevre sorunları ve nedenleri……36
3.1.3.1. Doğal nedenler……...37
3.1.3.2. Antropojenik nedenler……...40
3.2. Metot……43
3.2.1. Alandaki çalışmalar öncesinde yapılan işlemler……...43
3.2.1.1. Akgöl'ün haritasının sayısallaştırılması…….43
3.2.1.2. Sulak alanlar ve su kirliliği ile ilgili yasal düzenlemelerin araştırılması…...43
3.2.1.3. Analiz edilecek parametrelerin tespiti……...46
3.2.2. Akgöl suyundaki bazı su kalitesi parametrelerinin örneklenmesi……46
3.2.2.1. Örnekleme stratejileri……..…46
3.2.2.2. Örnekleme sıklığı ……..47
3.2.2.3. Örnekleme yapılması…….47
- Fiziksel ve inorganik-kimyasal analizler için örnekleme……48
- İnorganik kirlenme parametrelerinin analizleri için örnekleme……...48
- Bakteriyolojik parametrelerin analizleri için örnekleme…….....48
3.2.3. Örnekleme yapılan noktalar……..48
3.2.4. Örneklerin saklanma ve analize alınma koşulları…….50
3.2.5. Göl suyunun parametrik analizleri ve izlenen prosedürler……...51
3.2.5.1. Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler…….52
-Sıcaklık……..52
- pH……..... 52
- Çözünmüş oksijen…….53
- Klorür (Cl^-) iyonu…… 53
- Sülfat (SO_4^{-2}) iyonu……. 54
- Amonyum azotu (NH_4^+-N)……...55
- Nitrit azotu (NO_2^- -N)……...56

- Nitrat azotu (NO_3^- - N)…….....57
- Fosfat fosforu (PO_4^{-3}-P)……58
- Toplam çözünmüş madde…….....59
- Renk……..59
- Sodyum…….60
3.2.5.2. İnorganik kirlenme parametreleri……..60
3.2.5.3. Bakteriyolojik parametreler……...62
3.3. Uygulanan İstatistiki Yöntem……..63
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA…….64
4.1.Araştırma Alanı Akgöl'de Yapılan Gözlem Sonuçları…….64
4.2.Akgöl Suyunda Çalışılan Su Kalite Parametreleri……67
4.2.1. Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler……68
4.2.2. İnorganik kirlenme parametreleri…….88
4.2.3. Bakteriyolojik parametreler……115
5. ÖNERİLER……..122
6. KAYNAKLAR…….126

ÖNSÖZ

Bu çalışma esnasında katkılarını esirgemeyen, değerli fikirleriyle araştırmama yön veren danışmanım, kıymetli hocam Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı, Sayın Prof.Dr.Kemal GÜR'e,

Çalışma öncesinde ve çalışma sırasında, çeşitli konularda değerli fikirleriyle araştırmama katkıları bulunan, Sayın Yrd.Doç.Dr.Şükrü DURSUN'a, Yrd.Doç.Dr. Esra TARLAN'a ve Öğr.Gör.Dr.Celalettin ÖZDEMİR'e,

Bölgenin sorunlarının incelenmesi ve analizler için numune alınması safhasında her türlü desteği veren Karaman Çevre ve Orman İl Müdürü, Sayın Ahmet TURAN başta olmak üzere, tüm Müdürlük personeline,

Analizlerin gerçekleştirilmesinde bana yardımcı olan kıymetli mesai arkadaşlarım Karaman Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürlüğü personeline,

ve her zaman bana destek olan eşime ve oğluma teşekkür ederim.

Zafer ZEYBEK

Konya, 2006

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Karaman ili için 2005 yılına ait, ilk sekiz aylık meteorolojik veriler (Karaman Meteoroloji Müdürlüğü verileri, 2005)……..29
Çizelge 3.2. Ereğli O.S.B.'de faaliyet gösteren işletmelerin sektörel dağılımı (www.eregli-konya.gov.tr).....41
Çizelge 3.3. Ereğli O.S.B.'de parsellerin sektörel dağılımı (www.eregli-konya.gov.tr) …….41
Çizelge 3.4. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonymous 2004)……...45
Çizelge 3.5. Numune alınan yerlerin GPS koordinatları……51
Çizelge 3.6. ICP-AES ile yapılan analizler için çalışılan dalga boyları…….62
Çizelge 4.1. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Nisan 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları……..68
Çizelge 4.2. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Mayıs 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları……..69
Çizelge 4.3. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Haziran 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları……..69
Çizelge 4.4. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Temmuz 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları…….70
Çizelge 4.5. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……70
Çizelge 4.6. Araştırma konusu Akgöl'e ait Mayıs 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……71
Çizelge 4.7. Araştırma konusu Akgöl'e ait Haziran 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……71
Çizelge 4.8. Araştırma konusu Akgöl'e ait Temmuz 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……72
Çizelge 4.9. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi boyunca çalışılan fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerinin ortalama ve standart sapmaları ……73

Çizelge 4.10. % 95 güven aralığında araştıma konusu Akgöl'e ait fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler için varyans analizi sonuçları……73
Çizelge 4.11. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Nisan 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları……..89
Çizelge 4.12. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Mayıs 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları……..90
Çizelge 4.13. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Haziran 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları……..91
Çizelge 4.14. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Temmuz 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları……..92
Çizelge 4.15. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……93
Çizelge 4.16. Araştırma konusu Akgöl'e ait Mayıs 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……94
Çizelge 4.17. Araştırma konusu Akgöl'e ait Haziran 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……95
Çizelge 4.18. Araştırma konusu Akgöl'e ait Temmuz 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……96
Çizelge 4.19. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi boyunca çalışılan inorganik kirlenme parametrelerinin ortalama ve standart sapmaları……..97
Çizelge 4.20. % 95 güven aralığında araştıma konusu Akgöl'e ait inorganik kirlenme parametreleri için varyans analizi sonuçları……...98
Çizelge 4.21. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Nisan-Temmuz 2005 için bakteriyolojik parametrelerin analiz sonuçları……...115
Çizelge 4.22. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi bakteriyolojik parametreler için su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları……..116
Çizelge 4.23. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi boyunca çalışılan bakteriyolojik parametrelerin ortalama ve standart sapmaları……...116
Çizelge 4.24. % 95 güven aralığında araştıma konusu Akgöl'e ait bakteriyolojik parametreler için varyans analizi sonuçları……...117
Çizelge 4.25. Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri ……...120

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Konya, Karaman ve Akgöl'ün yeri ……...28
Şekil 3.2. Günümüzde tamamen kurumuş halde bulunan Düden Gölü……..31
Şekil 3.3. Akgöl'de kuşlar……..34
Şekil 3.4. Saz kesiminin ekonomik önemi……..35
Şekil 3.5. Akgöl'ün uydu görüntüsü (www.earth.google.com).....37
Şekil 3.6. Akgöl'de kuraklık nedeniyle su çekilmesi…….38
Şekil 3.7. Tamamen kurumuş haldeki Akgöl…….39
Şekil 3.8. Ereğli Ana Tahliye Kanalının Akgöl'e karıştığı noktadaki kurumuş hali..39
Şekil 3.9. Ereğli Ana Tahliye Kanalının Akgöl'e karıştığı nokta……..40
Şekil 3.10. Akgöl'de kaçak avlanma emareleri……..42
Şekil 3.11. Akgöl'de su örnekleri alınan noktalar ……49
Şekil 4.1. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre su sıcaklığı değişimi……...74
Şekil 4.2. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre pH değişimi.75
Şekil 4.3. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre çözünmüş oksijen değişimi……..77
Şekil 4.4. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre klorür değişimi ……78
Şekil 4.5. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre sülfat değişimi ……79
Şekil 4.6. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre amonyum azotu değişimi ……80
Şekil 4.7. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre nitrit azotu değişimi……...81
Şekil 4.8. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre nitrat azotu değişimi……...83
Şekil 4.9. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre fosfat fosforu değişimi……...84

Şekil 4.10. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre toplam çözünmüş madde değişimi……..85
Şekil 4.11. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre renk değişimi …….87
Şekil 4.12. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre sodyum iyonu değişimi…….88
Şekil 4.13. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre kadmiyum ve kurşun değişimleri……...99
Şekil 4.14. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre arsenik, bakır ve krom değişimleri……..101
Şekil 4.15. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre kobalt, nikel, çinko, demir ve mangan değişimleri…….105
Şekil 4.16. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre bor değişimi…….109
Şekil 4.17. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre selenyum ve baryum değişimleri……...110
Şekil 4.18. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre alüminyum değişimi…….112
Şekil 4.19. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre gümüş, vanadyum, bizmut, galyum, indiyum ve talyum değişimleri……114
Şekil 4.20. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre fekal ve toplam koliform sayılarının değişimi……118

1.GİRİŞ

Canlıların yaşamı açısından hayati önem arz eden su, dünya üzerinde doğal olarak bulunan en yaygın kaynaktır. Yeryüzünün % 75'i, insan vücudunun % 70'i, kanın yaklaşık % 78'i sudur (Mutluay ve Demirak 1996). Yeryüzündeki su kütlesinin % 97'sini okyanus ve denizler, % 2'sini göller, akarsular ve yer altı suları, % 1'ini ise buzullar ve karlar oluşturmaktadır. Su, uygarlığın gelişimi boyunca; kişisel hijyen, tarımsal sulama, endüstriyel üretim ve elektrik enerjisi üretimi gibi pek çok farklı amaçla kullanılmıştır. Ancak, yirminci yüzyılın başında başlayan hızlı sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı sonucu, doğal kaynaklar üzerindeki kullanım baskısının artması, beraberinde çevre kirliliği olarak adlandırılan insan yaşamını ve çevresini tehdit eden büyük bir tehlikenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çevreye verilen katı ve sıvı atıkların çeşidinin ve miktarının günden güne artması; toprak, hava ve su kirliliğine neden olmaktadır. Su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde gözlenmesi şeklinde gözlenen doğrudan doğruya veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılması su kirliliği olarak tanımlanır (Anonymous 2004). Su kirliliğinin oluş nedenleri arasında arıtılmadan deşarj edilen evsel, endüstriyel ve tarımsal nitelikli atık sular öncelikli bir yer tutar. Dere, göl, deniz ve akarsular gibi alıcı ortamlara arıtılmadan deşarj edilen atık sular; su kalitesini bozarak, ekolojik dengenin bozulmasına yol açarlar.

Evsel ve endüstriyel atık su deşarjı sonucu, kirlenen alanların başında sulak alanlar gelmektedir. Sulak alanlar; bulundukları bölgenin su rejimini dengelemek, iklimini stabilize etmek, taşkınların yok edici etkilerini azaltmak gibi işlevleri yanında, ekolojik ve ticari yönden yüksek değerde bir çok canlı türünün yaşamasına imkan veren, kültürel ve ekonomik değer arz eden, zengin biyolojik çeşitliliği ile bilimsel çalışmalar için benzersiz bir alan teşkil eden ekosistemlerdir. Türkiye, sulak alanlar bakımından Bağımsız Devletler Topluluğu hariç, Avrupa ve Ortadoğu' nun en zengin sulak alanlarına sahip olup, bir milyon hektarı aşkın 25 civarında sulak

alana sahiptir. Araştırma alanı Akgöl, bir sulak alan ekosistemi olup; ülkemizdeki uluslar arası öneme haiz 56 sulak alandan bir tanesidir. Geçmişte sulak alanları; yarar sız, hastalık yapıcı bölgeler olarak kabul eden bir anlayış sonucunda; tarımsal amaçlı ve kentleşme amaçlı kullanım için, su rejimlerine müdahale edilerek sulak alanların büyük bir kısmı kurutulmuştur. Günümüzde ise, sulak alanların yararları anlaşılmış olup; mevcut alanları koruma ve kurutulan alanları geri kazanmaya dönük bir anlayış hakimdir. Fakat, yurdumuzdaki sulak alanların hemen hemen hepsinde evsel ve endüstriyel atık su deşarjı ile kirlenme, saz kesimi ve yakılması, tarım alanı olarak kullanılmaları sebebiyle gübre ve pestisitlerle kirlenme ve kaçak avlanma gibi benzer çevre problemleri yaşanmaktadır. Araştırma alanı Akgöl'de, drenaj kanalları ile geçmişte yapılan kurutmalar sonucu su miktarının azalması, evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, kaçak avlanma ve kontrolsüz saz kesimi gibi antropolojik etkilerle kirlenme ile; erozyon sonucu göle sediment dolması ve bölgenin az yağmur alması yanında yaşanan kuraklık nedeniyle buharlaşmanın artması ile tuzluluğun artması gibi doğal nedenlerle kirlenme sonucu ekosistemin dengesi bozulmaktadır.

Akgöl, Karaman (Ayrancı) ve Konya (Ereğli) sınırları içerisinde kalan sığ bataklık, sazlık, sığ tatlı su gölleri ve tuzcul stepten oluşan bir sulak alandır. 1992 yılında Birinci Derece Doğal Sit Alanı, 1995 yılında Tabiatı Koruma Alanı ilan edilmiş olup; Akgöl ve çevresindeki sazlıklar yurdumuzda 78 önemli kuş rezervi arasında beşinci sırada yer almaktadır. 1987 yılında yapılan bir ornitolojik çalışmada 200'den fazla kuş türü gözlemlenmiştir. Ancak, 2002-2003 yıllarında Kuş Araştırmaları Derneği tarafından yapılan gözlemlerde geçmişte önemli sayılarda üreyen ve alana ÖKA "Önemli Kuş Alanı" statüsü kazandıran türlerden hiçbirine rastlanmamıştır. Çünkü artan avlanma baskısı, kontrolsüz saz kesimi ve alana evsel ve endüstriyel atık su deşarjı ile yaşanan kirlenme sonucunda, ornitolojik öneme haiz kuş populasyonu bölgeyi terk etmiştir. Doğal ve antropolojik olarak kirlenen Akgöl' de ekolojik denge bozulmasına rağmen, hala geniş bir flora ve fauna barınmaya devam etmektedir. Akgöl faunasında, en önemli yeri sucul kuşlar tutmakta olup; nesli tükenmekte olan bazı kuş türleri yanında, endemik türlerde alanda mevcuttur (Yarar ve Magnin 1997). Bu yüzden, dünyanın gözü önünde olan ve Avrupa internet sitelerinde bir ornito-turizm merkezi olarak gösterilen Akgöl'ün (Ereğli Sazlıkları) mevcut kirlenme boyutları acilen somut verilerle ortaya konmalı ve korumak için

alınacak tedbirler daha rasyonel olarak ifade edilmelidir.

Akgöl üzerindeki su kütlesinin miktarı yıllık yağış durumu ve buharlaşmaya bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kuraklık ve buharlaşmadan dolayı su çekilmeleri nedeniyle sığ bataklık alanların büyüklüğü artmaktadır. Bu yüzden sulak alandaki mevcut su kütlesinin son durumunun bilinmesi açısından Akgöl'ün 1/100.000'lik haritası üzerinden sayısallaştırma yapılmış; GPS "Global Positioning System" cihazı ile su kütlelerinin yerleri belirlenmiş ve güncelleştirme yapılmıştır. Su çekilmesine bağlı bir örnekleme stratejisi belirlenmiş; Nisan-Temmuz 2005 döneminde, dört ay boyunca ve her ay beş noktadan örnekleme yapılarak, su çekilen alanlara göre güneyden kuzeye doğru örneklemeler yapılmıştır. Şu anda Akgöl'ü besleyen her hangi bir su kaynağı yoktur. Alanı besleyen tek kaynak Ereğli' nin evsel ve endüstriyel atık sularını Akgöl'e taşıyan Ereğli Ana Tahliye Kanalıdır ve Akgöl'e kuzeyden giriş yapmaktadır. Su çekilmesine bağlı örnekleme stratejisinde, kuzeyden giriş yapan atık suların sazlıklar içerisinden ilerleyerek, güneydeki en uç noktalara ulaşması Akgöl'ün mevcut su kalitesinin anlaşılmasında daha yararlı olacaktır, çünkü Akgöl'deki su çekilmesi sabit istasyonlar seçmeyi olanaksız hale getirmektedir. Böylelikle, su çekilen alanlara göre örnekleme noktalarının seçilmesi sağlanmıştır.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar (Akkuş ve ark. 1998, Ceyhan ve ark. 2001) daha çok coğrafi nitelikli ve Akgöl'ün çevre problemlerinin tespiti noktasında kalan genel çalışmalar olup, mevcut kirlenme boyutlarını analizlerle ortaya koyan, literatür kayıtlarında mevcut bilimsel bir çalışma yapılmamıştır. Bu yüzden, üzerinde taşıdığı Birinci Derece Doğal Sit Alanı, Tabiatı Koruma Alanı, Önemli Kuş Alanı gibi statülerle ulusal ve uluslar arası önem arz eden tabiat harikası bu alandaki, kirlenme boyutlarının somut verilerle ortaya konması, büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, Akgöl'den alınan su numunelerinde fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizleri de içine alan daha detaylı bir çalışma planlanmış ve Akgöl'deki bazı su kalite parametrelerinin tespit edilerek, mevcut kirlenme boyutlarının ortaya konması amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Su Kirliliği ve Kirletici Etkenler

İnsanlar, yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için, suyu hidrolojik çevrimden alırlar ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu işlemler sırasında suya karışan maddeler suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek, su kirliliği olarak adlandırılan olguyu ortaya çıkarırlar (Uslu ve Türkman 1987). Stum ve Morgan (1981)'a göre, su kaynaklarının içme suyu amacıyla korunması ve tamamıyla doğal suların yaşamı koruma sistemleri olarak varolması (sucul besinlerin üretimi, biyolojik çeşitlilik için kaynak) su kirlilik kontrolünün en önemli amacıdır (Başıbüyük 1992). Su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde gözlenmesi şeklinde gözlenen doğrudan doğruya veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılması su kirliliği olarak tanımlanır (Anonymous 2004). Alıcı su ortamlarında kirliliğe neden olan etkenler fekal atıklar, organik atıklar, kimyasal atıklar, atık ısı ve radyoaktif atıklar olarak belirtilmektedir (Anonymous 2004).

Kullanılmış suların alıcı ortamlara etkisinde, insan ve hayvan dışkısıyla suya karışan patojen mikroorganizma ve virüsler önemli bir sağlık riski oluşturur. İnsan ve hayvan dışkıları içeren atıksuların göl veya seyreltme potansiyeli düşük olan alıcı ortamlara verilmesi su kalitesini bozarak bataklıklaşmayı hızlandırır. Çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atıksuların içinde bazen eser miktarda bazen de yüksek derişimlerde ağır metaller bulunur. Ağır metaller boşaltım ortamlarındaki canlı yaşamı üzerinde, derişimleri ile orantılı olarak toksik etki yaparlar. Özellikle kadmiyum, civa, kurşun ve krom gibi ağır metaller, besin zincirleriyle girdikleri canlı bünyelerinde atılamadıkları için birikime neden olurlar. Sentetik deterjanlar, içerdikleri fosfor nedeniyle ötrofikasyona ve kimyasal yapılarından dolayı biyolojik olarak parçalamayan ABS "Alkil benzen sülfonat" gibi deterjan ham maddeleri ile

çeşitli düzeylerde kirliliğe yol açarlar. Evsel ve endüstriyel atıksular, inorganik tuzlarda içerirler. Alıcı ortamlarda yükselen tuz derişimleri su kalitesini bozar. Atıksuların içerdiği askıda katı maddeler, bu suların deşarj edildiği alıcı ortamlarda birikintilere ve dip çamuru oluşumuna neden olurlar. Askıdaki katı maddeler sulardaki bulanıklığı arttırırlar ve ışık geçirgenliğini azaltırlar. Bunun sonucunda sağlıklı bir ekositem için gerekli olan fotosentez respirasyon dengeleri bozulur. Atık sular ile sulardaki sıcaklık artışı, biyokimyasal reaksiyonları hızlandırır ve böylece sudaki oksijen doygunluk derişimini azaltır (Uslu ve Türkman 1987).

Çevre Bakanlığı tarafından 1999 yılında İl Çevre Sorunları ve Öncelikleri Envanteri Formatı kapsamında, 34 İl Çevre Müdürlüğünün verdiği bilgilere göre; 153 su kaynağının (göl, gölet, baraj, nehir, ırmak, dere, çay v.b.) kirlenme nedenlerine genel olarak bakıldığında su kaynaklarının sırasıyla evsel sıvı atıklardan %85-96, zirai faaliyetlerden %63-72, sanayi atıklarından %44-71 ve evsel katı atıklardan %21-37 kirlendiği görülmüştür (Şahin 2001).

Ülkemizde şehir kanalizasyon suyundan kurtulmada bugün için başvurulan yöntemler: kanalizasyon suyunun doğrudan akarsu, göl veya denizlere boşaltılması, yerleşim merkezlerinden uzak arazilere atılması ve tarım alanlarının sulanmasında kullanılması biçimindedir (Gür ve ark. 1998). Bu suların tarım topraklarındaki kirletici etkileriyle ilgili olarak Konya'da şehir atık sularının karakterizasyonu yapılarak, bu suların tarım topraklarındaki kirletici etkileri araştırılmış ve toprakların kirlendiği bildirilmiştir (Gür ve ark.1998). Konya İli atık sularının bir tahliye kanalı vasıtasıyla Tuz Gölü'ne ulaşması ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmalar bu gerçeği ifade etmektedir. Konya'da Ana Tahliye Kanalında trihalometan potansiyelinin belirlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, alınan atık su numunelerinde BOİ, KOİ, Toplam Katı Madde, Organik Madde, Toplam AKM ve yağ-gres değerleri standartların üzerinde, ağır metal, pH, sıcaklık ve nitrat ise kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur (Özdemir 2002). Yine Konya Ana Tahliye Kanalında yapılan bir çalışmada, kanal boyunca toplanan numunelerde ağır metaller araştırılmış kanal boyunca çökme dolayısıyla ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı, fakat kanal sonundaki nihai nokta Tuz Gölünden alınan numunelerde ise, diğer yerleşim noktalarından kaynaklanan kirlilikle beraber ağır metal konsantrasyonlarının artış gösterdiği vurgulanmıştır (Aydın ve Yıldız 2004).

Yer altı ve yer üstü su kaynaklarının, tarımsal faaliyetler sonucu kirletilmesinde azotlu ve fosfatlı kimyasal gübreler ve pestisitler önemli rol oynamaktadır. Özellikle tarımdan dönen drenaj suları vasıtasıyla yüzeysel sular kirletilmektedir. Gübreleme yapılan geniş tarım arazilerine sahip olması nedeniyle, Konya ve çevresinden toplanan su örneklerinde Nitrat ve Nitrit kirliliği üzerine bir çalışma yapılmış son yıllarda kirlenmenin arttığı vurgulanmıştır (Zengin ve Gür 1999). Türkiye'nin en önemli sulak alanlarından biri olan Göksu Deltasında; doğal dengenin bozulmasına yol açan unsurlardan biri de, kimyasal gübreler ve toksik pestisitlerin uygulanması ile yapılan kontrolsüz tarımsal uygulamalardır (Başıbüyük 1992, Gür ve ark. 2002b). Gübrelerin genel olarak çevreye olan olumsuz etkilerine baktığımız zaman daha çok azot ve fosfor içeren kimyasal gübrelerin çevre kirliliğine yol açtığı düşünülmekte; özellikle azotlu ve fosforlu gübrelerin çeşitli yollarla sulak alanlara ulaşması neticesinde sulak alanlardaki su kalitesinin bozulmasına, azot ve fosfor miktarlarının artarak ötrofikasyona neden olduğu bilinmektedir (Ceran 2001). Ülkemizde üretilen ve ithal edilen fosforlu gübrelerdeki Cd, Pb ve As gibi toksik metal konsantrasyonları için bir standart uygulanmamaktadır, bu nedenle gelecekte topraklarımızdaki toksik metallerden kaynaklanan kirlilik artacaktır (Köleli ve Kantar 2005).

2.1.1. Göllerin kirlenmesi

Evsel ve endüstriyel atık sular için alıcı ortamların başında sulak alanlar gelmektedir. Özellikle sulak alan ekosistemleri içerisinde yer alan göllerdeki kirlenme, durgun su kütleleri olmaları dolayısıyla; özellikle dışa akışı yok ise daha şiddetli olmaktadır. Bir gölün kirlenmesi, gölün drenaj alanındaki nüfus yoğunluğuna, drenaj alanı / göl alanı şeklinde ifade edilebilen çevre faktörüne ve gölün ortalama derinliğine bağlıdır (Uslu ve Türkman 1987).

Göller kirlenme durumuna göre: Oligotrofik göller (derin, üretim az, besin açısından fazla zengin değil, oksijen tüm derinliklerde mevcut), mezotrofik göller (oligotrofik ve ötrofik göller arasında geçiş oluşturur) ve ötrofik göller (besin yönünden çok zengindir, askıda ve dipte çok fazla organik madde vardır, bazı

dönemlerde çözünmüş oksijen hiç olmayabilir, alg patlaması olabilir) olmak üzere üç grupta incelenir (Uslu ve Türkman 1987).

Gölde ağır metal birikimi, sudaki biyosenosisi etkilemektedir. Gölün kimyası üzerinde doğrudan etkili birincil üreticiler, ağır metallerin derişiminin değişmesine en hassas organizmalardır. Araştırmalar, artan metal yüklemelerinin fitoplankton bileşimini etkileyerek fotosentez ve solunum arasındaki dengenin etkilenebileceğini göstermektedir (Uslu ve Türkman 1987).

2.2. Su Kalitesi ve Su Kalite Sınıflarının Belirlenmesi

Su kirliliğinin önlenmesinde, suyun kalitesinin bilinmesi ve su kalitesinin korunması büyük önem taşır. Su kalitesi, kısaca bir su kütlesinin belli bir zaman boyunca ihtiva ettiği mevcut fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bütünü olarak olarak tanımlanabilir. Su kalite sınıflarının belirlenmesi, su kalitesi kriterleri ile yapılmaktadır. Uslu ve Türkman (1987)'a göre, su kalitesi kriterleri, sularda bulunabilecek çeşitli kirletici unsurların insan ve canlı yaşamı üzerindeki etkilerini, hangi derişimlerde ve hangi koşullarda, ne tür zararlara uğratabileceğini belirleyen bilgilerdir (Başıbüyük 1992). Kullanım amaçlarının belirlenmiş olup olmadığına bakılmaksızın bütün su kaynaklarının dengeli ve sağlıklı ortamlar olarak muhafazası esasına göre, su kaynaklarının korunmasına ve planlanmasına temel teşkil etmek üzere, yapılmış veya yapılacak kullanım sınıflarına uygunluk açısından su kaynaklarından beklenen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler su kalitesi kriterleri olarak tanımlanır (Anonymous 2004).

Suların kalitelerine göre sınıflara ayrılmasının nedeni, kullanım amacının belirlenmesidir. Kıta içi yüzeysel sular için yapılan sınıflama aşağıdaki gibidir (Anonymous 2004):

Sınıf I:Yüksek Kaliteli Su (yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar).

Sınıf II: Az Kirlenmiş Su (ileri veya uygun arıtma ile içme suyu temini,

rekreasyonel amaçlar, alabalık dışında balık üretimi, Teknik Usuller Tebliğinde verilmiş olan sulama suyu kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar).

Sınıf III: Kirlenmiş Su (Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir).

Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su

Her hangi bir su kaynağının bu sınıflardan birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde olmalıdır (Amonymous 2004).

2.3. Sulak Alanlar ve Yararları

Sulak Alanların Korunması Konusundaki Sözleşme (Ramsar Sözleşmesi); sulak alanları, doğal veya yapay, devamlı veya geçici , suları durgun veya akıntılı, acı, tatlı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyerler olarak tanımlar. Covardine (1979)'e göre sulak alanlar: Marine (denizel), estuarine (haliç), lacustrine (göl), riverine (nehir) ve palustrine (bataklık) sistemleri ve bunların alt sistemlerinden oluşmaktadır (Novotny ve Olem 1994). Bütün sulak alanlar; toprak, su, bitki ve hayvan türleri ile besinler gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik elemanlardan oluşur. Bu elemanların kendi içlerinde ve aralarında gerçekleşen işlemler sulak alanların işlevlerini gerçekleştirmelerini sağlar (Dugan 1990). Sulak alanların, bulundukları bölgenin su rejimini dengelemek ve iklimini stabilize etmek, tortu ve zehirli maddeleri alıkoyarak suyu temizlemek, özellikle büyük göl ve nehirlerde su yolu taşımacılığına imkan sağlamak, çok zengin biyolojik çeşitliliğe sahip olmaları nedeniyle bilimsel çalışmalar için açık hava laboratuvarı olmaları ile balıkçılık, tarım, hayvancılık, saz üretimi ve rekreasyonel kullanımlar açısından yüksek bir ekonomik değer arzetmeleri gibi işlev ve değerleri vardır.

Mitsch ve Gosselink (1993), sulak alanları yeryüzünün böbrekleri olarak tanım larlar. Sulak alanlar kirleticileri süzer ve besin maddelerinin fiziksel (sedimantasyon,

filtrasyon), fiziko-kimyasal (bitkilerde, toprakta ve organik substratlarda adsorpsiyon) ve biyokimyasal (biyokimyasal indirgenme, nitrifikasyon, denitrifikasyon, dekompozisyon ve bitkide birikim) prosesler ile yıkımında rol oynarlar (Novotny ve Olem 1994).

2.3.1. Sulak alanların hidrolojik fonksiyonları

Carter (1986), La Baugh (1986), Winter ve Woo (1990), La Baugh ve ark. (1998), Winter (1999), Mitsch ve Gosselink (2000a), Price ve Waddington (2000), Meyer ve ark. (2003)'na göre sulak alanların hidrolojik fonksiyonları; su depolama ve salınan yüzey sularının toplanması, lokal ve bölgesel yer altı sularına reşarj, tepelerden gelen taşkın sularının azaltılması, taşkınların ayarlanması ve erozyonu engellemeyi içerir (Gabor ve ark. 2004).

Carter (1986)'a göre bir sulak alanın su bütçesi eşitliği:

"Yağışlar + Giren Yüzey Suları + Giren Yer altı Suları = Buharlaşma + Yüzey Sularıyla Çıkan Miktar + Yer altı Suyuna Bırakılan Miktar + Depolamadaki Değişim" şeklindedir. Burada bir sulak alandaki su miktarı girenler, çıkanlar ve depolamadaki değişimle dengededir (Gabor ve ark. 2004).

Sulak alanların, içine akan suyu depolama yeteneği oldukça yüksektir. Carter (1986), Winter ve Woo (1990), Devito ve ark. (1996), Cey ve ark. (1998)'na göre yeryüzünün durumu, su kütlesinin yeri, toprak geçirgenliği, eğim ve geçmişteki iklim koşullarının etkisine göre her sulak alanın taşkınları azaltma yeteneği aynı değildir (Gabor ve ark. 2004).

Yer altı suyuna reşarj, bazı sulak alanların en önemli fonksiyonudur ve su filtre edilerek, yavaşça sulak alanlardan yer altı akiferlerine doğru akınca meydana gelir. Hill (1990), Winter ve Woo (1990), Winter (1999), Devito ve ark. (2000a), Price ve Waddington (2000)'a göre, sulak alanlarla lokal yada bölgesel yer altı sularının ilişkisi karmaşıktır ve alana özeldir (Gabor ve ark. 2004).

2.3.2. Sulak alanlarda su kalitesini etkileyen faktörler

Sulak alanlarda su kalitesi; nutrientler, sedimentler, patojenik mikroplar ve pestisitler gibi antropojenik kirleticileri içeren bir çok durumun etkisindedir. Kadlec ve Knight (1996)'a göre, yüksek biyolojik üretimlerinden dolayı sulak alanlar, bir çok kirleticiyi kendi doğal süreçlerinde zararsız hale getirebilirler ve bu özelliklerinin bir sonucu olarak; yapay sulak alanlar, atık suların arıtımı için ideal proseslerdir (Gabor ve ark. 2004).

2.3.2.1. Nutrientler ve sulak alanlarda nutrientlerin yıkımı

Sulak alanlarda temel nutrientler (besin maddeleri) azot ve fosfordur. Nutrientlerin alınması ve verilmesindeki mevsimsel değişiklikler, sulak alanların ilerideki su kalitesini düzeltme yeteneğine katkıda bulunur. Hill (1996), Devito ve ark. (2000), Hill (2000)'a göre, sulak alanların nutrientleri sindirme yeteneği; yeryüzündeki durumu, havza hidrolojisi, yer altı suyu akış yolları, sediment tipi ve geçirgenliğine bağlı olarak son derece karmaşıktır (Gabor ve ark. 2004). Moustafa (2000)'ya göre sulak alanlarda nutrient gideriminde etkili diğer faktörler ise, nutrient yüklenme hızı, su kalitesi ve derinliği, toprak tipi ve kimyası, bitki gelişmesi, algal ve mikrobiyal birlikler, birincil üretim ve ayrıştırma hızları ile nutrientlerin hidrolik olarak tutulma zamanlarıdır (Gabor ve ark. 2004).

Azot

Azot, canlıların yapısını oluşturan temel elementlenden biridir. Gerek canlı bünyesinde, gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot çevrimi dediğimiz sürekli bir dolanım halindedir (Uslu ve Türkman 1987). Bir sulak alandaki azot döngüsü, organik azot, amonyum ve nitratın birbirleri arasındaki dönüşümünü içerir. Azot formu, sulak alan mikroorganizmaları ve bitkileri tarafından alınır, amonyum mikroorganizmaların organik maddeleri

parçalaması sürecinde üretilir. Amonyum bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından absorblanır ve organik maddedeki azota dahil edilir. Amonyum nitrifikasyon prosesi boyunca önce nitrite sonra nitrata indirgenir (Gabor ve ark. 2004).

Azot döngüsü sırasında nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonları büyük önem taşımaktadır. Nitrifikasyon ototrof iki bakteri türü tarafından gerçekleştirilir. Bunlardan nitrit bakterileri diye isimlendirilen *Nitrosomonas* grubu:

$$NH_4^+ + 3/2\ O_2 \xrightarrow{Nitrosomonas\ sp.} NO_2^- + H_2O + 2H^+ + Enerji \qquad (I)$$

$$(NH_4)_2\ CO_3 + 3O_2 \xrightarrow{Nitrosomonas\ sp.} 2HNO_2 + CO_2 + 3H_2O + 615.9\ KJ/mol \qquad (II)$$

I veya II nolu reaksiyonlarla amonyumu nitrite dönüştürür (Uslu ve Türkman 1987).

Nitrat bakterileri diye isimlendirilen Nitrobakter grubu:

$$NO_2^- + ½\ O_2 \xrightarrow{Nitrobakter\ sp.} NO_3^- + Enerji \qquad (I)$$

$$2HNO_2 + O_2 \xrightarrow{Nitrobakter\ sp.} 2HNO_3 + 157.3\ KJ/mol \qquad (II)$$

I veya II nolu reaksiyonlarla nitriti nitrata dönüştürür (Uslu ve Türkman 1987).

Denitrifikasyon, olayı ise oksijensiz ortamda yürür. Şekerler, asetik asit, etanol ve metanol gibi çeşitli organik maddeler, denitrifikasyonda elektron verici olarak davranabilirler. Nitrat, nitrite ve daha sonra azotoksitler aracılığıyla moleküler azota indirgenir. Denitrifikasyon olayı:

$$NO_3^- + 1/3\ CH_3OH \longrightarrow NO_2^- + 1/3\ CO_2 + 2/3\ H_2O \qquad (I.Aşama)$$

$$NO_2^- + ½\ CH_3OH \longrightarrow ½\ N_2 + ½\ CO_2 + ½\ H_2O + OH^- \qquad (II.Aşama)$$

I. ve II. aşamalarla gerçekleşir (Uslu ve Türkman 1987). Sounders ve Kalff (2001), Braskerud (2002), Janzen ve ark. (2003)'na göre azot sulak alanlardaki birincil tüketiciler tarafından yürütülen üç prosesten biri ile yıkıma uğratılır: Nitratın denitrifikasyonu ile azot gazının atmosfere verilmesi, partikül halindeki azotun çökelmesi, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından alınarak yıkılmasıdır (Gabor ve ark. 2004).

Yüzeysel sulardaki azot yükleri ve su kalitesine etkileri

Yüzeysel suların doğal azot yükleri bu ortamlarda bulunan mikroorganizmaların bağladığı, yağışların getirdiği azot bileşikleri ile yüzey akışı ve yer altı akışı sırasında sulara karışan azot bileşiklerinden oluşur. Antropojen kaynaklar noktasal (kentsel atık su arıtma tesisleri, koklaştırma tesisleri, bazı kimyasal endüstriler, hayvancılık tesisleri, tekstil , gıda, deri ve süt endüstrileri ile mezbahalar) ve dağınık kaynaklar olarak iki ana başlıkta incelenir. Dağınık kaynakların, en önemli bölümünü tarımsal üretim oluşturur. Bunun nedeni toprağın fosfat ve amonyum iyonlarına kıyasla nitrat iyonlarını daha güçlü bağlayabilmesi ve sonuçta drenaj suları ile bu iyonların yıkanmasıdır. Topraktaki nitrat iyonlarının kaynağı ise gübreler ve toprakta bulunan organik maddenin mineralleşmesi olayıdır (Uslu ve Türkman 1987).

Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkilere sahip olup, en önemli etkileri oksijen bilançosunun etkilenmesi, ötrofikasyon ve içme suyunun sağlıklı bir şekilde temininde oluşan hijyenik ve toksikolojik problemlerdir (Uslu ve Türkman 1987). Naiman ve ark. (1995) ‘na göre, içme suyundaki yüksek nitrat seviyesi insanlar için toksik olabilir ve methomoglobinemi ya da mavi bebek sendromu adı verilen hastalığa yol açar ki; bu hastalıkta kandaki hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesi sınırlanır (Gabor ve ark. 2004).

Sulak alanlarda su kalitesiyle ilgili çalışmalar büyük oranlarda ürün elde etmek için toprağa verilen gübreler ve tarımsal drenaj sularıyla sulara ulaşan azota odaklıdır. Hill (1982), patates yetiştirilen bir alana yakın sığ bir gölde nitrat konsantrasyonunu 10 mg/l‘nin üzerinde (Bölge standartı 10 mg/l) bulmuş ve nedeninin alandaki gübrelemeden kaynaklandığını, nitratın toprak tabakası boyunca akiferlerden göle ulaştığını bildirmiştir (Gabor ve ark. 2004).

Fosfor

Sucul sistemlerde fosfor, bu sistemlerde mevcut olan çok yönlü karmaşık, kimyasal ve biyokimyasal dengelerin anahtar elemanlarından biridir. Sularda fosfor çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur ve tüm organik fosfor bileşiklerinin temel yapı taşını orto fosfat anyonu oluşturur (Uslu ve Türkman 1987). Kadlec ve Knight (1996)’a göre toplam fosfor; suda çözünmüş haldeki fazla partiküller halindeki fosforun tamamı, organik fosfor, algal ve bakteriyel fosfor ile askıdaki katılara

tutunan fosforu içermektedir (Gabor ve ark. 2004).

Mitsch ve Gosselink (2000b)'e göre, fosforun sulak alanlarda tutulması üç mekanizmayla başarılır: Fosforun, turba ve çamurlarda adsorpsiyonu, çözünmeyen fosfatın aerobik koşullarda metallerle (demir, kalsiyum ve aluminyum) çökmesi ve bakteri, alg ve makrofitler gibi canlıların fosforu bünyesine almasıdır (Gabor ve ark. 2004).

Yüzeysel sulardaki fosfor yükleri ve su kalitesine etkileri

Fosforun yüzey sularına ulaşması, evsel ve endüstriyel atık sular ve tarımsal drenaj sularıyla olmaktadır. Fosfor nedeniyle ortaya çıkan su kirlenmelerine % 83' lük bir payla endüstri ve kanalizasyon atık suları neden olmakta, kentsel kökenli kanalizasyon sularındaki fosfatın ise %32-70'i deterjanlardan kaynaklanmaktadır (Muslu 1985).

Reddy ve ark. (1999)'na göre, akarsuların su kalitesinin belirlemede fosfor, anahtar elemandır ve Mitsch ve Gosselink (2000b)'e göre fosforun tutulması, doğal ve yapay sulak alanların en önemli niteliklerinden biri olarak kabul edilir (Gabor ve ark. 2004).

Fosforun yüzey sularına ulaşması; başta birincil üretimin artması sonucu, sucul sistemlerde istenmeyen bir çok etkiye neden olur. Suyun oksijence zengin kısımlarında bulunan alg ve diğer yeşil bitkilerin aşırı miktarda artması (ötrofikasyon), suyun bulanıklığında artış, sucul makrofitlerin ışık girişinin azalması ve yetersiz oksijen gibi nedenlerle sayısında azalma ve suyun dip kısmında ölen bitkilerin artması sonucu anaerobik koşulların başlaması su kalitesine etki eden en önemli faktörlerdir.

Fosfor bileşikleri önemli bir bitki besin maddesi olup, sucul bitkiler tarafından orto-fosfatlara parçalanır. Ancak fazla miktarda fosfor yüklenirse, suyuh pH değeri ve tampon sistemi değişikliğe uğrar (Muslu 1985). Deterjanlarda ve diğer temizlik malzemelerinde bulunan polifosfatlar ve fosfor bileşikleri, köpük oluşturması ile suyun yüzey gerilimini düşürerek, suyun üzerinde bir tabaka oluşturur. Bu tabaka, ışık geçirgenliğini ve oksijen geçişini sınırlar ve biyolojik aktiviteyi olumsuz yönde etkiler (Akman ve ark. 2000).

Johnston (1991), A.B.D.'de bulunan ve direkt olarak antropojenik girişler olmayan sulak alanlarda yaptığı çalışmalar neticesinde, fosfor tutulmasının % 9'dan % 80'lere kadar değiştiğini görmüştür (Gabor ve ark. 2004).

2.3.2.2. Sedimentler

Sediment, kil partiküllerinden, kum, mil ve çakıl partiküllerine kadar tüm boyuttaki partikülleri içerir. Gleason ve Euliss (1998)'e göre yer yüzünden erozyon ile A.B.D.'deki sulak alanlara, göllere, akarsulara ve haliçlere taşınan aşırı sediment yüklemesi önemli bir kirleticidir (Gabor ve ark. 2004).

Gleason ve Euliss (1998), U.S.E.P.A. (2000), Meyer ve ark. (2003)'na göre, organik maddeler ve kil, çamur ve çakıl partiküllerinin sedimentasyonu; sucul ekosistemlere balık solungaçlarını tıkayarak, balık üreyen sahaları sınırlayarak, bentik organizmaları boğucu etki yaparak, suyun berraklığını düşürerek, ışık geçirgenliğini önleyip fotosentez yapan canlılardaki üretimi düşürerek, partiküllere yapışan kimyasalları taşıyarak ve kademeli olarak su kütlesini doldurarak zarar verir (Gabor ve ark. 2004).

Brown (1988) ve Johnston (1991)'a göre, bir sulak alanın sediment tutma kapasitesinde belirleyici faktör, hidrolojidir. Winter ve Woo (1990)'ya göre, bir sulak alana giren su, bitkiler vasıtasıyla dağıtılır ve böylece suyun akış hızı düşerek, tutulma zamanı artar. Brown (1998), Hammer (1993)'a göre, suyun akış hızındaki düşüş ve tutulma zamanındaki artış, sedimentasyon hızında olumlu etki yapar ve sedimentlere tutunan azot, fosfor, patojenler ve pestisitler gibi kirleticilerin giderimini arttırır (Gabor ve ark. 2004).

Doğal ve yapay sulak alanlarda sediment gideriminin etkisinin, tipik olarak askıda katı madde olarak ölçülmesiyle; sediment gideriminin, yüzey akışlı ve yüzey altı akışlı yapay sulak alan sistemlerinde, % 49'dan % 98'e kadar değişen oranlarda başarılabildiği görülmüştür (Gabor ve ark. 2004).

2.3.2.3. Patojenler

Kadlec ve Knignt (1996), WHO (2000)'ya göre, enfeksiyonlara neden olan patojenler, sulara insan ve hayvan dışkılarıyla taşınır. Su kaynaklı patojenler, insan sağlığına ciddi etkileri olup; *Escherichia coli*, *Salmonella typhi, Camplyobacter* türleri gibi bakterileri, enterovirüsler olarak Hepatit A, Polio gibi virüsleri ve *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis* ve *Cryptosporidium parvum* gibi protozoaları içerir (Gabor ve ark. 2004). Gür ve Özcan (2002) ve Gür ve ark. (2002a)'na göre, alıcı su ortamlarındaki mikrobiyal kirliliğin en önemli nedeni, fekal kirlenmedir.

Kadlec ve Knight (1996)'a göre, doğal bakteri populasyonları genellikle sulak alanlarda azdır, fakat sayısı değişebilir ve belirli sulak alanlarda (örneğin su kuşları üreyen) mevsimsel olarak yükselebilir (Gabor ve ark. 2004).

Kadlec ve Knight (1996)'a göre, bitkilerle kaplı sulak alanların patojenleri arıtma etkinliği, fakültatif gölcük ve diğer doğal arıtım sistemlerinden daha etkilidir, çünkü katı yüzeyler ve patojenler arasındaki fiziksel temas daha fazladır (Gabor ve ark. 2004). Patojenlerin gideriminde, Falabi ve ark. (2002)'na göre, doğal ölümler, sediment yüklenmesi, çökelme ve adsorpsiyon, etkili tutulma zamanı ile mevsimsel ve iklimsel değişiklikler etkilidir (Gabor ve ark.2004).

Kadlec ve Knight (1996)'a göre, sulak alanlardaki arıtımın giderim etkinliği, toplam koliformlar için daima yaklaşık % 90'dan, fekal koliformlar için ise % 80'den fazladır. Hill ve Sobsey (2001), Falabi ve ark. (2002), *Giardia, Cryptosporidium* ve *Salmonella*'nın dahi sulak alanlarda etkin olarak sayısının düşürülebildiğini bildirmişlerdir (Gabor ve ark. 2004).

2.3.2.4. Kirleticiler

Sulak alanların pestisitler, metaller, çöp depolama alanlarının sızıntı suları ve şehir kanalizasyon sularından kaynaklanan toksik kirleticileri giderme etkinliği, hem

doğal sulak alanlarda (Fernandes ve ark. 1996, Goldsbrough ve Crupton 1998), hem de yapay sulak alanlarda (Hammer 1989, Kadlec ve Knight 1996) sınanmıştır (Gabor ve ark. 2004).

Toksik maddeler, suda düşük derişimlerde bulunmaları halinde bile, insan sağlığına zarar vererek hastalıklara ve ölümlere neden olabilirler. Eser miktarlarda bile zararlı olabilen bu maddeler arasında en önemli grubu, ağır metaller diye bilinen As, Ag, Be, Cd, Cr, Co, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, U, V, Zn gibi elementler oluşturur. Sulara giren metaller sucul organizmalar tarafından alınır ve gıda döngüsüne dahil edilir. Bu proses, biyoakümülasyon olarak bilinir. Bu birikim ölümcül seviyelere ulaştığında; canlı bünyelerinden atılamadıkları için gıda döngüsü içindeki canlılara, özellikle insanlara toksikolojik etkileri söz konusudur (Aydemir ve ark. 2005).

Son yıllarda, ağır metal kirliliğinin tespitinde, sucul bitkilerin ve suda yaşayan diğer canlıların biyoindikatör olarak kullanılmasını içeren çalışmalarda artış olmuştur. Ağır metallerin, biyoakümülasyonu ile giderimi ile ilgili çalışmalar (Ye ve ark. 1997, Aksoy ve ark. 1998, Boniardi ve ark. 1998, Lavid ve ark. 2001, Windham ve ark. 2001, Stoltz ve Greger 2002, Ye ve ark. 2003) göstermektedir ki; As, Cd, Cu, Pb ve Zn gibi ağır metaller, sulak alanlarda bulunan *Phragmites australis, Nymphaeae, Lemna gibba, Salix, Spartina alterniflora* gibi bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında belli oranlarda giderilebilmektedir. Mansour ve Sidky (2003) ise, *Tilapia* ve *Mugil* balık türlerinde, ağır metal birikimini incelemiş ve ağır metal yönünden kirli sularda yaşayan balıklardaki birikimin daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Sentetik organik maddelerin, biyolojik olarak parçalanması güçlük gösterdiğinden, sudaki kalıcılıkları fazladır. Sulardaki toksik iz maddeler, canlı bünyesinde birikebilir ve besin zincirine girerek her ileri beslenme kademesinde daha yüksek derişimlere ulaşabilir, suda yaşayan ve ekonomik değer taşıyan ürünlerin bünyesinde zehirlilik düzeyi, insan tüketimini engelleyecek kadar yüksek değerlere ulaşabilir (Uslu ve Türkman 1987).

Bir çok çalışma (Brock ve ark. 1992, Karen ve ark. 1998) pestisitlerin sulak alanlarda, su altındaki makrofitler tarafından giderilebildiğini ve sucul bitkiler

üzerindeki negatif etkilerinin önlendiğini göstermiştir. Kao ve ark. (2001), birkaç fırtınadan sonra, tarımsal drenajlarla sulak alana yayılan atrazinin, tamamının giderildiğini bulmuşlardır. Sığ sulak alanlarda pestisitlerin artması ışık geçirgenliğini arttırarak, fotosentez hızının artması sonucu otamdaki oksijenin azalmasına yol açar (Gabor ve ark. 2004).

2.4. Akgöl (Ereğli Sazlıkları) Sulak Alanı

Proje alanımızda kirlilik parametrelerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bu nedenle bu çalışma bu alandaki ilk çalışma olacaktır. Literatürde, bölge ile ilgili çalışmalar bölgenin çevre sorunlarının irdelenmesine yöneliktir. Bu çalışmalar:

Akgöl, Ereğli'nin 20 km batısında, yüzölçümü mevsim ve yıllara göre 15-192 km^2 arasında değişen, içerisinde büyük bir flora ve faunayı barındıran bir sazlıktır. Zengin faunasında en önemli yeri kuşlar tutmaktadır. Sulak alan dünyaca önemli kuş varlığı nedeniyle her yıl çok sayıda turistin ziyaret ettiği bir yerdir. Akgöl, aynı zamanda geniş saz yataklarına sahip olup, ekonomik bir değer arz etmektedir (Akkuş ve ark. 1998).

Akgöl ve çevresinde yer alan sazlıklar ve bataklıklar, çayırlar ve geniş bozkırlarla değişik türden çok sayıda su kuşu kuluçkaya yatmakta, beslenmekte ve konaklama imkanı bulmaktadır. Göl, bu özellikleri itibariyle Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre ülkemizdeki uluslar arası öneme sahip A tipi sulak alanlarımızdan birisidir. Gerek uluslararası sözleşmelerle, gerekse yürürlükteki mevzuatlarla koruma altına alınan Akgöl, su seviyesindeki değişmeler ve kirlilikten dolayı yok olma tehdidi altında bulunmaktadır. Göl su seviyesi, gölü besleyen su kaynaklarının çeşitli sebeplerle göle ulaşmasının engellenmesiyle sürekli düşmekte, Ereğli şehir merkezi başta olmak üzere çevresindeki yerleşim merkezleri ve sanayi kuruluşlarının evsel ve endüstriyel atık sularının hiçbir arıtıma tabi tutulmadan sazlıklara ulaşmasıyla su

kalitesi bozulmakta, canlı hayatı yok olmakta, kaçak saz kesimi ile sazlıklar yok olmaktadır (Ceyhan ve ark. 2001).

Konya İl Çevre Müdürlüğü tarafından hazırlanan Konya İli Sulak Alanlar Envanteri çalışması kapsamında Akgöl'ün çevre sorunları ile ilgili olarak Ereğli' deki bazı sanayi atıksularının ve Ereğli Belediyesi'ne ait kanalizasyon atıksularının arıtılmadan göle deşarj edilmesi, kaçak avcılık, gölü besleyen su kaynaklarının üzerinde barajlar (İvriz, Ayrancı, Gödet, İbrala ve Deliçay Barajları) yapılması nedeniyle göle hiç su gelmemesi, tarım arazilerinden gelen drenaj sularının pestisit ve gübre etkisiyle kirlenmiş olması, son yıllarda kuraklık sebebiyle göl yüzeyinin daralması, erozyon ile Düre Dağından gelen sedimentlerle gölün dolması, balık populasyonunun son yıllarda göle deşarj edilen atıksuların ekolojik dengeyi bozmasıyla azalması olarak sayılabileceği bildirilmektedir (Söyleyici 2003).

Ereğli'de (Konya) 2003 Ocak ayında başlayan ve 12 ay boyunca yürütülen bir projede, suyun etkin kullanımı çerçevesinde; bölgede tarımda ve şehir içinde kullanılan suyun israfının engellenerek artan miktarların sazlığa bırakılması amaçlanmış ve bu konuda bölge halkı su israfının önlenmesi konusunda eğitimler verilerek bilinçlendirilmiş; özellikle sulama teknikleri konusunda ilçe çevresindeki köylerde yaşayan çiftçilerin eğitimi yapılmıştır. Bölgedeki çiftçilerin sulamada kullandıkları salma sulama tekniği, toprağın bütün minerallerini ve verimli kısmını alıp götürdüğü gibi tuzlanmaya da neden olmaktadır. Bu durum birkaç yıl içerisinde toprağın tarıma elverişsiz hale gelmesine yol açacağından, çiftçilerin bu konuda eğitimi büyük önem kazanmaktadır. Bu eğitimin sonuçlarından biri, bölgede sulama için kullanılan suyun azalması ve sazlıklara bırakılacak suyun miktarının artmasıdır (Tekin 2004).

2.5. Sulak Alan Göllerinde Su Kalitesine Yönelik Çalışmalar

Sulak alanlardaki ekosistemin zengin ve çeşitli olması ve günümüzde değerlerinin daha fazla anlaşılır olması nedeniyle bu alanlardaki su kalitesinin tespitine yönelik bilimsel çalışmalar son yıllarda hem doğal sulak alanlarda hem de yapay sulak alanlarda artış göstermiştir.

Türkiye'nin en önemli sulak alanlarından birisi olan Göksu deltasında (Silifke-Mersin) yapılan bir çalışmada, delta üç yıl boyunca ziyaret edilmiş ve son bir yılında sekiz kez örnekleme yapılmıştır. Örneklere su kirliliğini belirlemede önemli parametreler olan DO, BOD_5, COD, NH_4^+-N, PO_4^{-3}-P, pH, iletkenlik, sıcaklık, yüzey aktif madde, asılı katı, toplam çözünmüş katı ve kül konsantrasyonu ile kurşun analizleri yapılmış; analizler sonucunda deltanın iki büyük su kütlesi: Akgöl ve lagün olan paradenizin deltadaki tarımsal faaliyetlere bağlı olarak kirletildiği ve Akgöl'ün hemen yanında bulunan Kum Mahallesinden olumsuz etkilendiği vurgulanmıştır (Başıbüyük 1992).

Göl suyu kalitesi üzerine sulak alan etkilerini incelemek amacıyla Minneapolist-St.Paul'da (Minnesota-ABD) yapılan bir çalışmada, otuzüç göl havzasında coğrafi bilgi sistemleride kullanılarak , göl suyu kalitesini belirlemek için toplam fosfor, amonyak azotu, nitrat ve nitritler, secchi diski, klorofil-a, klorür, renk, turbidite, çözünmüş oksijen, toplam sertlik ve alkalinite, pH, kondüktivite, fekal koliform, arsenik, toplam kurşun, kadmiyum, çinko, toplam civa analizleri yapılmış; göllerin büyük çoğunluğunun yüksek ötrofik seviyede olduğu, renk ölçümlerinin yüksek çıkmasının nedeninin sucul bitkilerden bazılarının göl suyu rengine daha fazla katkı yapmasından kaynaklandığı ve kurşun miktarlarının düşük çıkmasının sulak alanların büyüklüğü ile ilişkili olduğu ve bu ilişkinin negatif olduğu bildirilmiştir (Detenbeck ve ark. 1993).

Develi Havzası / Sultansazlığı'nda bulunan Yay Gölünün anorganik kirlilik yönünden incelenmesi amaçlanmış, Yay Gölünden alınan su örneklerinde bazı metaller (Pb, Cd, Zn, Cu, Fe, Mn, Ca, Mg, Co, Ni, Cr) ve bazı anyonların (PO_4^{-3},

SO_4^{-2}, Cl^-, NO_3^-) toplam sertlik tayinleri yapılmıştır. Sonuç olarak, Yay Gölü su örnekleri analiz sonuçları Fe, Ni kısmen de Pb derişimlerine bakarak değerlendirildiğinde, göl suyunun az kirlenmiş veya kirli su sınıfına girebileceğine işaret etmektedir. Fosfat derişimleri, tüm su örneklerinin ”Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” ‘ne göre III. kalite su, yani kirlenmiş sular sınıfına sokmaktadır. Bu sonuca göre Yay Gölü sularının bir PO_4^{-3} kirliliği tehdidi altında bulunduğu ve fosfat kirliliğinin sularda, deterjan ve suni gübre kullanımı nedeniyle arttığı vurgulanmıştır (Kartal ve Tokalıoğlu 1994).

Caddo Lake (ABD), Teksas’ın kuzeydoğusunda ve Louisiana’nın kuzeybatısında yer alan ırmak, sulak alan ve göl habitatlarının bileşiminden oluşan karmaşık bir akuatik sistemdir. Göl, “U.S. Fish & Wildlife Service” tarafından birinci kategori rezervuar habitatı olarak sınıflandırılmış, 1983 yılında 6500 ha’lık kısmı Ramsar alanı olarak ilan edilmiştir. Bölgenin haritası GIS “Geographical Information System” ile sayısallaştırılmış, bölgelere ayrılarak numune alma noktaları belirlenmiş; çalışmada standart olarak USEPA “U.S. Enviromental Protection Agency” tarafından geliştirilen EMAP “Enviromental Monitoring and Assesment Protocol” kullanılmış, sonuçlar istatistiksel metodlarla değerlendirilmiştir. Caddo Lake su kalitesi izleme programında, doksan alandan yetmiş dokuzundan örnek alınmış, onbir alan ise kuru olduğu için örnek alınamamıştır. Genel olarak, su yüksek sıcaklıkta, düşük oksijen çözünürlüğünde, yüksek karbondioksit, düşük alkalinite, yüksek renk, yüksek askıda katı, yüksek türbidite, düşük seki disk derinliği, yüksek fekal koliform sayısı ile karakterize edilmiş, su kalite sınıfı orta olarak bulunmuştur. (Darville ve ark. 1998).

İsrail’de yapılan bir çalışmada , Hula Vadisi’nin resterasyonu projesiyle 1994 yılında vadinin güneyinin su ile dolması sonucu oluşan, sığ bir göl olan Agmon Gölünde ,gölün Kinneret Gölüne olan ekolojik etkilerinin araştırılması amacıyla 1994-1996 yılları arasında pH, alkalinite, turbidite, elektriksel iletkenlik, sülfat ve toplam çözünmüş maddelerin ölçümü yapılmış, ilk yılda yüksek pH, alkalinite, turbidite, elektriksel iletkenlik, sülfat ve toplam çözünmüş madde değerleri bulunmuş, üçüncü yılın sonunda ise göldeki besin döngüsü, makrofit gelişimi gibi

etkilerle göl suyu kalitesinde bir iyileşmenin olduğu gözlenmiştir (Hambright ve ark. 1998)

Tablas De Daimiel National Park'ta (İspanya) yapılan bir çalışmada suyun fiziko-kimyasal özellikleri 1995-1997 yılları boyunca araştırılmış ve bulunan sonuçlar 1974-1975 yılları arasındaki yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırılmış, mevcut kirlilik durumu organik ve inorganik olarak değerlendirilmiş, ilk defa ağır metallerinde ölçümü yapılmış; tuzlanmanın arttığı ve toksik elementler bakımından bir kirlenmenin olmadığı, fakat demir ve magnezyum miktarının oldukça yüksek olduğu bulunmuştur (Berzas ve ark. 2000).

Uluabat (Apolyont) Gölünde (Bursa) yapılan bir çalışmada, göl suyunda ve gölü besleyen kaynaklarda ağır metal kirliliği araştırılmış, bu amaçla bir yıl süre ile su numuneleri alınmış, numunelerde demir, bakır, krom, kadmiyum, kurşun ve arsenik analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi yöntemi ile gerçekleştirilmiş, analiz sonuçlarına göre ağır metal kirliliğinin tehlikeli boyutlarda olmadığı ancak ileride artabileceği; mevcut kirliliğinde genellikle fabrika atıklarından ve su toplama havzası etrafından geldiği gözlemlenmiştir (Bebek 2001).

Etrafı sazlık alanlarla kaplı Kumaşır Gölü'nün (Kahramanmaraş) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ekolojik durumunun ortaya konması amacıyla pH, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, klorür, sülfat, magnezyum, kalsiyum, nitrat, nitrit, sodyum, potasyum ve toplam alkalinite analizleri yapılmıştır. Sıcaklık ve pH aylara göre değişim göstermektedir. Nitrat miktarı araştırma bölgesinde 1,75 mg/l olarak bulunmuştur. Nitrat miktarının yüksek olmasının etraftaki tarım arazilerinde kullanılan gübre ve pestisitler ile özellikle ilkbahar aylarında gölde yün gibi evsel eşyaların yıkanmasında kullanılan deterjanlardan kaynaklanabileceği vurgulanmıştır (Kara ve Bahadıroğlu 2001).

Sapanca Gölünde yapılan bir çalışmada, 1990 yılında trafiğe açılan ve gölün hemen güneyinden geçen TEM Otoyolundan arıtıma tabi tutulmadan direkt göle verilen atıksu drenajlarının ve yoğun trafikten kaynaklanan ağır metallerin (Fe, Pb,

Zn), göl üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla 1991 ve 1999 yılında alınan numunelerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Ağır metal analizleri, Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrisi metodu ile çalışılmış, Zn için belirgin bir artış gözlenmezken, Fe ve Pb için tüm örnekleme noktalarında aşırı bir artış görülmüştür. Analiz sonuçları TSE 266'ya göre değerlendirildiğinde Pb konsantrasyonları limit değerlerin üzerinde bulunmuştur (Yalçın ve Sevinç 2001).

Filistin'de bulunan ve onbeş yıl boyunca bölgedeki belediyeler tarafından evsel atık su verilen Wadi-Gaza sulak alanında yapılan bir çalışmada su kirliliğinin sulak alan kalitesine etkisi araştırılmış, bu amaçla belirlenen dört istasyondan üç ay boyunca alınan örneklerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler çalışılmış, uluslararası kabul görmüş bir sulak alan standartı olmadığından karşılaştırma için evsel atık su deşarj standartları kullanılmıştır. Su sıcaklığının, atmosferik sıcaklığın etkisiyle düşüş eğiliminde olduğunu ve elektriksel iletkenliğinde düşüş eğiliminde olduğu, çözünmüş oksijenin mikroorganizmaların oksijen tüketimi nedeniyle sürekli düşük olduğu ve pH aralığının aquatik hayata belirli bir olumsuz tesirinin olmadığı görülmüştür (Bayan 2002).

Akgöl'de (Gölkent-Sakarya) yapılan bir çalışmada, göldeki ötrofikasyon olayı araştırılmış, bu kapsamda NH_4^+-N, PO_4^{-3}, NO_3^-, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{-2}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, AKM, sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, demir, mangan, toplam sertlik, $BOİ_5$, KOİ, fenol ve toplam koliform bakteriler altı ay süreyle çalışılmış ve Akgöl'ün su kalite sınıfının IV. Sınıf sular (çok kirlenmiş su) kapsamına girdiği vurgulanmıştır (Demirel 2002).

Bourne Stream'de su kalitesinin arttırılmasında yapay sulak alan sisteminin etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, seçilen örnekleme sitelerinde kimyasal, fiziksel ve biyolojik parametreler analizlenmiştir. Bu parametreler sıcaklık, BOD_5, çözünmüş oksijen, pH, kondüktivite, nitrat, fosfat, E. coli ve Toplam Koliform sayıları; ağır metallerden ise bakır, kadmiyum, nikel ve kurşun olarak seçilmiştir. Yapılan çalışmada anlamlı bir su kalitesi artışı gözlenmemiş, bununla beraber türbidite, nitrat, fosfat ve *Escherichia coli* seviyelerinde bazı azalmalar olmuştur (Fleet 2002).

Kentleşmenin sulak alanlar üzerindeki etkilerini araştırma amacıyla Rachenalli ve Amruthalli Göllerinde (Bangalore-Hindistan) yapılan bir çalışmada çeşitli fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler ile sosyo-ekonomik bir araştırma yapılmış, araştırılan parametreler, Hindistan Ulusal Standartlarına göre sınıflandırılmış ve GIS kullanılarak kirlilik haritaları çıkarılmış; atıksu deşarjı ve tarımsal aktiviteler gibi antropojenik etkilerle sulak alanların kirletildiği ve Rachenalli Gölünün, Amruthalli Gölüne göre daha az kirlendiği ve Amruthalli Gölünde ötrofik koşulların başladığı görülmüştür (Ramachandra ve Ahalya 2002).

Uzungöl'de (Trabzon) yapılan bir çalışmada, gölün limnolojik ve hidrografik özellikleri araştırılmış; göldeki su seviyesinin iklimsel ve sedimentlerle dolma gibi faktörlerle azalması sonucu oluşan sığ bölgelerde, su içi bitkilerinin hızla gelişerek geniş alanlara yayılması sonucu, su içindeki her türlü askıda katı maddeyi tuttuğu ve tutulan maddelerin çürümesi sonucu oksijensiz bataklık alanların oluştuğu; sazlık sığ alanlarda bahar ve yaz aylarında çözünmüş oksijenin 0.03 mg/ l'ye kadar düşebildiği bildirilmiştir (Verep ve ark. 2002).

Konya'da yapılan bir çalışmada,Çumra Ovası sulamasında kullanılan Beyşehir Gölü, Suğla Gölü, Apa Barajı ve May Barajı sularının kalitesini belirlemek amacıyla, Çarşamba Kanalı güzergahı boyunca dört farklı zamanda beşer noktadan alınan su örneklerinde pH, EC, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, CO_3^{-2}, HCO_3^{-}, Cl^{-}, SO_4^{-2}, NO_3^{-}, Fe^{+2}, Cu^{+2}, Mn^{+2}, Zn^{+2} ve B analizleri yapılmış, SAR ve RSC değerleri ile kalite sınıfları belirlenmiş; araştırma sonuçlarına göre, tüm su örneklerinin orta alkalin pH, II. Sınıf tuzluluk ve I. Sınıf sodiklik, I. Sınıf ve II. Sınıf B içeriklerine sahip oldukları ve Beyşehir Gölünden güzergah boyunca May Barajına doğru gittikçe, Nitrat ve ağır metallerin arttığı, B kapsamının ise azaldığı bildirilmiştir (Zengin ve ark. 2002).

Sığ göllere kanalizasyon akıtmanın etkisinin, su kimyasının mevsimsel değişimini, özellikle trofik durum ve tuzluluğa olan etkisini incelemek için Laguna De Manjavacan ve Laguna Del Pueblo göllerinde (İspanya) bir araştırma yapılmış; suyun buharlaşması ve sudaki tuzların çökmesi ve erimesinin suyun tuzluluğunu belirlediği, sıcak aylarda buharlaşmadan dolayı su kaybının arttığını ve tuzluluğun

yükseldiğini, buna karşılık en yüksek tuz çözünürlüğünün ise soğuk yağışlı periyotlarda bulunduğu vurgulanmıştır (Garcia-Ferrer ve ark. 2003).

Mısır'da bulunan Quarun Gölü ve iki gölden oluşan Wadi El-Rayan sulak alanından toplanan su, sediment ve balık örneklerinde analizler yapılarak kontaminasyon seviyeleri birbirlerine göre karşılaştırılmıştır. Buna göre, sular benzer iyonik özellikler göstermektedir. Quarun Gölü su örneklerinde ortalama TDS değeri 19 g/l olup, Wadi El-Rayan sulak alanındaki birinci ve ikinci göllerden alınan su örneklerindeki ortalama TDS değerleri; 1,6 g/l ve 4,7 g/l değerlerinden oldukça yüksektir. Yine Quarun Gölünün bakteri sayımı da diğer göllerden yüksektir. Ayrıca su örneklerinde bazı ağır metaller (Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Co, Cr, Pb, Cd, Sn) ve pestisit artıkları da araştırılmış; Wadi El-Rayan göllerinde düşük miktarlarda, Quarun Gölünde ise daha yüksek miktarlarda belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Quarun Gölü nün Wadi El-Rayan sulak alanındaki göllerden daha çok kirlendiği görülmüştür (Mansour ve Sidky 2003).

Türkiye'nin en değerli sulak alanlarından birisi olan İzmir Kuş Cennetinde yapılan bir çalışmada , alanda sazlıklardan su çekilmesi ve su kirliliği tehditi olduğu görülmüş, tatlı su ve tuzlu su ekosistemlerinden oluşan sulak alanda hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Uzun dönemdeki buharlaşmanın 894 mm olduğu buna karşılık yağışın ise 546 mm olduğu, alanda bir su kaybı olduğu ve bu nedenle alanın etrafındaki sedimanter kayalardan alana su beslenmesi gerektiği vurgulanmış, su kirlilliği seviyelerinin belirlenebilmesi için Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb parametreleri çalışılmış, sonuçta Sb, Fe, Ni ve Cd değerlerinin TSE 266 ve EPA 2000 standartlarının üzerinde olduğu bulunmuş ve kirletici parametrelerin tarımsal ve endüstriyel kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Somay ve Filiz 2003).

Kenya'da uluslararası öneme sahip ve 1995 yılında Ramsar Alanı ilan edilen Naivasha Gölünde yapılan bir çalışmada, göl alanı karelere bölünerek GPS cihazı ile örnek alma noktalarının koordinatları tespit edilmiş, bu işlemde sazlık ve sığ alanlar toplam alan içinde kabul edilmiştir. Alınan örneklerde pH, EC, TDS, sıcaklık,

alkalinite, toplam sertlik, klorür, sülfat, nitrat, amonyak, fosfat, Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, Na^{+}, Fe^{+2}, Al^{+3} ve Mn^{+2} parametreleri çalışılmış, sonuçta tüm parametreler uygun aralıklarda bulunmuştur (Suangkiattikun 2003).

Konya Ana Tahliye Kanalında yapılan bir çalışmada kanal boyunca toplanan su ve sediment numuneleri ile, Tuz Gölünden alınan su numunelerinde ICP-AES tekniği ile ağır metaller incelenmiş, kanal boyunca ağır metal konsantrasyonlarının çökelmeye bağlı olarak azalırken; Tuz Gölünde diğer yerleşim yerlerinden verilen atık suların etkisiyle arttığı ve Tuz Gölünde Cr, Fe, Ni, V, Se ve B miktarlarının TSE 266, WHO, EPA ABD standartlarının üzerinde olduğu ve yaz aylarında ağır metal konsantrasyonlarında yağışların azalmasına ve buharlaşmanın artmasına ve atık su miktarının artmasına bağlı olarak bir artış olduğu vurgulanmıştır (Aydın ve Yıldız 2004).

Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada tespit edilen beş istasyondan aylık periyodik su örnekleri alınmış ve su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, seki disk, kondüktivite,buharlaşma kalıntısı, nitrit, nitrat, amonyum klorür, sülfat, fosfat, fenolftalein alkalinitesi, metil oranj alkalinitesi, toplam alkalinite, türbidite, renk, kalsiyum, magnezyum, asit bağlama yeteneği, geçici sertlik, toplam sertlik, kalıcı sertlik ve $BOİ_5$ değerleri tayin edilmiştir. Bu parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerlerine göre içme suyu, iç su kalite sınıfları (Anonymous 1988) ve organik kirlilik basamakları bakımından uygun ve çok az kirli bir su konumunda olduğu vurgulanmıştır (Yılmaz 2004).

İzmir Kuş Cenneti sulak alan izlemesi çalışmasında; sulak alanın ekolojik yapısı ve alanın koruma statülerinin planlanabilmesi için, kirlilik tespiti ve ölçümü çalışması yapılmış, her ay periyodik olarak alınan ana tahliye kanalı suyu numunelerinde 2000, 2001 ve 2002 yıllarına ait BOİ, KOİ, Toplam Çözünmüş Madde ve pH parametrelerinin değişimi araştırılmış; BOİ, KOİ ve Toplam Çözünmüş Madde değerlerinin 2001 yılında 2000 yılına göre arttığı, 2002 yılında ise 2001 yılına göre azaldığı tespit edilmiş; su kalitesinin, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre IV. Sınıf kriterleri sağladığı; pH parametresinin ise 2001 yılında

2000 yılına göre düşüş gösterdiği, 2002 yılında ise artmış olduğu ve II. Sınıf su kalitesine girdiği tespit edilmiştir (Gündoğdu ve ark. 2005).

Manyas Kuş Cenneti sulak alanında yapılan bir çalışmada, antropojenik kirliliğin artışı sonucu çevresel ve su kalitesi değişimleri ile insan müdahaleleriyle su seviyesi değişimlerinin gölün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik aktivitesi üzerine etkileri araştırılmış; fiziksel parametreler olarak sıcaklık, pH ve Secchi Diski ve derinliği; kimyasal parametreler olarak PO_4, SiO_2, NO_3, NH_3, Zn, Fe, Ca, Mg, Si, Cu, Mn, B ve Ni; mikrobiyolojik parametreler olarak Total ve Fekal Koliform Bakteri, *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobasillus* ve *Pseudomonas* bakterileri seçilmiştir. Su kalitesinin total koliform bakteri yönünden III. Sınıf ve IV. Sınıf olduğu, bazı nutrientlerin miktarı yüksek bile olsa ekosistemdeki gıda döngüsü ile kabul edilebilir miktarlara indiği gözlenmiş, hatta patojen bakterilerin suda çok uzun süre yaşayamayacağı bilindiği halde yine de arıtımın şart olduğu vurgulanmıştır (Karafistan ve Çolakoğlu-Arık 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma sahasının coğrafi ve fiziki özellikleri

3.1.1.1. Araştırma sahasının coğrafi konumu

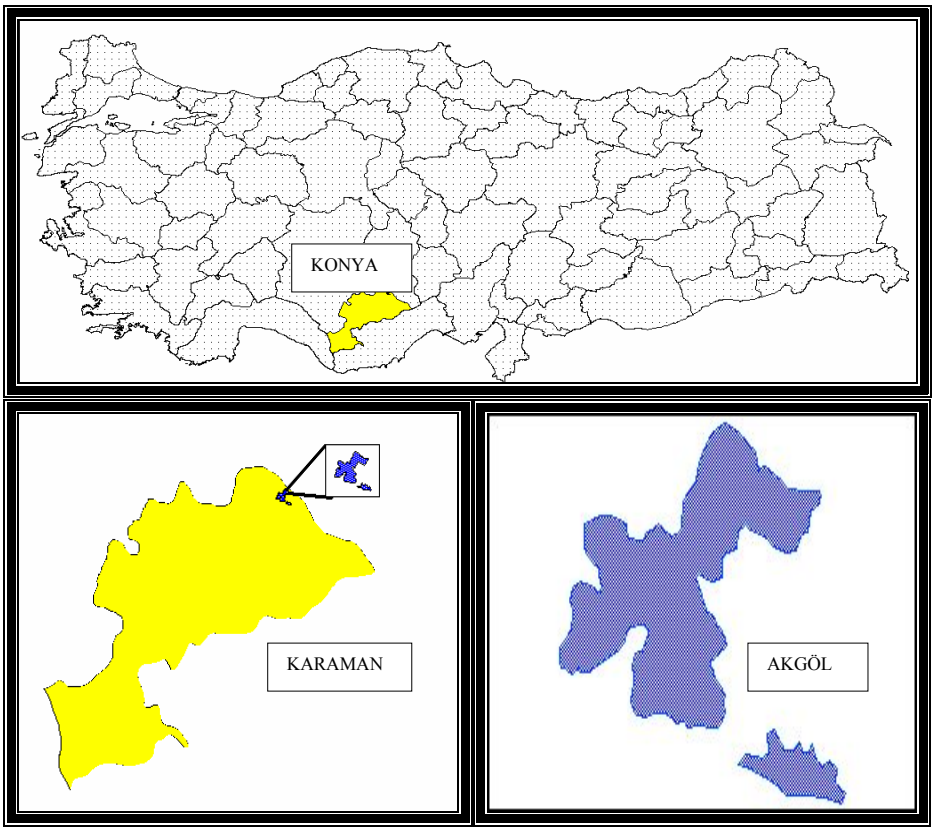
Akgöl, sazlıklarıyla tanınan, güneyde Ayrancı (Karaman) ve batıda Ereğli (Konya) ilçeleri sınırları içerisinde kalan (Şekil 3.1.); Karaman il merkezine 60 km, Ereğli (Konya) ilçe merkezinin 35 km uzaklıkta; Ereğli Kapalı Havzası'nın ortasında yer alan, 37 30 kuzey enlem ve 33 45 doğu boylamında yer alan, kuzeyde Karacadağ, güneyde Toroslar'ın Bolkar Dağları ile sınırlanan sığ, bataklık, sazlık ve tuzcul stepten oluşan bir alandır. Yüz ölçümü 21500 ha olup, bu alan içerisindeki sulak alan en geniş haliyle 6400 ha kadardır. Akgöl Tabiatı Koruma Alanının yüzölçümü 6787 ha'dır. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 996 m'dir (Akkuş ve ark. 1998).

3.1.1.2. İklim

Ereğli İlçesi Meteoroloji İstasyon Müdürlüğünün verilerine göre ilçenin 1975-1995 yılları arası ortalama sıcaklığı 11.1 ^{o}C'dir. En sıcak ay Temmuz, en soğuk ay ise Ocak'tır. Akgöl'de Ocak ayından Temmuz ayına kadar sıcaklık ortalamalarında devamlı artış, Temmuz ayından Ocak ayına kadar ise düşüş görülür. Akgöl sahasının nispi nem ortalaması % 62'dir. Maksimum nispi nem Aralık aralık ayında (% 74), minimum nispi nem (% 50) Temmuz ayında kaydedilmiştir. 1994-1995 yılları arasında ortalama yağış miktarı 297.59 mm'dir. Sahada Ereğli DSİ-Savran

istasyonunda yapılan 1976-1999 yılları arasındaki ölçümlerde yıllık toplam yağış miktarlarının düştüğü gözlenmektedir. Aylık ortalama yağışlara göre en yağışlı ay Nisan, en kurak ay Ağustostur (Akkuş ve ark. 1998).

Her ne kadar, Akgöl kendine has bir iklime sahip olsa da, çalışma dönemini kapsayan, 2005 yılına ait Karaman Meteoroloji Müdürlüğü verilerine göre ortalama aylık toplam yağış ve sıcaklık miktarları Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Konya, Karaman ve Akgöl'ün yeri

Çizelge 3.1. Karaman ili için 2005 yılına ait, ilk sekiz aylık meteorolojik veriler (Karaman Meteoroloji Müdürlüğü verileri, 2005)

aylar	Ort. aylık toplam yagıs (mm)	ortalama hava sıcaklığı ^{o}C
ocak	25.8	2.9
şubat	20.6	2.2
mart	5.8	7.1
nisan	23.9	11.2
mayıs	20.4	16.8
haziran	30.3	20.4
temmuz	5.0	24.8
agustos	7.2	24.4

3.1.1.3. Hidroloji ve hidrolojik müdahaleler

- Akarsular

Akgöl kapalı havzası dışına akış yoktur. Bu nedenle, sular havzanın en çukur yeri olan Akgöl'de toplanmaktadır. Havzanın en önemli akarsuları Zanapa Suyu ve İvriz Çayı'dır. Zanapa Suyu (Murat deresi), küçük debili kaynak sularını içine alarak 233 km^2'lik bir drenaj alanından gelmektedir. Suyun ortalama akımı 1.159 m^3/s'dir. Ereğli'nin güneyinde bir fay hattı boyunca çıkan kaynaklardan meydana gelen İvriz Çayı, kuzeye doğru akarak Zanapa Suyu ile birleşir. Güneyindeki Toroslarda ilkbaharda karların erimesiyle suları çoğalır. İvriz Barajı yapılmadan önce sularını Akgöl'e boşaltan İvriz Çayı barajın inşasından sonra gölle bağlantısı kesilmiştir. Sulama fazlası sular kontrollü olarak göle verilmektedir. Ancak son yılların kurak geçtiği göz önüne alındığında İvriz Çayının sularının göle hiç ulaşmadığı gözlenmektedir.Bu yüzden aktif olarak gölü besleyen akarsu, çay, dere olmadığı söylenebilir (Akkuş ve ark. 1998).

-Kaynaklar

Akhüyük Kaynakları Konya-Ereğli yolunun 9 km kuzeyinde, Akhüyük Köyü civarında beş ayrı kaynak olarak çıkmaktadır. Sıcaklığı 25 ^{o}C kadardır. Suların çıkış noktalarında traverten tabakaları oluşmuştur. İvriz Çayını besleyen İvriz Kaynağı 18 ^{o}C sıcaklığında olup, debisi 5644 l/s'dir. İvriz sulaması tahliye kanalı ile suları Akgöl'e ulaşmaktadır. Bu miktar sulama mevsimi dışında 0.5 m^3/s'ye düşerken, sulama mevsiminde 1 m^3/s'ye ulaşmaktadır (Akkuş ve ark. 1998).

Akgöl'deki saha çalışmaları sırasında, Tatlıkuyu Köyü sınırları içerisinde bulunan, kuyudan çıkan suyun kalitesi oldukça iyidir, yaklaşık 15 Fr. sertliğine sahip olup, alandaki tuzluluktan etkilenmemiştir.

- Göller ve Akgöl' ün hidrolojik özellikleri

Akgöl talveg kotu 995 m olup, 997 m'de alanı 15 km^2, 1000 m'de alanı 192 km^2 olmaktadır. Göl seviyesindeki değişiklikler, beslenme ve boşalma unsurlarına göre değişmektedir. Akgöl'ün güneyinde doğal bir setle ayrılan karstik Düden Gölü yer alır. Düden Gölü günümüzde tamamen kurumuş haldedir.

Akgöl'ün göl sahası beslenme ve boşaltma unsurlarına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Akgöl'ün beslenme unsurları olarak yağış, yer altı suları, akarsular, kaynaklar ve atık sulardır.

Beslenme unsurları:

Yağış, Akgöl'ün beslenmesinde temel unsurlardan birisidir. Akkuş ve ark. (1998)'na göre en yağışlı aylar Mart (32.2 mm), Nisan (44.2 mm) ve Mayıs (39.7 mm) ayları, en az yağışlı aylar Temmuz (4.8 mm) ve Ağustos (5.5 mm) aylarıdır. Ancak, Çizelge 3.1. incelendiğinde bölgede en yüksek yağışın Haziran ayında olduğu görülmekte, Mart ayında şaşırtıcı derecede bir düşüş göze çarpmaktadır. Yer altı suları, Akgöl'ün beslenmesinde temel unsurlardan birisi olup, özellikle Akgöl'ün kuzeyinde Tatlıkuyu Köyü yakınlarında su bulunduran serbest akiferlerin kalınlığı

300 m'ye ulaşmaktadır. Yer altı suyuna sondaj kuyuları ile inilebilmektedir (Akkuş ve ark. 1998), fakat son yıllarda bölgede yer altı suyu seviyesi oldukça düşmüştür.

Akarsular, barajlarda tutulmaktadır. Son yıllarda yaşanan kuraklık sebebiyle barajlarda tutulan su miktarı tarım alanlarının sulamasına dahi yetmemektedir. Bu yüzden akarsular Akgöl'e ulaşmamaktadır. Bu nedenle, artık Akgöl'ün beslenmesinde bir unsur değillerdir.

Akgöl içerisinde çıkan ve debisi zamana göre değişen kaynaklar, gölün beslenmesinde önemlidir (Akkuş ve ark. 1998), ancak alandaki aşırı su kaybı için yeterli değillerdir.

Atık sular, Akgöl'ün en önemli beslenme unsurlarıdır. Atık sular, Akgöl'e Karaman-Deliçay Ana Tahliye Kanalı, Ağızboğaz Tahliye Kanalı ve Ereğli Ana Tahliye Kanalı olmak üzere üç yolla ulaşır (Akkuş ve ark. 1998). Günümüzde, Ereğli Ana Tahliye Kanalı dışında aktif kanal yoktur, yani alanı besleyen tek kanaldır. Bu kanal, Ereğli ilçesinin evsel ve endüstriyel atık sularını Akgöl' e taşımaktadır. Son yıllarda yaşanan kuraklık sebebiyle, tahliye kanalındaki atık su bile tarımsal alanlarda sulama için kullanılır olmuştur, bu yüzden alana giren atık su miktarı sürekli düşmektedir.



Şekil 3.2. Günümüzde tamamen kurumuş halde bulunan Düden Gölü

Boşalma unsurları:

Buharlaşma, göl sularına su kaybettiren en önemli unsurdur. Özellikle yağışın az olduğu yaz aylarında buharlaşma artmaktadır. Akgöl'de yapılan bir çalışmada, yağış ve buharlaşma dikkate alınarak Thornthwaite formülüne göre su bilançosu ve diyagramı çıkarılmış; havzada kış döneminde su ihtiyacının olmadığı, su ihtiyacının ilkbaharda artmaya başlayıp, Temmuz ve Ağustos aylarında maksimuma ulaştığı, özellikle Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su eksikliği görülürken, aynı aylarda yağışın minimum olduğu, bu durumunda Akgöl'ün hidrolojik özelliklerini etkilemekte ve göldeki su seviyesinin düşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Akkuş ve ark. 1998).

Düden Gölü, Akgöl'ün güneyinde yer alır. Akgöl'ün fazla sularını bir ölçüde tahliye etmeye yarar (Akkuş ve ark. 1998). Günümüzde, Düden Gölü ile Akgöl arasındaki bağlantı tamamen kesilmiş durumdadır. Düden Gölü, Şekil.3.2.'de görüldüğü gibi tamamen kurumuş haldedir.

- Bataklıklar

Kapalı havza olan Akgöl taban arazilerinin drenaj yetersizliği ve tahliye imkanlarının kısıtlı olması nedeniyle bazı bataklık sahaları oluşmuştur. Akgöl su yetersizliği ve kuraklık nedeniyle bataklık karakteri kazanmaktadır. Bataklık alanlar, Sazgeçit, Çiller, Adabağ, Gölbaşı mevkilerinde ve Düden Gölü civarında yer alır. (Akkuş ve ark. 1998)

- Hidrolojik müdahaleler

Akgöl, 20.yüzyılın başlarında 21500 ha'lık büyüklüğü ile Türkiye'nin en büyük sulak alanlarından birisi iken, 1950'li yıllarda sıtma ile mücadele ve tarımsal amaçla kullanım gibi nedenlerle kurutulmaya başlanmış ve 1974 yılına gelindiğinde sulak alanın büyüklüğü 7000 ha'a düşmüştür (Ceyhan ve ark. 2001). 1980'li yıllarda

sazlıkları besleyen İvriz, Ayrancı ve Karaman dereleri üzerine barajların yapılması ile, sulak alan küçüldükçe küçülmüş ve son yıllardaki kuraklıklarla, 1998 yılında 2000 ha'ın altına düşmüştür (Akkuş ve ark. 1998).

3.1.1.4. Jeoloji

Akgöl havzası eski jeolojik devirlerde Akdeniz Jeoseklinalinin zeminini teşkil etmektedir. Üst Miosen'de Akdeniz Toroslarının su yüzeyine çıkması ile güneyle bağlantısı kesilmiş, kuzeyde kalan iç deniz fasiyesine bürünmüştür. Konya-Ereğli Ovasını kaplayan göl günümüzde en alçak noktada Akgöl olarak kalmıştır. Akgöl'ün batısı kuzeyi ve kuzeydoğusu alüvyal topraklar, güneyi çıplak kayalar, doğusu ise kahverengi topraklardan oluşmaktadır (Akkuş ve ark. 1998).

3.1.1.5. Flora ve fauna

Alan İrano-Turanien floristik bölgesi içindedir. Bu yüzden zengin bir bitki örtüsüne sahiptir.Zonlaşma dışarıdan içeriye doğru şöyledir: *Artemisia santonicum* birliği, *Tamarix parviflora* birliği, *Frankenia hirsuta* birliği, *Juncus maritimus* birliği, *Salsola ruthenica* birliği, *Suaeda altimissa* birliği, *Phragmites australis* birliği. *Phragmites australis* (Kamış) birliği göl içi son bitki sınırını teşkil eder. Bir çok kuş türüne barınma imkanı sağlar (Ceyhan ve ark. 2001).

Bölgenin sulak alan ekosistemi olması itibariyle bir çok kuş türü yaşamaktadır. Akgöl ve çevresinde yer alan sazlık ve bataklıklar, çayırlar ve geniş bozkırlarda değişik türden çok sayıda su kuşu kuluçkaya yatmakta, beslenme ve konaklama imkanı bulmaktadır. Göçmen kuşların göç yolu güzergahı üzerindedir. 1987'de yapılan ornitolojik araştırmada 200'den fazla kuş türü gözlemlenmiştir. Ancak, 2002-2003 yıllarında yapılan gözlemlerde, geçmişte önemli sayılarda üreyen ve alana ÖKA statüsünü kazandıran türlerden hiçbirine rastlanmamıştır (Erdem 2003). Bazı

önemli kuş türleri aşağıdadır:

Pelecanus onocrotalus (Ak Pelikan), *Pelecanus crispus* (Tepeli Pelikan), *Phalacrocorax pygmeus* (Küçük Karabatak), *Ardeola ralloides* (Alaca Balıkçıl), *Plegadis falcinellus* (Çeltikçi), *Platalea leucorodia* (Kaşıkçı), *Phoenicopterus ruber* (Flamingo), *Oxyura leucocephala* (Dikkuyruk), *Tadorna ferruginea* (Angıt), *Anas strepera* (Boz Ördek), *Marmaronetta angustirostris* (Yaz Ördeği), *Netta rufina* (Macar Ördeği), *Aythya nyroca* (Pasbaş Patka), *Falco naumanni* (Küçük Kerkenez), *Grus grus* (Turna), *Charadrius leschenaultii* (Büyük Cılıbıt), *Vanellus spinosus* (Mahmuzlu Kızkuşu), *Himantopus himantopus* (Uzunbacak), *Recurvirostra avosetta* (Kılıçgaga), *Glareola pratincola* (Bataklık kırlangıcı), *Sterna albifrons* (Küçük Sumru) (Erdem 2003).

Şekil 3.3.'te Akgöl ekolojisinde büyük bir yer tutan kuşlar (flamingo, pelikan v.b.) görülmektedir.



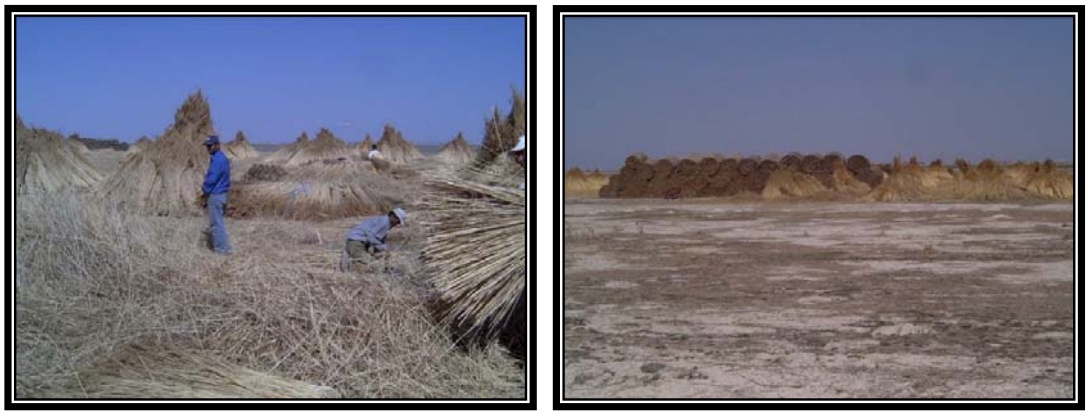
Şekil 3.3. Akgöl'de kuşlar

3.1.1.6. Sosyo-ekonomik yapı

2000 yılı Genel Nüfus Sayımı sonuçlarına göre, Akgöl'ün çevresindeki ilçelerden Ayrancı'nın nüfusu 13.290 olup, ilçe merkezi nüfusu 3132'dir. Ereğli 145.528 nüfuslu olup, ilçe merkezi nüfusu 82.633'tür. Akgöl çevresindeki köyler ise Ambar, Kavuklar, Tatlıkuyu, Adabağ, Böğecik ve Sazgeçit'tir. Akgöl çevresindeki köylerin nüfuslarının oldukça az olması, bu köylerin ekonomik potansiyelinin düşük olmasına bağlı olarak göç vermelerine bağlıdır (Akkuş ve ark. 1998).

Ayrancı ilçesinde küçük sanayi işletmeleri dışında her hangi bir sanayi yatırımı yoktur. Ambar, Böğecik, Ağızboğaz ve Üçharman köylerinde kum ve taş ocağı işletmeleri vardır.

Ereğli ilçesi ise Ayrancı'ya göre daha gelişmiştir. İlçede 2003 yılı itibariyle biri kamuya, 89'u özel sektöre ait olmak üzere toplam 90 adet orta ve büyük ölçekli sanayi tesisi mevcuttur. Bu tesislerin 26'sı OSB bölgesinde faaliyet göstermektedir Sanayileşmedeki artış ve talep nedeniyle ikinci bir Organize Sanayi Bölgesi kurulması planlanmaktadır (www.eregli-konya.gov.tr)



a. Ayrılıp bağlanan saz bitkileri b. İhracat için hazırlanan saz bitkisi sapları

Şekil 3.4. Saz kesiminin ekonomik önemi

Tarım, bölgedeki en önemli sektördür. Buğday, şeker pancarı, meyve ve sebze başlıca ürünlerdir. Göl çevresindeki köylerde küçükbaş hayvancılığı yaygın olmakla

beraber, büyükbaş hayvancılığıda yapılmaktadır. Bu yüzden göl çevresindeki meralarda aşırı derecede otlatma yapılmakta, bu da zaten kötü durumda olan otlakların bozulmasına ve fakirleşmesine yol açmaktadır (Akkuş ve ark. 1998).

Sulak alana bağlı olarak yapılan bir diğer ekonomik etkinlik ise saz kesimidir. Bölgede kesilecek saz miktarı, her yıl Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından belirlenmektedir. Her yıl kesim sadece Kasım ve Aralık aylarında yapılmaktadır. Alandaki toplam sazların dörtte biri münavebeli (değişimli) olarak kesilmektedir. Kesilen sazların tamamı ihraç edilmekte olup, dekoratif ve izolasyon malzemesi olarak kullanılmaktadır.

3.1.2. Alanın statüleri

Akgöl ve çevresi, 1992 yılında Doğal Sit Alanı, 1995 yılında ise Tabiatı Koruma Alanı olarak ilan edilmiştir. Tabiatı Koruma Alanı 6787 ha 'dır. Konya Milli Parklar Başmühendisliği'nin görev alanı içerisinde yer alan, büyük bir flora ve faunayı barındıran sazlıktır. Akgöl ve çevresi, ihtiva ettiği su kuşu türlerinin çeşit ve miktar itibariyle zenginliği ve içlerinde nesli tehlikeye düşmüş veya düşebilir türlerin mevcudiyeti ile ulusal ve uluslar arası öneme haiz olup, ülkemizin A tipi sulak alan ekosistemleri arasında yer alır.

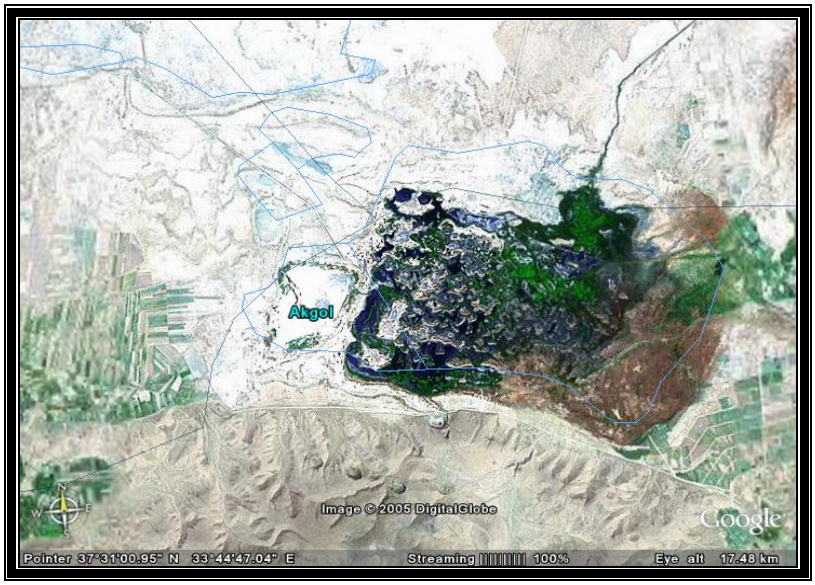
3.1.3. Alanda yaşanan çevre sorunları ve nedenleri

Akgöl ve çevresinde yaşanan problemler, doğal ve antropojenik nedenler bakımından aşağıdaki şekilde incelenebilir.

3.1.3.1. Doğal nedenler

Akgöl ve çevresi erozyona açık bir havza karakteri taşımaktadır. Erozyon ile Düre Dağından gelen sedimentlerle göl tabanının dolması, göl sahasının sığlaşmasına ve daralmasına sebep olmaktadır (Akkuş ve ark. 1998).

Akgöl'de yaşanan en büyük çevre sorunu; su seviyesinin azalması ve su ile kaplı alanların azalmasıdır. Su seviyesinin azalmasında en önemli etken, atık su kanalı dışında Akgöl'ü besleyen kaynağın olmamasıdır. İkinci önemli etken ise, tamamen iklimsel özelliklere bağlı olarak yıllık yağış durumu ve buharlaşmadır. Son yıllarda İç Anadolu Bölgesinde gittikçe artan kuraklaşma Akgöl ve çevresini de etkilemektedir.



Şekil 3.5. Akgöl' ün uydu görüntüsü (www.earth.google.com)

Şekil 3.5.'de verilen uydu görüntüsünde su çekilen alanların Akgöl'ün güneyine doğru arttığı, kuzeyinde ve kuzey doğusunda bir miktar su kütlesinin kaldığı görülmektedir. Buna göre, Akgöl'de sular özellikle kuzey doğuya doğru artmaktadır. Çünkü atık su taşıyan Ereğli Ana Tahliye Kanalı, Akgöl'ün kuzey

doğusundan giriş yapmaktadır ve göle atık sularını boşaltmaktadır. Akgöl'ün kuzey doğusundan giriş yapan atık sular, sazlıklar arasından geçerek güneye ve güney batı yönüne hareket etmektedir. Alandaki gözlemler bu olayı doğrulamaktadır.

Akgöl ve çevresinde, Thornwaite formülüne göre hazırlanan su bilançosu ve grafiğinden Haziran-Ekim ayları arasındaki uzun devredeki su eksiği, gölün seviye değişikliklerinde etkendir ve en fazla buharlaşma Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındadır (Akkuş ve ark. 1998).



Şekil 3.6. Akgöl'de kuraklık nedeniyle su çekilmesi

Şekil 3.6. ve Şekil 3.7.'de verilen fotoğraflar sırasıyla 2005 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında çekilmiştir. Temmuz ayında su çekilmesi artarken, Ağustos ayında gölün tamamen kuruduğu görülmektedir. Bu nedenle Ağustos ayı için Akgöl' den su kalite parametrelerinin tayini için numune alınamamıştır. Fakat, alandaki en hayati problem olan buharlaşma nedeniyle su çekilmesi ve başka kaynaklardan alana su beslenememesinin etkileri daha net gözlemlenmiştir.



Şekil 3.7. Tamamen kurumuş haldeki Akgöl

Ağustos ayında atık su kanalı girişinin bile kuru olduğu görülmüştür (Şekil 3.8.). Bu son derece vahimdir, çünkü kanaldaki su geçtiği köyler boyunca, artan kuraklık ve sulama maliyetleri gibi nedenlerle tarımsal sulama amaçlı olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Ereğli Ana Tahliye Kanalının Akgöl'e karıştığı noktadaki kurumuş hali

3.1.3.2. Antropojenik nedenler

Akgöl'de insan müdahaleleri sonucu yaşanan çevre sorunları ise şunlardır:

Ereğli'den gelen evsel ve endüstriyel atık suların arıtıma tabi tutulmadan Ereğli Ana Tahliye Kanalı ile göle deşarj edilmesi Akgöl'deki en önemli çevre poblemidir (Akkuş ve ark. 1998, Ceyhan ve ark. 2001, Söyleyici 2003, Tekin 2004).

Ereğli Belediyesi'nin mevcut bir arıtma tesisi henüz yoktur, Organize Sanayi Bölgesindeki fabrikaların ise bir kısmının arıtması mevcut olup, bunların bazılarının ise istenen arıtma verimlerinde çalışıp çalışmadığına dair yeterli bilgi yoktur. Ereğli' nin evsel ve endüstriyel atık sularını taşıyan Ana Tahliye Kanalı, atık sularını Akgöl'e boşaltmaktadır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Ereğli Ana Tahliye Kanalının Akgöl'e karıştığı nokta

Akgöl'ü besleyen başka su kaynağı olmaması nedeniyle, günümüzde alanı besleyen tek kaynak konumuna gelmiştir (Akkuş ve ark. 1998, Ceyhan ve ark. 2001). Ereğli'deki endüstriyel gelişmeye paralel olarak; Ereğli Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren fabrikaların sayıları gün geçtikçe artacak ve kanala boşaltılan atık su miktarı ve çeşidi artacaktır. Çünkü parsellerin tamamı satılmış olup, proje ve inşaat aşamasında bir çok tesis bulunmaktadır. Ereğli Organize Sanayi Bölgesindeki

tesisler ile ilgili bilgiler Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'te görülmektedir (www.eregli-konya.gov.tr).

Çizelge 3.2. Ereğli O.S.B.'de faaliyet gösteren işletmelerin sektörel dağılımı (www.eregli-konya.gov.tr)

SANAYİ TESİSLERİ	**ADET**
TEKSTİL VE İPLİK DOKUMA	2
SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ	8
YAPI ELEMANLARI	1
TAHIL VE YEM ÜRÜNLERİ	2
UN VE GOFRET ÜRETİMİ	1
ZİRAAT VE OTO YAN ALETLERİ	2
GIDA PAKETLEME	3
PVC PENCERE	2
ISICAM ÜRETİMİ	1
ORGANİK GÜBRE	1
SOĞUK HAVA DEPOSU	1
MOBİLYA AKSESUAR	1
PEKMEZ VE ŞEKERLEME	1
TOPLAM	**26**

Çizelge 3.3. Ereğli O.S.B.'de parsellerin sektörel dağılımı (www.eregli-konya.gov.tr)

SANAYİ SEKTÖRÜ	**ADET**
TEKSTİL VE DOKUMA SANAYİ	4
SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ	20
ET VE ET ÜRÜNLERİ	1
ET VE SÜT ÜRÜNLERİ	1
PAKETLEME VE AMBALAJ	8
OTO YAN SANAYİ	5
UN VE YEM ÜRÜNLERİ	3
MOBİLYA	2
KONSERVE VE GIDA	2
YAPI ELEMANLARI	2
İŞ MAKİNELERİ	1
PVC DOĞRAMA	3
SOĞUK HAVA TESİSİ	1
TOPLAM	**53**



Şekil 3.10. Akgöl'de kaçak avlanma işaretleri

Su rejimine yapılan müdahaleler (gölü besleyen su kaynakları üzerinde İvriz, Ayrancı, Gödet, İbrala ve Deliçay Barajlarının yapılması) ile sulak alanın beslenememesi, kontrolsüz olarak yapılan avcılık nedeniyle kuş populasyonunun zarar görmesi, kontrolsüz olarak elle ve makine ile yapılan saz kesimi, sazlıkların yakılması, tarım arazilerinden gelen drenaj sularının pestisit ve gübre etkisiyle kirlenmesi ve su çekilmesi olan dönemlerde tarım yapılması, balık populasyonunun ve uluslar arası ornitolojik (kuş gözlemi ve bilimi) öneme haiz kuş populasyonunun kirlenme nedeniyle bölgeyi terk etmesi, alanda aşırı otlatma nedeniyle doğal bitki örtüsünün yok olması nedeniyle su ve rüzgar erozyonuna neden olması gibi diğer önemli antropojenik kökenli problemlerdir (Akkuş ve ark. 1998, Ceyhan ve ark. 2001, Söyleyici 2003, Tekin 2004).

Şekil 3.10.'daki fotoğrafta görülen av fişeği, alana yapılan ziyaretler sırasında bilinen belirli bir bölgede Nisan ayında görülmemiş, fakat Mayıs ayında görülmüş ve kaçak avcıların, bölgeyi avlanma zamanı olmamasına ve korunan bir alan olmasına rağmen ziyaret ettiklerinin bir kanıtı olarak çekilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Alandaki çalışmalar öncesinde yapılan işlemler

Çalıştığımız alanın özellikleri, bir yıl öncesinden başlayarak alan ziyaretleriyle araştırıldı. Suyun miktarı ve iklimsel değişimleri, alandaki bitkiler ve kuşlar gibi canlılar gözlendi. Alanla ilgili önceki çalışmalar incelenerek, araştırıcıların tavsiyeleri incelendi. Alana ulaşım için gerekli destek, analizler için gerekli cihaz, kimyasal maddeler ve kitler temin edildi. Bölge ile ilgili yapılmış güncel bir haritanın temin edilememesi ve temin edilen haritada, zaman içinde su ile kaplı alanların miktarının değişmesi nedeniyle 1/100.000'lik bir haritadan sayısallaştırma yapılarak kullanılmaya karar verildi.

3.2.1.1. Akgöl'ün haritasının sayısallaştırılması

Bu amaçla, MAGELLAN SPOR-TRAK MAP marka bir GPS aleti ile belirlenen koordinatlar, 1/100.000 'lik harita üzerinde işaretlendi ve scanner ile taranarak NETCAD programı ile ± 29.5 metre hata ile koordinatlar yerleştirildi, daha sonra MAPINFO 6.0 programı kullanılarak harita dijitalleştirildi. Haritanın sayısallaştırlması konusunda Karaman Medaş İşletme Müdürlüğü teknik elemanlarından teknik yardım alındı.

3.2.1.2. Sulak alanlar ve su kirliliği ile ilgili yasal düzenlemelerin araştırılması

Ülkemizde sulak alanlarla ilgili olarak yapılan en önemli düzenleme, Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'dir (Anonymous 2005). Bu yönetmelik, Ramsar

Sözleşmesi çerçevesinde uluslararası öneme sahip olsun veya olmasın tüm sulak alanlar ile bu alanlarla ilişkili habitatların korunması ve akılcı kullanımı, sulak alanların yönetimi ile Ulusal ve Yerel Sulak Alan Komisyonlarına ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır. Yönetmelik yedi bölüm ve eklerinden oluşmaktadır: Birinci bölümde amaç, kapsam, hukuki dayanak ve tanımlar, ikinci bölümde koruma, kullanım ilkeleri ve yasaklar (koruma ilkeleri, kurutma ve doldurma, kum alımı, turba çıkarılması, saz kesimi, yabani bitki ve hayvan türlerinin toplanması, yabancı türler, ağaçlandırma, atık su deşarjı, çöp-moloz-hafriyat-dip tarama ve proses artığı çamurları ve yapay sulak alanların kullanımı), üçüncü bölümde koruma bölgelerinin tespiti ve uygulama esasları, dördüncü bölümde Ramsar alanlarının ilanı ve yönetim planları, beşinci bölümde Ulusal Sulak Alan Komisyonu, görevleri, çalışma usul ve esasları, altıncı bölümde Yerel Sulak Alan Komisyonu, görevleri, çalışma usul ve esasları ve yedinci bölümde çeşitli hükümler bulunmaktadır. Yönetmelikte hüküm bulunmayan hallerde; 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu (Anonymous 1983), 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu (Anonymous 2003), 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu (Anonymous 1983) ve 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu (Anonymous 1971). Sulak alanlarda su kalite standartlarını içeren bir düzenleme içermemektedir.

Araştırma alanımız Akgöl, bir sulak alan ekosistemi olup; mağruz kaldığı problemlerden biri de, evsel ve endüstriyel atık su deşarjıdır. Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nin, ikinci bölüm ve 14. maddesi atık su deşarjları ile ilgili olarak Su Kirlililiği Kontrolü Yönetmeliği (Anonymous 2004) ile su ürünleri üretim sahalarında ise Su Ürünleri Yönetmeliği (Anonymous 1995) hükümlerinin geçerli olduğunu belirtmektedir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde, kıta içi su kaynağı: Karalarda bütün yapay ve doğal yer altı ve yüzeysel suları, denizle bağlantısı olan su kaynaklarında ise, tatlı su sınır noktasına kadar olan suları ifade etmektedir. Devlet Planlama Teşkilatı tarafından "Ulusal Çevre Eylem Planı" çerçevesinde yapılan bir çalışmada, kıta içi su kaynakları, sulak alanlar ve içme suyu kaynakları alt başlıklarıyla incelenmektedir (Anonymous 1997). Yani, sulak alanlar en önemli kıta içi su kaynakları konumundadır. Bu nedenle, alandaki su kalitesini belirlemek için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri esas alınmalıdır (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonymous 2004)

	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)[a]	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)[a]	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl^-/L)	25	200	400[b]	> 400
6) Sülfat iyonu (mg $SO_4^=$/L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	0.2[c]	1[c]	2[c]	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na^+/L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri[d]				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr^{+6}/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F^-/L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl_2/L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg $S^=$/L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000[e]	1000[e]	1000[e]	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

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

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH_3–N/L değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e) Bor'a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

3.2.1.3. Analiz edilecek parametrelerin tespiti

Akgöl'deki bazı su kalite parametrelerinin araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada, göl suyundan alınan numunelerde çalışılacak parametreler: Çizelge 3.4.'te verilen Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, Su Kalite Parametreleri A (Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler), C (inorganik kirlenme parametreleri) ve D (Bakteriyolojik parametreler) bölümlerinden alınmıştır. Çünkü bulunan sonuçların yorumu, Çizelge 3.4.'e göre yapılacaktır. B (Organik parametreler) grubu ise, yeterli teknik imkanların olmaması ve analiz maliyetleri gibi nedenlerle bu çalışma kapsamına dahil edilmemişlerdir.

A ve D grubu parametrelerin tamamı, C grubu parametrelerden Civa, Krom (Cr^{+6}), Siyanür, Florür, Serbest klor ve Sülfür dışında tamamı analiz edilecek parametreler kapsamına alınmıştır. Ayrıca, Ag, Bi, V, Ga, In ve Tl çalışılmıştır.

3.2.2. Akgöl suyunda bazı su kalitesi parametrelerinin örneklenmesi

3.2.2.1. Örnekleme stratejileri

Akgöl'deki su kalitesi parametrelerinin örneklenmesinde, 2004 yılında alana yapılan ziyaretler sırasında su çekilmelerinin miktarının aydan aya değiştiği ve iklimsel değişikliklere bağlı olarak değişebildiği gözlemlenmiştir. Bu yüzden su çekilmesine bağlı bir strateji yürütülerek, araştırma sahasında su bulunan yerlerden ve su kalitesinin bölge içindeki değişimini karakterize edecek şekilde örnekleme yapılması uygun bulunmuştur. Bu nedenle, örnekleme yapılan istasyonlar her ay farklı şekilde belirlenmiştir.

Araştırma sahasındaki mevcut bataklıklar, çalışma sırasında büyük sorun olmaktadır. Ocak, Şubat ve Mart aylarında çok soğuk hava koşulları hüküm sürdüğünden ve arazi araçlarıyla bile sahada batmadan hareket imkanı

bulunmadığından dolayı, örnekleme sıklığı stratejisi; Nisan ayından, alanda su bulunan en son aya kadar olarak belirlenmiştir.

3.2.2.2. Örnekleme sıklığı

Araştırma sahasında, örnekleme yapılmaya Nisan 2005 ayında başlanmıştır. Bundan sonraki örneklemeler arasında yaklaşık birer aylık periyotlar bulunmaktadır. Akgöl'e gidiş için gerekli koordinasyonlar, Karaman İl Çevre ve Orman Müdürlüğü ile yapılmıştır. Dolayısıyla, uygun araç ve şoför temini gibi sebeblerle; öngörülen tarihlerde birkaç günlük oynamalar olmuştur. Toplam dört aylık bir periyot içerisinde örneklerin alındığı tarihler ise şu şekildedir: 07.04.2005, 03.05.2005, 09.06.2005, 14.07.2005 ve 04.08.2005 (Alanda su olmadığından numune alınmamıştır).

3.2.2.3. Örnekleme yapılması

Akgöl'de fiziksel ve kimyasal analizler, ağır metaller ve bakteriyolojik parametreler için su numunelerinin alınmasında, öncelikle Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği (Anonymous 1991) ile Gıda Maddeleri ve Sulardan Numune Alma Rehberi'nden (Anonymous 1980) faydalanılmıştır. Bazı parametrelerin ölçümleri sahada yapılmıştır.

Numune alımı için her periyotta 5 nokta belirlenmiştir. Numuneler, suyun yüzeyinden 15-20 cm derinlikten alınmıştır. Numuneler, kıyıdan yaklaşık 10-15 m içeriden alınmıştır. İstasyonlar arasındaki mesafelerde göz önüne alınarak, seri şekilde numuneler alınmış; böylece, suyun sıcaklığından dolayı farklı sonuçların elde edilmesi olasılığı minimum düzeyde tutulmaya çalışılmıştır.

- Fiziksel ve inorganik-kimyasal analizler için örnekleme

Fiziksel ve kimyasal parametrelerin örneklenmesi amacıyla, Karaman İl Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürlüğü'nde önceden 1:1 HNO_3-Su ile muamele edilmiş ve sonra saf su ile iyice yıkanmış 1000 ml'lik pet şişeler kullanılmıştır. Böylece, kirli pet şişelerden kaynaklanacak olası hataların daha başında önüne geçilmiştir.

- İnorganik kirlenme parametrelerinin analizleri için örnekleme

İnorganik kirlenme parametrelerinin örneklenmesi amacıyla, Karaman İl Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürlüğü'nde önceden 1:1 HNO_3-Su ile muamele edilmiş ve sonra saf su ile iyice yıkanmış 1000 ml'lik pet şişeler kullanılmıştır.

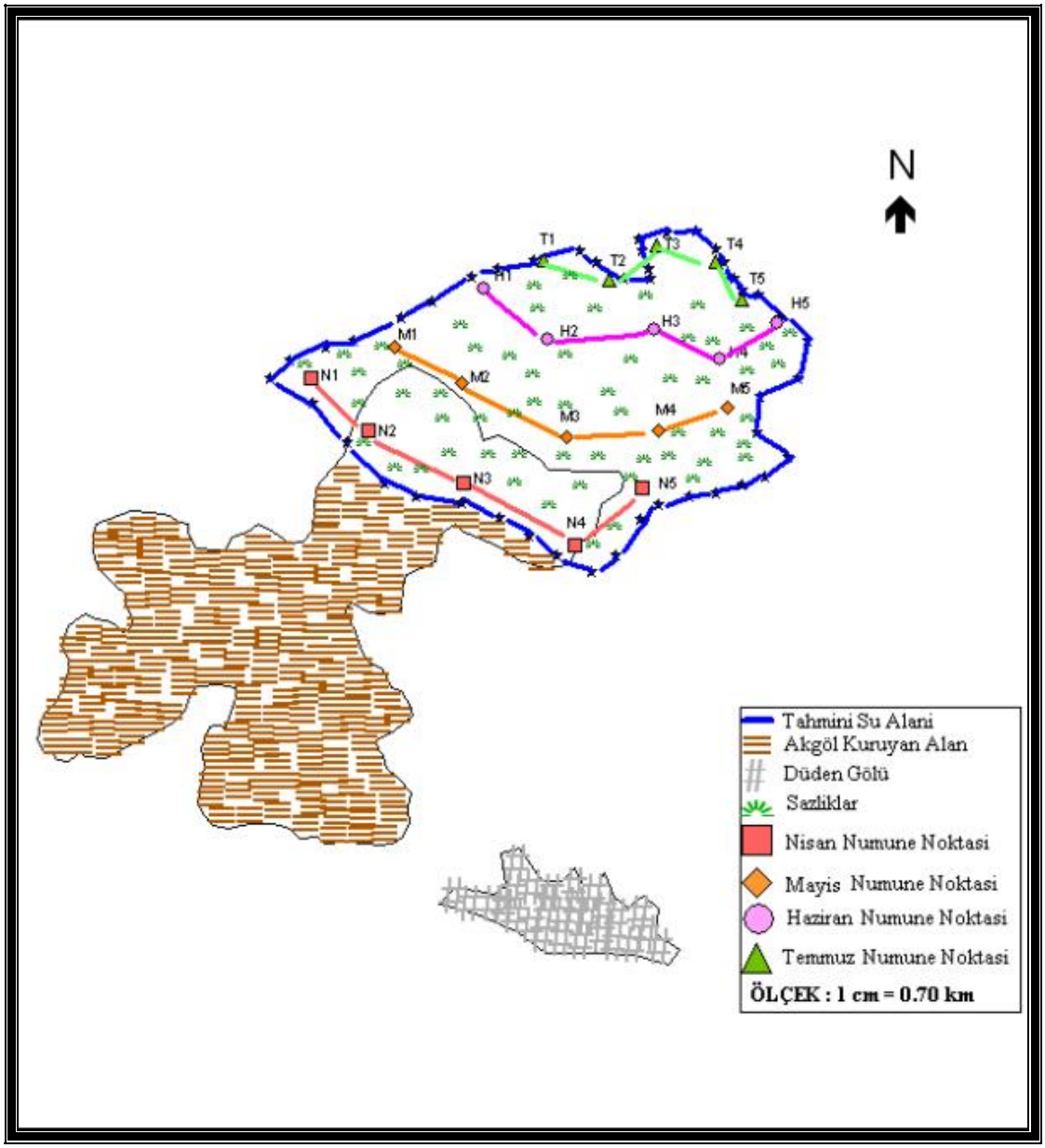
- Bakteriyolojik parametrelerin analizleri için örnekleme

Bakteriyolojik parametrelerin tespiti amacıyla, sularda numune almak için steril bakteriyolojik su şişeleri kullanılmıştır. Bateriyolojik su şişeleri, steril 100 ml'lik cam şişeler olup; Karaman İl Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürlüğü tarafından temin edilmiştir. Bakteriyolojik numune alınırken, şişenin kapağı numune almadan önce açılmış, şişenin ağzı dikine olarak suya batırılıp, istenilen derinlikte dolabilmesi için şişe ağzı yukarıya çevrilmiş (Anonymous 1980), sonra mantarı kapatılmıştır.

3.2.3. Örnekleme yapılan noktalar

Akgöl'de örnekleme yapılması amacıyla seçilen noktalarda gözetilen en önemli

kriter, büyük su kütlelerinden oluşmuş olması ve böylece temsil ettiği varsayılan alanın daha büyük olması esasına dayanmaktadır. Bütün su kütleleri arasında ilişki mevcut olup, bazı alanlarda eğim, tabakalaşma gibi nedenlerden dolayı daha büyük su kütleleri birikmektedir.



Şekil 3.11. Akgöl'de su örnekleri alınan noktalar

Alanda çalışılan dönemlerin tamamında numuneler 5 farklı notadan alınmıştır. Su çekilmesine bağlı bir örnekleme yapılmış ve numune alımları güneyden kuzeye doğru yapılmıştır. Böylece her seferinde alandaki en uçtaki su kütlesinden numune alma imkanı doğmuştur. Şekil 3.11.'de Akgöl'de numune alınan noktalar gösterilmektedir.

Haritada mavi ile sınırları gösterilen Tahmini Su Alanı olarak tabir edilen alan; GPS cihazı ile alınan farklı koordinatların birleştirilmesinden bulunmuş, sadece Nisan ayına özgü tahmini bir sınırdır. Çünkü haritadan da net olarak görüleceği gibi Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında sular çekilmiştir. Noktalar arasındaki birleştirmeler (kırmızı, turuncu, pembe ve yeşil çizgiler) aynı zamanda tahmini olarak alandaki su çekilme miktarlarını ve çekilme sınırlarını göstermektedir.

Haritadan da görüleceği üzere, güneydeki Düden Gölü tamamen kurumuş haldedir. Akgöl'ün ise yaklaşık dörtte üçü tamamen kurumuş haldedir. Alanda su bulunan sahalar, Akgöl'ün kuzey doğusundadır.

Alanda örnekleme yapılan noktaların koordinatları Çizelge 3.5.'te verilmektedir.

3.2.4. Örneklerin saklanma ve analize alınma koşulları

Alınan numunelerden özellikle bakteriyolojik numuneler alındıktan sonra buz akülü kaplarda, diğer numuneler ise serin ortamlarda muhafaza edilerek analiz için 6 saat içerisinde laboratuvara ulaştırılmıştır. Tüm kimyasal numunelerde ilk önce renk tayini yapılmış, sonra 0.45µm por çaplı filtrelerden süzülerek, sadece su içindeki çözünmüş maddelerin konsantrasyonlarının belirlenmesi sağlanmıştır.

İnorganik kirlenme parametreleri için öncelikle numuneler 0.45 µm por çaplı filtrelerden süzülmüştür. Sonra toplam metallerin, özellikle ağır metallerin analizi için hizmet satın alınacağından, örneklere toplam metal tayini için 5ml/l HNO_3 ilavesi yapılarak, pH≤2'ye düşürülmüş ve +4 $^{\circ}$C'de buzdolabında analizleri yapılana kadar saklanmıştır. Tüm parametreler için saklama ve koruma ilkelerinde, literatürdeki yöntemlere (Şengül ve Türkman 1998) uyulmuştur.

Çizelge 3.5. Numune alınan yerlerin GPS koordinatları

AYLAR	ÖRNEKLEME NOKTALARI	UTM X	UTM Y
NİSAN	N1	565306.00	4155710.00
	N2	565875.00	4155053.00
	N3	567010.00	4154413.00
	N4	568200.00	4153700.00
	N5	569105.00	4154325.00
MAYIS	M1	566215.00	4155906.00
	M2	567010.00	4155512.00
	M3	568200.00	4154898.00
	M4	569211.00	4155050.00
	M5	570035.00	4155315.00
HAZİRAN	H1	567205.00	4156614.00
	H2	567880.00	4156035.00
	H3	569220.00	4156213.00
	H4	569912.00	4155911.00
	H5	570602.00	4156206.00
TEMMUZ	T1	567908.00	4156890.00
	T2	568710.00	4156725.00
	T3	569300.00	4157105.00
	T4	569910.00	4156885.00
	T5	570105.00	4156400.00

Şekil 3.11.'de Akgöl haritasının ölçeğe göre gerçek görüntüsü alana sığmadığı için % 90 oranında küçültülmüş görüntüsü verilmiştir.

3.2.5. Göl suyunun parametrik analizleri ve izlenen prosedürler

Bu kısımda çalışılan tüm parametrelerin su kirliliği açısından önemi ele alındıktan sonra; analizin yapıldığı yer ve analizinde uygulanan metodla ilgili bilgiler verilecek, daha sonra analiz materyali olarak kullanılan cihaz ve kit gibi malzemelerin ölçüm aralığı ve hassasiyetleri verilecektir.

3.2.5.1. Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler

- Sıcaklık (Su sıcaklığı)

Yüzeysel suların kalitesi açısından sıcaklık, çok önemli bir fiziksel parametredir. Su sıcaklığı ortamda gerçekleşen bir çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreci etkiler. Sudaki çözünmüş oksijenin azalması, suda yaşayan canlıları etkiler. Doğal koşullar altında yüzeysel suların sıcaklığı, meteorolojik etkenlerce belirlenir (Uslu ve Türkman 1987).

Yüzey sularının sıcaklığı normalde 0-30 ° C arasında değişir, kış ya da yağışlı periyotlarda minimum değerlere, yaz ya da kurak periyotlarda maksimum değerine ulaşır (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: Termometre. Sahada ölçüm yapılmıştır.
Analiz materyali: Hanna HI 98127 cep tipi pH ve sıcaklık ölçer
Ölçüm Aralığı ve Hassasiyeti: 5.0 -60.0 ° C ve ± 0.5 ° C

- pH

pH sudaki hidrojen iyonu molar derişiminin eksi logaritması olarak tanımlanır. pH aralığı 0-14 olup; 7'nin altı asidik, üzeri baziktir. pH su kalitesi değerlendirmelerinde en önemli parametre olup, sudaki bir çok kimyasal ve biyolojik süreci etkiler. Kirlenmemiş sularda pH prensip olarak, karbondioksit, karbonat ve bikarbonat iyonları ile humik asit, fulvik asit gibi doğal bileşikler arasındaki denge tarafından kontrol edilir. Bir su kütlesinin asit-baz dengesi, endüstriyel kirleticiler ve asit formundaki atmosferik çökelmelerle değişebilir. pH sıcaklığa bağlıdır, suyun sıcaklığı pH'ın değerinin doğru olarak belirlenmesi için önemlidir (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: H^+ elektrodu metodu. Sahada ölçüm yapılmıştır.

Analiz materyali: Hanna HI 98127 cep tipi pH ve sıcaklık ölçer

Ölçüm aralığı ve hassasiyeti : -2.0-16.0 ve ± 0.1

- Çözünmüş oksijen

Oksijen, doğal sularda suyun kendi kendine temizlenmesi işlevini gerçekleştiren organizmalar dahil, tüm sucul yaşam şekilleri için çok önemlidir. Doğal sularda oksijen miktarı; sıcaklık, tuzluluk, türbülans, alglerin ve bitkilerin fotosentez aktiviteleri ve atmosferik basınçla değişir. Yüksek organik madde ve nutrientler içeren atık deşarjları, organik maddelerin parçalanması boyunca meydana gelen mikrobiyal aktivitenin artmasına neden olur ve ortamdaki çözünmüş oksijen derişimini düşürür. Oksijen derişiminin doğal yada antropojenik sebeblerle aşırı düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin bir sonucu olarak sediment-su arayüzünde anaerobik koşullar meydana gelebilir (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz Metodu: Membran elektrot (Oksijen probu) metodu. Sahada ölçüm yapılmıştır.

Analiz materyali: Hanna HI 8043 Taşınabilir çözünmüş oksijen metresi. Sahada ölçüm yapılmıştır.

Ölçüm aralığı ve hassasiyeti: 0.00-19.99 mg/l ve ± %1.5

- Klorür (Cl^-) iyonu

Yüzeysel sulara klorür, doğal olarak sedimanter yapıda kayaların yıpranması ile denizel aerosollerin atmosferik çökelmeleriyle; antropojenik olarak endüstriyel ve evsel atık sular, tarımsal drenaj suları ve kış aylarında buzlanmayı önlemek için yollara dökülen fazla miktardaki tuzların taşınmalarıyla girer. Yüksek

konsantrasyonlardaki klorür, genellikle evsel sulardan kaynaklanan olası bir fekal bulaşmayı düşündürür (Chapman ve Kimstach 1996).

Klorür, klorun yükseltgenme hali olup, su ve atık sularda rastlanan en önemli anorganik anyonlardandır (Şengül ve Türkman 1998).

Analiz Metodu: Arjantometrik metod (Şengül ve Türkman 1998) ve merkürimetrik metod (Aquamerck® Chloride Test 1.11106.0001 Analiz Prosedürü)

İlk önce numunede arjantometrik metod ile klorür çalışıldı. Fakat numunelerdeki yüksek klorür miktarından dolayı, numuneler 1/50 oranında distile su ile dilue edilerek, Aquamerck® Klorür ölçüm seti (Set içinde; Reagent Cl-1, Reagent Cl-2 ve Reagent Cl-3 ile titrasyon pipeti bulunmaktadır), ile titrimetrik olarak belirleme yapıldı.

Merkürimetrik metodun prensibi kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Nitrik asitli bir çözelti içinde klorür iyonları, 1,5-difenilkarbazon indikatörüyle Civa (II) nitrat çözeltisiyle titre edilir ve bu süreçte az miktarda çözünmüş Civa(II) klorür oluşur.Titrasyon sonunda fazla civa(II) iyonları indikatörle reaksiyona girerek mavi-viyolet bir renk oluşturur. Sarfedilen titrasyon çözeltisinden klorür konsantrasyonu belirlenir (Aquamerck® Chloride Test 1.11106.0001 Analiz Prosedürü)

Analiz materyali: Araç ve gereçler, reaktifler ile Aquamerck® Chloride Test 1.11106.0001.

Ölçüm aralığı ve hassasiyet: 2-200 mg Cl^-/l

- Sülfat (SO_4^{-2}) iyonu

Sülfat, yüzeysel sulara doğal olarak denizel atmosferik çökelmelerle, sülfür bileşiklerinin yıkanmasıyla, sedimanter kayaların yıpranması ile alçıtaşı gibi sülfat mineralleri ile pirit gibi sülfür mineralleri; antropojenik olarak ise evsel ve endüsriyel atık sularla girer. Sülfat, anaerobik koşullar altında sülfatı, hidrojen sülfüre çeviren bakteriler tarafından oksijen kaynağı olarak kullanılır. Doğal sularda genelde 2-80

mg/l bulunur, fakat endüstriyel deşarj yapılan bölgelerde, alçıtaşı gibi sülfat minerallerince zengin bölgelerde ve kurak bölgelerde 1000 mg/l'nin üzerine çıkabilir (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: Gravimetrik metod (Şengül ve Türkman 1998)
Analiz materyali: Araç ve gereçler ile reaktifler
Ölçüm aralığı ve hassasiyeti: Relatif hata % 1.9

- Amonyum azotu (NH_4^+-N)

Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkilere sahip olup, en önemli etkileri; oksijen bilançosunun etkilenmesi, ötrofikasyon ve içme suyunun sağlıklı bir şekilde temininde oluşan hijyenik ve toksikolojik problemlerdir (Uslu ve Türkman 1987).

Amonyağın toksisitesi, onun kimyasal haline bağlıdır. Genellikle NH_3 konsantrasyonu, NH_4^+ şeklinde olmalı ve 0.1 ppm'den fazla olmamalıdır (Mutluay ve Demirak 1996). Sulu çözeltilerde, iyonize olmamış amonyak, amonyum iyonuyla dengededir ve toplam amonyak, iyonize olmamış amonyak ile amonyumun toplamıdır (Chapman ve Kimstach 1996).

Amonyak yüzeysel sularda, doğal olarak toprakta ve suda bulunan azotlu inoganik ve organik maddelerin, bitki artıklarının ve azot gazının sudaki mikroorganizmalar tarafından indirgenmesi ile atmosferik gaz değişimleri sonucu sularda meydana gelir. Antropojenik olarak ise, amonyak temelli endüstrilerin atık suları (Kağıt ve kağıt hamuru üretimi), evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı ile tarımda kullanılan aşırı gübrelerin yüzey sularına ulaşması sonucu sulara girer (Chapman ve Kimstach 1996).

Amonyum bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından absorblanır ve organik maddedeki azota dahil edilir. Amonyum nitrifikasyon prosesi boyunca önce nitrite sonra nitrata indirgenir (Gabor ve ark. 2004).

Analiz metodu: Fotometrik metod (Spectroquant® Ammonium Cell Test 1.14558.0001 Analysis Procedure)

Metodun prensibi kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Amonyum azotunun bir kısmı amonyum iyonlarından bir kısmı amonyaktan oluşur. İki form arasında pH'a bağlı bir eşitlik mevcuttur. Kuvvetli alkali çözeltilerde amonyum azotu, tamamen amonyak olarak bulunur ve hipoklorür iyonlarıyla monokloramin oluşturmak için reaksiyona girer. Bu reaksiyon dönüşümü esnasında fenol ile mavi bir indofenol oluşturur ve konsantrasyon fotometrik olarak ölçülür (Spectroquant® Ammonium Cell Test 1.14558.0001 Analiz Prosedürü).

Analiz materyali: Spectronic Unicam Hellios Aquamate UV-Visible Spektrofotometre, Aquamate Metod Diskleri ve Spectroquant® 1.14558.0001 Ammonium Cell Test kiti**.**

Ölçüm aralığı ve hassasiyeti: 712 nm ve 0.20-8.00 mg NH_4^+-N/l

- Nitrit azotu (NO_2^- -N)

Yüzeysel sularda nitrit, amonyak ve nitrata göre, yüzeysel sularda daha düşük derişimlerde bulunurlar. Bunun nedeni nitritin ortama göre gerçekleşen indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarının bir ara ürünü olmasıdır. Böylece nitrit ya oksitlenerek nitrata dönüşmekte yada indirgenerek amonyağa dönüşecektir. Ancak yeteri kadar nitrifikasyona uğramamış atık suların alıcı ortama verilmesi halinde, bu ortamlarda çok yüksek nitrit değerlerine rastlanması mümkündür (Uslu ve Türkman 1987).

Yüzey sularında nitrit ölçümü, nutrient durumunun ve organik kirliliğin bir göstergesi olduğu için yapılmaktadır. Tatlı sulardaki nitrit derişimleri genellikle 0.001 mg/l'nin altındadır ve nadiren 1.0 mg/l'ye ulaşır (Chapman ve Kimstach 1996).

Seçer'e (1997) göre, nitrifikasyon olayının ilk basamağında amonyak, *nitrosomonas* bakterilerinin aerob ortamda oksidasyonuyla, amonyağa göre genellikle daha zehirli olan nitrite dönüşür (Acu 2000).

Analiz metodu: Fotometrik metod (Spectroquant® Nitrite Test 1.14776.0001 Analiz Prosedürü)

Metodun prensibi kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Asidik çözeltide, nitrit iyonları sülfanilik asitle birlikte diazonyum tuzunu oluşturmak üzere reaksiyona girer ve N-(1-naftil) etilendiamin dihidroklorürle bir kırmızı-viyolet azo boyası oluşturur. Oluşan boya fotometrik olarak ölçülür (Spectroquant® Nitrite Test 1.14776.0001 Analiz Prosedürü).

Analiz materyali: Spectronic Unicam Hellios Aquamate UV-Visible Spektrofotometre, Aquamate Metod Diskleri ve Spectroquant® 1.14776.0001 Ammonium Cell Test kiti**.**

Ölçüm aralığı ve hassasiyeti: 0.005-1 mg NO_2^--N/l

- Nitrat azotu (NO_3^- - N)

Nitrat yüzeysel sulara doğal olarak, volkanik kayalar, toprak drenajları ve bitki ve hayvan artıkları ile ulaşır. Antropojenik olarak ise, evsel ve endüstriyel atık sular, çöp deponi alanlarından kaynaklanan sızıntılar ile tarımda kullanılan inorganik nitratlı gübrelerle yüzeysel sulara ulaşır. Nitrat, genellikle anaerobik koşullar altında, denitrifikasyon süreci ile biyokimyasal olarak nitrite indirgenebilir (Chapman ve Kimstach 1996).

Naiman ve ark.'na (1995) göre, içme suyundaki yüksek nitrat seviyesi insanlar için toksik olabilir ve methomoglobinemi ya da mavi bebek sendromu adı verilen hastalığa yol açar ki; bu hastalıkta kandaki hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesi sınırlanır (Gabor ve ark. 2004).

Analiz metodu: Fotometrik metod (Spectroquant® Nitrate Cell Test 1.14556.0001 Analiz Prosedürü)

Nitrat ölçümleri yapılmadan önce tüm numunelerde Merckoquant® Nitrate Test 1.10020.0001 Analitik test stripleri ile numunelerdeki muhtemel nitrat konsantrasyonu belirlenmiş (0-500 mg NO_3^-/l), ve sonra uygun oranlarda distile su

ile dilue edilerek Spectroquant® Nitrate Cell Test 1.14556.0001 kitleri ile fotometrik olarak tayini yapılmıştır.

Metodun prensibi kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Kuvvetli sülfürik asit çözeltisinde, mevcut olan Nitrat klorür iyonları rezorsinol ile kırmızı-viyolet renkli bir boya oluşturur ve fotometrik olarak ölçülür (Spectroquant® Nitrate Cell Test 1.14556.0001 Analiz Prosedürü)

Analiz materyali: Spectronic Unicam Hellios Aquamate UV-Visible Spektrofotometre, Aquamate Metod Diskleri ve Spectroquant® 1.14556.0001 Nitrate Cell Test kiti**.**

Ölçüm aralığı ve hassasiyet: 505 nm ve 0.10-3.00 mg NO_3^--N/l

- Fosfat fosforu (PO_4^{-3}-P)

Fosfor, doğal su kütlelerinin fertilizasyonunda (gübrelenmesinde) anahtar elemandır ve algal gelişme için sınırlayıcı nutrienttir (Uslu ve Türkman 1987).

Fosforun yüzeysel sulardaki doğal kaynakları, fosforlu kayaların sedimentleri ile organik maddelerin ayrışmasıdır. Evsel ve endüstriyel atık sular (özellikle deterjan içerenler) ile gübreler ise antropojenik kaynakları olup, fosfor derişiminin artışı ötrofikasyona neden olur (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: Fotometrik metod (Spectroquant® Phosphate Test 1.14848.0001 Analiz Prosedürü)

Metodun prensibi kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Sülfürik asitli çözeltide, ortofosfat iyonları molibdat iyonlarıyla molibdofosforik asit oluşturmak üzere reaksiyona girerler. Askorbik asit, molibdofosforik asiti fosfomolibden mavisine indirger ve fotometrik olarak ölçülür.

Analiz materyali: Spectronic Unicam Hellios Aquamate UV-Visible Spektrofotometre, Aquamate Metod Diskleri ve Spectroquant® 1.14848.0001 Fosfat test kiti.

Ölçüm aralığı ve hassasiyet: 710 nm ve 0.010-5.00 mg PO_4^{-3}-P/l

- Toplam çözünmüş madde

Toplam çözünmüş katı maddeler, çoğunlukla inorganik tuzlardan (kalsiyum, magnezyum, manganez, sodyum, potasyum ve diğer katyonların çoğunlukla karbonat, bikarbonat, klorid, sülfat, fosfat, nitrat tuzları) ileri gelmektedir. Nutrient kaynağı olan sedimentler, suda çözünmüş halde yada askıda katılar halinde bulunurlar. Sularda tuzluluğun artışı, renk değişimi ve bulanıklık gibi problemlere neden olurlar. Çözünmüş katı maddelerin fazla olması suyun kimyasal özelliklerini de değiştirir. Ozmotik basınçtaki artış, suda yaşayan canlılara zarar verebilir (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: Toplam filtre edilebilen katı madde yöntemi (Şengül ve Türkman 1998)

Kullanılan metodun doğruluğu yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri ile kontrol edilmiştir.

Çünkü elektriksel iletkenlik ile toplam çözünmüş katı maddeler arasında bir ilişki mevcuttur. Elektriksel iletkenlik ile 0.55-0.75 değerleri arasındaki bir faktörün çarpımı, toplam çözünmüş katı maddelerin miktarını bulmaya yardım eder. Sodyum ve klorür miktarı baskın ve yüksek sülfat konsantrasyonundaki sularda bu faktör 0.67 ’ye yakındır (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz materyali: Desikatör, filtre ve kuru hava sterilizatörü

Ölçüm aralığı ve hassasiyeti: Bir değer verilmemektedir.

- Renk

Yüzeysel sulardaki doğal sarı renk organik asitlerden ileri gelir ve sakıncalı değildir. Alıcı sularda renk, gün ışığını engelleyerek suya oksijen veren canlıların yaşamını etkilediği için istenmez (Yıldırım ve Uygan 1993).

Ferrik hidroksit ve humik asit gibi organik maddeler suya gerçek rengini

verirler. Kirlenmiş sular, daha belirgin görünen bir renge sahiptir (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: Standart renkte çözeltilerle mukayese yöntemi (Şengül ve Türkman 1998)

Analiz materyali: Standart renk çözeltileri

Ölçüm aralığı ve hassasiyeti: 70 Pt-Co birime kadar direk okuma

- Sodyum

Sodyum, yer yüzünde bol bulunan elementlerden olup, tüm doğal sularda oldukça yüksek miktarlarda sodyum ve sodyum tuzları olarak çözünmüş halde bulunur. Doğal yüzey sularındaki sodyum derişimleri, bölgesel jeolojik koşullar, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ve kışın yollara buzlanmayı önlemek için dökülen tuz miktarına bağlı olarak değişir. Sodyum, içme sularının uygunluğu yada tarımda kullanılan sulama suyunun kalitesi sebebiyle ölçülür. Çünkü, belirli toprak tiplerinde artan sodyum oranları su taşınımını kısıtlamak ve bitki gelişimini engellemek suretiyle toprak yapısını bozmaktadır (Chapman ve Kimstach 1996).

Analiz metodu: ICP-AES metodu. Hizmet satın alınarak, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından yapılmıştır.

Analiz materyali: Varian- Vista AXCCD Simultaneous ICP-AES cihazı

Ölçümde kullanılan dalga boyu: 588.995 nm

3.2.5.2. İnorganik kirlenme parametreleri

Bir su kütlesinin sucul yaşamı destekleme yeteneği, bir çok eser elementin uygun şekilde kullanımına bağlıdır. Mn, Zn ve Cu gibi bazı metallerin eser

derişimleri, canlılardaki fizyolojik fonksiyonları ve bir çok biyokimyasal sürecin düzenlenmesi açısından önemlidir. Yüzeysel sulara, toprak ve kayaların aşınmalarıyla ya da evsel, endüstriyel ve madencilik faaliyetleri gibi insani faaliyetlerle girerler. Suda çözünmüş halde, kolloidal ve askılı halde bulunurlar, insan sağlığı ve sucul ekosistem için ağır toksikolojik etkiler yapabilirler (Chapman ve Kimstach 1996).

GEMS "Global Environment Monitorig System" /WATER'a göre yüksek öncelikli metaller: Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn; USEPA'ya göre yüksek öncelikli metaller As, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Ni ve Zn'dir (Chapman ve Kimstach 1996).

Barth ve ark. (1965) ve Kalender'e (1993) göre, kirliligi oluşturan; krom, kurşun, bakır, demir, çinko, arsenik, civa, kadmiyum gibi agır metal iyonlarıdır. Özellikle metal kaplama ve demir çelik endüstrilerinden gelen atık sular içindeki agır metallerden kadmiyum, civa, kurşun ve krom besin zinciri ile girdikleri canlı bünyelerinden atılmadıkları için, canlılarda fizyolojik birikime neden olurlar. Bünyede belirli sınır konsantrasyonlarının aşılması halinde ise canlıda toksik etkiler söz konusu olur. Bu birikim sonucunda sularda yaşayan balıklar ve diger canlılar ölebilir ve hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanların olumsuz etkilere ugramaları söz konusudur (Aydın ve Yıldız 2004).

İnorganik kirlenme parametreleri kapsamında; kadmiyum, kurşun, arsenik, bakır, toplam krom, kobalt, nikel, çinko, demir, mangan, bor, selenyum, baryum, alüminyum, gümüş, vanadyum, bizmut, galyum, indiyum ve talyum parametreleri çalışılmıştır.

Analiz metodu: İnorganik kirlenme parametrelerinin tamamı için hizmet satın alınması yoluna gidilmiş ve analizler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından yapılmıştır.

Analizler, ICP-AES "Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry" metodu ile yapılmıştır. ICP-AES metodu kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Numuneler ICP-AES'e çözelti halinde verilir. ICP-AES cihazında çözelti halindeki maddeler gaz fazına geçer ve atomlarına ayrıştırılır. Gaz halindeki atomlar,

plazmada uyarılmış hale geçerler bir süre sonra da rezonans ışını yayarlar, oluşan rezonans ışını tespit edilerek ölçüm gerçekleştirilmiş olur (Aydın ve Yıldız 2004).

Analiz materyali: Varian- Vista AXCCD Simultaneous ICP-AES cihazı

Ölçümlerde kullanılan dalga boyları: Ölçümlerde kullanılan dalga boyları Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. ICP-AES ile yapılan analizler için çalışılan dalga boyları

PARAMETRE	DALGA BOYU (nm)	PARAMETRE	DALGA BOYU (nm)
Kadmiyum	228.802	Bor	249.772
Kurşun	220.353	Selenyum	196.026
Arsenik	188.980	Baryum	455.403
Bakır	222.778	Alüminyum	396.152
Krom (toplam)	267.716	Gümüş	328.068
Kobalt	238.892	Vanadyum	292.401
Nikel	231.604	Bizmut	223.061
Çinko	213.857	Galyum	294.363
Demir	238.204	İndiyum	230.606
Mangan	259.372	Talyum	190.794

3.2.5.3. Bakteriyolojik parametreler

Koliform bakteriler, dışkı ve lağım sularında çok fazla miktarlarda bulunmaları ve su içindeki çok düşük sayılarının (1 koliform/100 ml su) dahi tespit edilebilmeleri bakımından suyun fekal kontaminasyonunu gösteren en duyarlı indikatörlerdir (Eltem 1998).

Bakteriyolojik parametreler ile ilgili analizler, Karaman İl Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürlüğü teknik elemanları tarafından yapılmıştır. Bakteriyolojik

parametreler kapsamında Toplam koliform ve fekal koliform sayımları yapılmıştır.

Analiz Metodu: Analizler için Çoklu (Beşli) tüp fermentasyon tekniği kullanılmış olup literatürdeki (Akman 1961, Eltem 1998, Şengül ve Türkman 1998) yöntemlere uyulmuştur.

Hassasiyet: % 95 güven aralığı

3.3. Uygulanan İstatistiki Yöntem

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara, % 95 önem derecesinde ($p<0.05$), Tek yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi, ikiden fazla ana kütle ortalamalarının karşılaştırılması için kullanılır.

Bu çalışmadaki amaç, Akgöl'den suların çekilme stratejisine uygun olarak; Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında alınan numunelerde çalışılan parametrelerin ortalamaları arasında bir fark olup olmadığıdır. Eğer, fark varsa ($p<0.05$); kirletici yükünün değişmesi, mevsimsel etkiler, buharlaşma dolayısıyla suların çekilmesi gibi faktörlerin su kalitesini etkilediği sonucuna varılacaktır. Eğer, ortalamalar arasında fark yoksa ($p>0.05$); bahsedilen faktörlerin mevcut su kalitesini değiştirmediği sonucuna varılacaktır.

Dolayısıyla, tek yönlü varyans analizinde bağımsız değişken Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları, bağımlı değişken ise kirletici parametre olacaktır. Hipotezi şu şekilde kurabiliriz:

H_0: Kirletici parametre ortalaması ile numune alınan aylar arasında fark yoktur.

H_1: Kirletici parametre ortalaması ile numune alınan aylar arasında fark vardır.

$P=0.05$ yada $p<0.05$ olması durumunda H_0 reddedilir.

ANOVA hesaplamaları için aşağıdaki internet adresi kullanılmıştır.

(http://www.physics.csbsju.edu/stats/anova_NGROUP_NMAX_form.html)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Akgöl'de Yapılan Gözlem Sonuçları

Araştırma alanı Akgöl ile ilgili belirlenen gözlem sonuçlarını, şu şekilde özetlemek mümkündür:

Akgöl'le ilgili eldeki mevcut haritalara baktığımız zaman göl aynası olarak gösterilen alanın günümüzdeki gerçekleri yansıtmadığı görülmektedir. Şöyle ki; sayısallaştırılan harita üzerinde (MapInfo 6.0 programı ile yapilan çalışmalara göre), Akgöl alanı toplam 14.85 km^2 olarak, güneyindeki Düden Gölü ise 1.590 km^2 olarak ölçülmüştür. Halbuki, bu çalışmada yapılan tespitler sonucunda, günümüzde Göl alanı sınırları içinde sadece Akgöl'ün kuzey doğusunda yaklaşık 3 $km^{2'}$lik bir alanda su bulunduğu, ve göl sınırları dışında da bir su dağılımının olduğu ve bunun kuzey ve kuzey doğu yönünde arttığı, ve yaklaşık tahmini su alanının 12 km^2'ye ulaştığı görülmüştür (Şekil 3.10). Bunun nedeni olarak, muhtemel göl alanının sedimentlerle dolması ve yaşanan kuraklıkların sebep olduğu buharlaşmalar, kaynaklarla beslenememe gibi faktörler gösterilebilir. Diğer bir ifadeyle, Akgöl'deki su miktarı ve suların mevcut olduğu bölgeler, mevsimsel olarak, hatta ay ay değişmektedir. Sediment birikimi, buharlaşma, yağış durumu, göle karışan atık su miktarı gibi faktörler, sulak alandaki su kütlelerinin durumunu önemli oranda etkilemektedir.

Göl aynasının daralmasının (su çekilmesinin) nedenine gelince: Akgöl'de buharlaşan su miktarı oldukça fazla olup, alana buharlaşan su kadar yeterli besleme yapılamadığından Akgöl'ün su bilançosundaki denge bozulmuştur. Alanda su bulunan aylar; kış ve bahar ayları ile Ağustosa kadarki yaz aylarıdır. Ağustos ayında, alandaki suyun tamamen kurumuş olduğu gözlenmiştir. Su çekilmesine dayalı bir su örneği alımı stratejisinde, mevcut örnek alma noktaları arasındaki farklar, suyun kuzey ve özellikle de kuzey doğu yönünde çekilmesinden kaynaklanmaktadır. MapInfo 6.0 programı üzerinde, aylara göre su örneği alım noktaları birleştirildiğinde, tahmini bir hat ortaya çıkmakta ve aylara göre hatlar arasındaki uzaklık değişmektedir. Bu bulguya dayanarak, göl aynasından su çekilmeleri tahmini

olarak hesaplanabilir. Nisan-Mayıs 2005 ve Haziran –Temmuz 2005 arasında yaklaşık 1 km, Mayıs-Haziran 2005 arasında yaklaşık 1.3 km su çekilmesi olmuştur. Alanda en fazla su çekilmesi olan dönem ise Mayıs-Haziran 2005 dönemidir. Bunların dışında, diğer çevre problemleriyle ilgili olarak, Akgöl'e atık su deşarjı başta olmak üzere, kaçak avlanma ve saz kesimi en önemli unsurlardır. Hiçbir arıtıma tabi tutulmadan Akgöl'e boşaltılan evsel ve endüstriyel atık sular, göldeki ekolojik dengeyi bozmuş ve uluslar arası öneme haiz bazı kuş türleri kirlilikten etkilendiği için alanı terk etmişlerdir. Atık sular Akgöl ekolojisinde önemli bir yer tutmakta olup, alanın su ihtiyacını karşılamaktadır. Hiçbir yerden beslenmeyen Akgöl, geldiği kanal boyunca suyun akış etkisiyle otoepürasyonu sonucu kısmen temizlenen ve Akgöl'e ulaşıp sazlıklar tarafından tekrar temizlenen atık suya da muhtaç konuma gelmiştir. Bu durum, Akgöl gibi I. Derece Doğal Sit Alanı, Tabiatı Koruma Alanı ve Önemli Kuş Alanı statülerini üzerinde taşıyan, tabiat harikası bir sulak alan için çok kaygı verici bir durumdur.

Aslında, temel olarak Akgöl suyundaki kirlilik parametrelerini tespit etmek amacıyla başlatılan bu çalışmada, ekosistem dengesini bozan faktörleri birer kirlilik parametresi olarak dikkate almamak imkansız hale gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, Akgöl' de fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenme ile beraber estetik bir kirlenme de mevcuttur.

Estetik kirlilik faktörleri olarak, önem sırasına göre şunlar sayılabilir:

Su kaybı (Akgöl'ün beslenememesi ve buharlaşma), evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, kuş populasyonlarının bölgeyi terk etme oranlarında artış, kaçak avcılık, kontrolsüz saz kesimi ve sazlıkların yakılması, bazı sahalardan kum alımı ve turba çıkarılması, yeşil alanların azlığı.

Akgöl'de estetik kirlilik meydana getiren, aynı zamanda ekolojik dengeyi bozan unsurları Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği (Anonymous 2005)'ne göre değerlendirmek mümkündür.

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nin amacı, "Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslar arası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme" (Ramsar Sözleşmesi)'nin uygulanmasına yönelik olarak sulak alanların korunması, geliştirilmesi ve bu konuda görevli kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon esaslarının belirlenmesidir (Anonymous 2005).

Adıgeçen yönetmeliğin ikinci bölümü, sulak alanların koruma, kullanım ilkeleri ve yasaklarla ilgili hükümleri içermektedir. Ekolojik dengeyi bozan estetik kirlilik parametreleri ile ilgili olarak su kaybı (alanı besleyen su kaynaklarının olmaması) konusunda yönetmelikteki 7.Madde "Su alımı" ile ilgili hüküm şu şekildedir:

> **"Koruma bölgeleri içerisinden doğal sulak alanların ekolojik karakterini ve fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyecek ölçüde yerüstü ve yer altı suyu alınamaz, sistemi besleyen akarsular ile diğer yüzey suların yönleri değiştirilemez veya sistemdesu depolanamaz. Sulak alanlardaki su rejimini etkileyebilecek her türlü faaliyet için planlama aşamasında Bakanlığın uygun görüşü alınır"**

Akgöl'ü besleyen akarsular barajlarda tutulduğu ve bu barajlardan su bırakılamadığı için yukarıdaki 7.Madde "Su alımı" ile ilgili hükümlerin uygulanmadığı görülmektedir.

Evsel ve endüstriyel atık su deşarjı ile yönetmelikteki 14.Maddedeki " Atık su deşarjı" ile ilgili hüküm şu şekildedir:

> **"Sulak alanlara ve sulak alanları besleyen tüm sulara veya sisteme bağlantılı kuru derelere hiçbir surette arıtılmamış evsel ve endüstriyel atık sular verilemez. Atık su deşarjı ile ilgili olarak , 31.12.2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", su ürünleri istihsal sahalarında ise 10.03.1995 tarihli ve 22223 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Su Ürünleri Yönetmeliği" hükümleri uygulanır."**

Ereğli ilçesinin evsel ve endüstriyel atık suları hiçbir arıtıma tabi tutulmadan doğrudan Akgöl'e boşaltılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, yukarıda bahsedien 14.Maddedeki "Atık su deşarjı" ilgili hükümlere uyulmadığı görülmektedir.

Aynı şekilde; kum alınması, turba çıkarılması ile saz kesimi ve yakılması gibi konularla ilgili olarak aynı yönetmeliğin sırasıyla 8. , 9. ve 10. Maddelerdeki hükümlerin ihlal edildiği görülmektedir.

Akgöl'ü kirleten ya da kirlenmesine katkıda bulunan etkenler, estetik kirlilik parametreleri olarak tanımlanmıştır. Aslında, estetik kirlilik parametrelerinin tamamı

Akgöl'ün mevcut ekolojik problemlerini tanımlamaktadır. Ekolojik problemlerin bir kirlillik parametresi gibi tanımlanmasının nedeni, Akgöl ekolojisinde büyük yer tutan su kütlesi, flora ve faunası gibi estetik değerlerin yok olmaya başlamış olmasıdır.

Akgöl (Ereğli Sazlıkları) için yapılan çalışmalarda (Akkuş ve ark. 1998, Ceyhan ve ark. 2001) belirlenen ekolojik problemlerin bir çoğu, aslında ülkemizde ve dünya üzerindeki diğer sulak alanlarda yaşanmaktadır. Sulak alan gölleri üzerine yapılan çalışmalarda, doğal nedenlerden çok antropojenik etkilerle kirlenmenin fazla olduğu ve özellikle evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ve tarımsal kaynaklı kirlenmenin daha fazla görüldüğü görülmektedir. Akgöl ile benzer şekilde, doğal ve antropojenik etkilerle kirlenen sulak alanlar; Başıbüyük 1992, Kartal ve Tokalıoğlu 1994, Berzas ve ark. 2000, Bebek 2001, Kara ve Bahadıroğlu 2001, Yalçın ve Sevinç 2001, Bayan 2002, Demirel 2002, Gür ve ark. 2002b, Ramachandra ve Ahalya 2002, Verep ve ark. 2002, Zengin ve ark. 2002, Garcia-Ferrer ve ark. 2003, Mansour ve Sidky 2003, Somay ve Filiz 2003, Aydın ve Yıldız 2004, Gündoğdu ve ark. 2005, Karafistan ve Çolakoğlu-Arık (2005)'ın çalışmalarında da bildirilmektedir.

4.2. Akgöl Suyunda Çalışılan Su Kalite Parametreleri

Estetik kirlilik parametreleri gibi gözlemlere dayanmayan ve analiz sonuçlarıyla desteklenen kirlilik parametreleri araştırma sonuçlarının temelini oluşturmaktadır. Aslında basitçe fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler olarak tarif edilebilen kirlilik parametreleri, çalışma sonuçları; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıtaiçi Suların Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine (Anonymous 2004) göre değerlendirileceğinden, sınıflandırma fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler, inorganik kirlenme parametreleri ve bakteriyolojik parametreler şeklinde verilmiştir.

Bu şekilde verilen kirlilik parametrelerinin, ilk önce aylara göre analiz sonuçları çizelgesi ve istatistiksel parametreleriyle beraber su kalite sınıflarını gösteren analiz sonuçları çizelgesi verilmiş, daha sonra tüm parametreler için çalişılan dönem istatistiki sonuçları ile tek yönlü varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Her bir kirlilik parametresine dair sonuçlar yorumlanırken aylık ortalama konsantrasyonları gösteren şekiller çizilmiş, değerlendirme ve tartışması yapılmıştır.

4.2.1. Fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler

Akgöl'den alınan su örneklerinde, Nisan-Temmuz 2005 dönemlerine ait fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler için analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.1. ,4.2. ,4.3. ve 4.4.'te verilmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Nisan 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları

PARAMETRE (A)	**NOKTA N1**	**NOKTA N2**	**NOKTA N3**	**NOKTA N4**	**NOKTA N5**
Sıcaklık ° C	25.7	26.4	26.6	30.1	29.1
pH	8.4	8.4	8.7	8.7	8.9
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	6.18	5.78	6.40	4.81	4.03
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	5750	4550	4200	5900	5300
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3017.1	2999.0	1300.4	1454.3	2619.6
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	1.4861	1.8311	0.9712	1.3481	1.9513
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0116	0.0216	0.0111	0.0220	0.0258
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	20.872	19.368	8.112	18.591	17.563
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.0481	0.0831	0.0971	0.0411	0.0953
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	9331.6	9252.5	7259.1	12203.6	19601.4
Renk (Pt-Co birimi)	20	20	25	35	60
Sodyum (mg Na^{+}/l)	17.0779	17.1138	16.9538	19.2066	17.6402

Çizelge 4.2. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Mayıs 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları

PARAMETRE (A)	**NOKTA M1**	**NOKTA M2**	**NOKTA M3**	**NOKTA M4**	**NOKTA M5**
Sıcaklık ° C	24.5	25.2	24.2	23.8	24.9
pH	8.6	8.6	8.7	8.8	9.0
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	5.19	5.24	5.63	4.97	5.11
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	8470	8210	7670	9250	10540
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3112.2	3055.8	2915.2	3105.3	1803.1
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	2.6561	2.1452	1.9571	3.1280	4.1861
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0185	0.0113	0.0214	0.0195	0.0219
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	18.635	13.451	12.711	16.115	18.113
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.2113	0.1194	0.0191	0.1193	0.2451
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	9640.6	8970.3	9241.4	10465.5	12689.7
Renk (Pt-Co birimi)	25	20	35	35	45
Sodyum (mg Na^{+}/l)	475.2890	507.3410	503.3690	449.7230	485.9620

Çizelge 4.3. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Haziran 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları

PARAMETRE (A)	**NOKTA H1**	**NOKTA H2**	**NOKTA H3**	**NOKTA H4**	**NOKTA H5**
Sıcaklık ° C	26.7	24.8	23.7	22.4	26.7
pH	9.0	9.0	9.0	8.9	8.9
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	4.62	5.16	5.58	6.18	5.46
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	13170	11680	12190	9980	15080
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3288.7	3482.5	3300.2	3917.6	1182.2
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	6.9821	4.9863	5.5691	4.1932	7.5342
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0246	0.0207	0.0220	0.0255	0.0289
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	20.427	16.182	8.649	12.765	15.158
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.1160	0.1035	0.1387	0.1477	0.2083
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	7624.9	10968.7	11640.3	11985.6	14265.7
Renk (Pt-Co birimi)	35	30	25	30	50
Sodyum (mg Na^{+}/l)	460.0620	493.0600	474.0780	444.3980	475.2730

Çizelge 4.4. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Temmuz 2005 için fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları

PARAMETRE (A)	NOKTA T1	NOKTA T2	NOKTA T3	NOKTA T4	NOKTA T5
Sıcaklık ° C	29.8	27.6	29.2	30.4	31.3
pH	9.1	9.3	9.1	9.4	9.4
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	4.15	3.71	3.16	2.15	2.27
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	17850	17560	15950	16850	18120
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	4562.4	5102.7	4987.2	2879.6	3468.2
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	2.1863	1.9812	1.8521	3.1763	3.5675
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0863	0.0421	0.0713	0.1086	0.1381
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	22.585	18.678	17.612	20.241	19.547
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.0971	0.0763	0.0573	1.1098	1.1183
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	6895.5	7241.4	5957.4	6948.1	5412.3
Renk (Pt-Co birimi)	30	30	40	50	50
Sodyum (mg Na^{+}/l)	529.7320	501.3400	503.5720	532.7390	523.1930

Analiz sonuçlarının ortalamalarına göre; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonymous 2004) Çizelge 3.4.'ten kalite sınıflarına ait Çizelge 4.5. ,4.6. ,4.7. ve 4.8. oluşturulur.

Çizelge 4.5. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (A)	Max.	Min.	Ortalama	St Sapma	Su Kalitesi
Sıcaklık ° C	30.1	25.7	27.6	1.91	III
pH	8..9	8.4	8.62	0.217	III
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	6.40	4.03	5.44	0.996	III
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	5900	4200	5140	743	IV
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3017.1	1300.4	2278	839	IV
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	1.9513	0.9712	1.52	0.392	III
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0258	0.0111	0.01842	0.0066	III
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	20.872	8.112	16.9	5.06	III
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.0971	0.0411	0.0729	0.026	II
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	19601.4	7259.1	11530	4844	IV
Renk (Pt-Co birimi)	60	20	32	16.8	II
Sodyum (mg Na^{+}/l)	19.2066	17.0779	17.6	0.937	I

Çizelge 4.6. Araştırma konusu Akgöl'e ait Mayıs 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (A)	**Max.**	**Min.**	**Ortalama**	**St Sapma**	**Su Kalitesi**
Sıcaklık ˚C	25.2	23.8	24.5	0.554	I
pH	9.0	8.6	8.74	0.167	III
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	5.63	4.97	5.23	0.247	III
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	10540	7670	8828	1114	IV
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3112.2	1803.1	2798	562	IV
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	4.1861	1.9571	2.81	0.893	IV
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0219	0.0113	0.0185	0.0043	III
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	18.635	12.711	15.8	2.67	III
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.2451	0.0191	0.143	0.088	II
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	12689.7	8970.3	10200	1501	IV
Renk (Pt-Co birimi)	45	20	32	9.75	II
Sodyum (mg Na^{+}/l)	507.3410	449.7230	484	23.3	IV

Çizelge 4.7. Araştırma konusu Akgöl'e ait Haziran 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (A)	**Max.**	**Min.**	**Ortalama**	**St. Sapma**	**Su Kalitesi**
Sıcaklık ˚C	26.7	22.4	24.9	1.88	I
pH	9.0	8.9	8.96	0.055	III
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	6.18	4.62	5.40	0.572	III
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	15080	9980	12420	1884	IV
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3917.6	1182.2	3034	1066	IV
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	7.5342	4.1932	5.85	1.390	IV
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0289	0.0207	0.0234	0.0032	III
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	20.427	8.649	14.6	4.35	III
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.2083	0.1035	0.143	0.041	II
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	14265.7	7624.9	11300	2398	IV
Renk (Pt-Co birimi)	50	25	34	9.62	II
Sodyum (mg Na^{+}/l)	493.0600	444.3980	469	18.2	IV

Çizelge 4.8. Araştırma konusu Akgöl'e ait Temmuz 2005 fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (A)	**Max.**	**Min.**	**Ortalama**	**St. Sapma**	**Su Kalitesi**
Sıcaklık ° C	31.3	27.6	29.7	1.39	III
pH	9.4	9.1	9.26	0.152	IV
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	4.15	2.15	3.09	0.876	III
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	18120	15950	17270	875	IV
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	5102.7	2879.6	4200	980	IV
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	3.5675	1.8521	2.55	0.770	IV
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.1381	0.0421	0.0893	0.0036	IV
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	22.585	17.612	19.7	1.87	III
Fosfat fosforu (mg PO_4^{-3}-P/l)	1.1183	0.0573	0.492	0.568	III
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	7241.4	5412.3	6491	772	IV
Renk (Pt-Co birimi)	50	30	40	10.0	II
Sodyum (mg Na^{+}/l)	532.7390	501.3400	518	14.7	IV

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Anonymous 2004) Madde 10 şöyle demektedir:

> **"Su kaynağından alınan numuneler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre Tablo1'de görülen her parametre grubu için (A,B,C,D) ayrı ayrı kalite sınıfı tespit edilir. Ayrıca o grup içindeki her bir parametreye göre; örneğin B grubu için kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), toplam organik karbon ve benzeri; ayrı ayrı kalite sınıfı belirlenir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler."**

Bu açıklamaya göre A grubu parametreler, yani fiziksel ve inorganik-kimyasal analiz sonuçları; Nisan ayı için IV. Sınıf, Mayıs ayı için IV. Sınıf, Haziran ayı için IV. Sınıf ve Temmuz ayı için IV. Sınıftır.

Diğer bir ifadeyle, çalışılan tüm aylarda fiziksel ve inorganik-kimyasal analiz parametreleri IV.Sınıf (Çok kirlenmiş su) sular sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.9. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi boyunca çalışılan fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerinin ortalama ve standart sapmaları

PARAMETRE A	**ORTALAMA**	**STANDART SAPMA**	**ÖLÇÜM ARALIĞI Min. - Max.**
Sıcaklık ° C	26.7	2.6	22.4 – 31.3
pH	8.9	0.29	8.4 – 9.4
Çözünmüş Oksijen (mg O^{-2}/l)	4.79	1.21	2.15 – 6.40
Klorür iyonu (mg Cl^{-}/l)	10913.5	4735	4200 – 18120
Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2} /l)	3077.7	1084.9	1182.2 – 5102.7
Amonyum azotu (mg NH_4^{+}-N/l)	3.1844	1.8643	0.9712 – 7.5342
Nitrit azotu (mg NO_2^{-}-N /l)	0.0376	0.0351	0.0111 – 0.1381
Nitrat azotu (mg NO_3^{-}-N /l)	16.77	3.92	8.112 – 22.585
Toplam fosfor (mg PO_4^{-3}-P/l)	0.2126	0.3136	0.0191 – 1.1183
Toplam Çözünmüş madde (mg/l)	9879.8	3323.4	5412.3 – 19601.4
Renk (Pt-Co birimi)	34.5	11.5	20 – 60
Sodyum (mg Na^{+}/l)	372.36	211.46	16.9538 – 532.7390

Aylara göre numune alımının, göl su kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için tek yönlü varyans analizi tablosuna bakmak gerekir. Hesaplanan değerler Çizelge 4.10.'da verilmektedir.

Çizelge 4.10. % 95 güven aralığında araştıma konusu Akgöl'e ait fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler için varyans analizi sonuçları

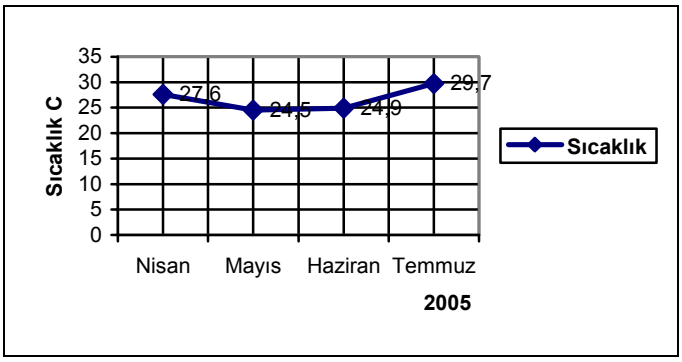
PARAMETRE (A)	**F DEĞERİ**	**P DEĞERİ**	**ANALİZ SONUCU p=0.05**
Sıcaklık	12.51	0.000	p<0.05
pH	15.65	0.000	p<0.05
Çözünmüş Oksijen	12.05	0.000	p<0.05
Klorür iyonu	87.69	0.000	p<0.05
Sülfat iyonu	4.231	0.022	p<0.05
Amonyum azotu	20.08	0.000	p<0.05
Nitrit azotu	17.02	0.000	p<0.05
Nitrat azotu	1.727	0.202	p>0.05
Toplam fosfor	2.145	0.135	p>0.05
Toplam Çözünmüş madde	3.393	0.044	p<0.05
Renk	0.5029	0.686	p>0.05
Sodyum	1031	0.000	p<0.05

Varyans analizi sonuçlarına göre Nitrat, fosfat fosforu ve renk dışında tüm parametreler için Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında anlamlı farklılıklar mevcuttur. Diğer bir ifadeyle, istatiksel olarak % 95 güven aralığında aylık ortalamalar; nitrat, toplam fosfor ve renk hariç aylara göre değişmektedir. Bu değişikliğin sebebi ise su çekilmesi ve buharlaşma, iklimsel özellikler, kirletici miktarı ve kamış gibi sucul bitkilerin giderim kapasiteleri gibi nedenler olabilir.

Bütün fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler sıra ile ele alınırsa:

Sıcaklık

Sıcaklık için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük sıcaklık değeri, Haziran ayında 22.4 ^{o}C ve en yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında 31.3 ^{o}C ölçülmüştür. Nisan ayında III. Sınıf su kalitesi, Mayıs ve Haziran aylarında I. Sınıf su kalitesi ve Temmuz ayında ise III. Sınıf su kalitesi değerindedir. Akgöl'de ortalama su sıcaklıkları, Nisan ayı için 27.6 ± 1.91 ^{o}C, Mayıs ayı için 24.5 ± 0.554 ^{o}C, Haziran ayı için 24.9 ± 1.88 ^{o}C ve Temmuz ayı için 29.7 ± 1.39 ^{o}C ölçülmüştür. Ortalama sonuçlara göre su sıcaklığının en fazla olduğu ay, Temmuz ayıdır. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, sıcaklık ortalaması 26.7 ± 2.6 ^{o}C ve sıcaklık aralığı 22.4-31.3 ^{o}C olarak bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, sıcaklık değeri için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).

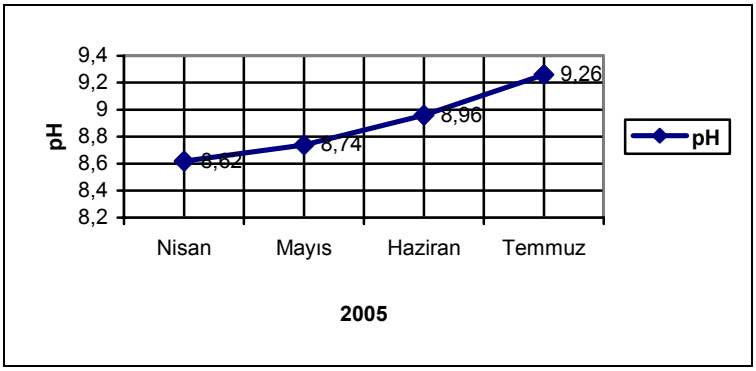


Şekil 4.1. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre su sıcaklığı değişimi

Akgöl için aylara göre ortalama sıcaklıkların değişimi Şekil 4.1'de görülmektedir. Aylara göre su sıcaklık değerleri, değişkenlik göstermektedir. Bunun nedeni, aylar arasındaki sıcaklık farkları yani mevsimsel değişiklikler, istasyonlar arasındaki örnekleme süresi ve atık su drenajlarına bağlı olarak açıklanabilir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Akgöl-Göksu Deltası-Silifke, 6–27 ^{o}C (Başıbüyük 1992), Beytepe Göleti-Ankara, 4.3-25 ^{o}C (Acu 2000), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 12.1-29.3 ^{o}C ve ortalama 23.98 ^{o}C (Demirel 2002). Alanımızla benzer bir çalışma yoktur; çünkü diğer çalışmalarda, coğrafi konum ve çalışma dönemlerine bağlı olarak farklı su sıcaklıkları bulunmuştur.

pH

pH değeri için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; En düşük Nisan ayında 8.4 ve en yüksek Temmuz ayında 9.4 olarak ölçülmüştür. Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında III. Sınıf su kalitesi, Temmuz ayında ise IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Akgöl'de suyun ortalama pH'ı ; Nisan ayında 8.62 ± 0.217, Mayıs ayında 8.74 ± 0.167, Haziran ayında 8.96 ± 0.055 ve Temmuz ayında 9.26 ± 0.152 ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, pH ortalaması 8.9 ± 0.29, ölçülen pH aralığı ise 8.4–9.4 bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, pH değeri için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).

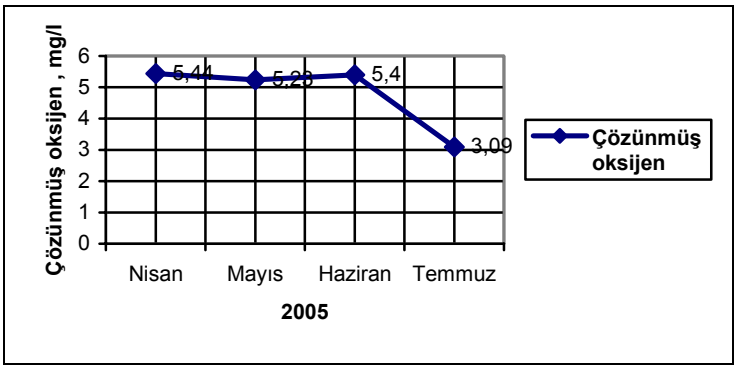


Şekil 4.2. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre pH değişimi

Akgöl için aylara göre ortalama pH değişimi Şekil 4.2.'de verilmiş olup, ortalamalar Nisan ayından Temmuz ayına doğru sürekli artmaktadır. Akgöl'de pH değerinin yüksek bulunmasının nedeni Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjlarıdır. Deşarj edilen atık suyun içeriğinin daha çok çözünmüş tuzları içeren bir yapıda ve alkali karakterde olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü, normal olarak göl suyunun alkali karakterli olması gerekmektedir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Akgöl-Göksu Deltası-Silifke, 7.30–9.40 (Başıbüyük 1992), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 8.66 (Demirel 2002), Kuş Cenneti-İzmir, 6.75–8.72 (Somay ve Filiz 2003). Bulunan değerler incelendiğinde, Akgöl-Gölkent-Sakarya için yapılan çalışmada (Demirel 2002) bulunan ortalama pH değeri, Akgöl için bulunan değere en yakın sonuçtur. Diğer çalışmalarda ise iklim farklılıkları başta olmak üzere, kirlilik şiddeti ve çalışılan dönemler farklı pH sonuçları bulunmasına neden olmaktadır.

Çözünmüş oksijen

Çözünmüş oksijen değeri için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük Temmuz ayında 2.15 mg/l ve en yüksek Nisan ayında 6.40 mg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda III. Sınıf su kalitesi değerindedir. Akgöl'de ortalama çözünmüş oksijen derişimi; Nisan ayında 5.44 ± 0.996 mg/l, Mayıs ayında 5.23 ± 0.247 mg/l, Haziran ayında 5.40 ± 0.572 mg/l ve Temmuz ayında 3.09 ± 0.876 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl'de çözünmüş oksijen derişimi 2.15–6.40 mg/l arasında değişen miktarlarda ve ortalama 4.79 ± 1.21 mg/l bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, çözünmüş oksijen derişimi için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).



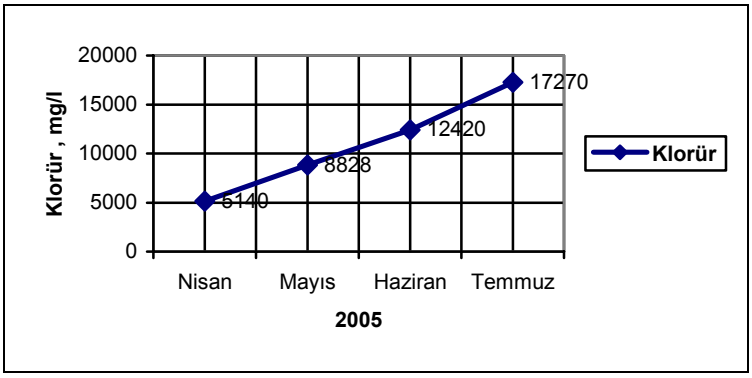
Şekil 4.3. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre çözünmüş oksijen değişimi

Şekil 4.3. incelendiğinde, çözünmüş oksijen derişimlerinin Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında birbirine yakın, Temmuz ayında ise oldukça düştüğü görülmektedir. Çünkü, göl suyunun çekilmesi, sıcaklık, çözünmüş maddelerin tuzluluğu arttırması, yağmur suları ve atmosferik basınç gibi faktörler derişimleri etkilemiştir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Caddo Lake-ABD, 2.8 mg/l (Darville ve ark 1998), Kumaşır Gölü- Kahramanmaraş, 7.3 mg/l (Kara ve Bahadıroğlu 2001), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 4.26 mg/l (Demirel 2002) ve Lake Qarun-Mısır, 10.0 mg/l (Mansour ve Sidky 2003). Bulunan sonuçlar incelendiğinde, Demirel (2002)'in bulduğu değer benzerlik göstermektedir, çünkü çalışılan alan ötrofik bir göldür. Dişli ve ark. (2004)'na göre, doğal sulardaki çözünmüş oksijen miktarı sıcaklık, tuzluluk ve atmosferik basınç gibi şartlara bağlı olarak değişir, bu yüzden diğer çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur.

Klorür iyonu

Klorür değeri için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük klorür derişimi Nisan ayında 4200 mg/l ve en yüksek klorür derişimi Temmuz ayında 18120 mg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama klorür derişimleri: Nisan ayında 5140 ± 743 mg/l, Mayıs ayında 8828 ± 1114 mg/l, Haziran ayında 12420 ± 1884 mg/l ve Temmuz ayında 17270 ± 875 mg/l

ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl'de klorür miktarı, 4200-18120 mg/l arasında değişen aralıklarda ve ortalama 10913.5 ± 4735 mg/l olarak son derece yüksek oranlarda bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, klorür değeri için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).



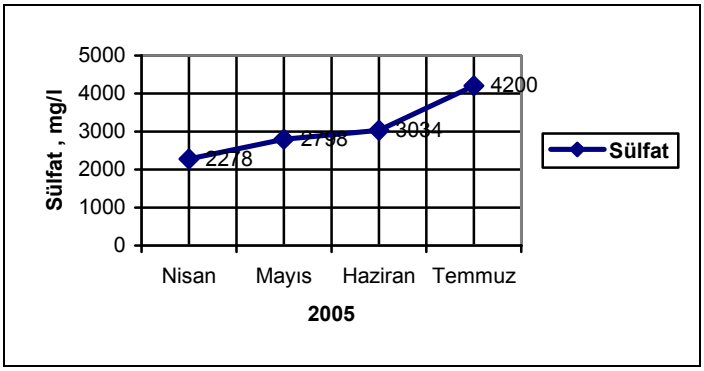
Şekil 4.4. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre klorür değişimi

Şekil 4.4. incelendiğinde, ortalama klorür derişimlerinin sürekli arttığı görülmektedir. Bunun tek nedeni, evsel ve endüstriyel atık su deşarjıdır. Çünkü, alandaki su çekilmesinin artması, daha az suda daha fazla klorür iyonunun çözünmesine yol açmıştır. Klorür miktarlarıyla ilgili olarak benzer sonuçlar bulunan çalışmalar mevcuttur. Burdur Gölü, 12454 mg/l (Altınkale 2001), Lake Quarun-Mısır, 6780 ± 2270 mg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 33-56800 mg/l (Somay ve Filiz 2003). Bulunan bu yüksek sonuçların nedenini; araştırıcılar, evsel ve endüstriyel atık su deşarjlarına bağlamışlardır.

Sülfat iyonu

Sülfat değeri için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük sülfat derişimi Haziran ayında 1182.2 mg/l ve en yüksek sülfat derişimi Temmuz ayında 5102.7 mg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda IV. Sınıf su kalitesi değerindedir.

Ortalama sülfat derişimleri: Nisan ayında 2278 ± 839 mg/l, Mayıs ayında 2798 ± 562 mg/l, Haziran ayında 3034 ± 1066 mg/l ve Temmuz ayında 4200 ± 980 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için sülfat derişimleri, 1182.2-5102.7 mg/l arasında ve ortalama 3077.7 ± 1084.9 mg/l bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, sülfat değeri için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).



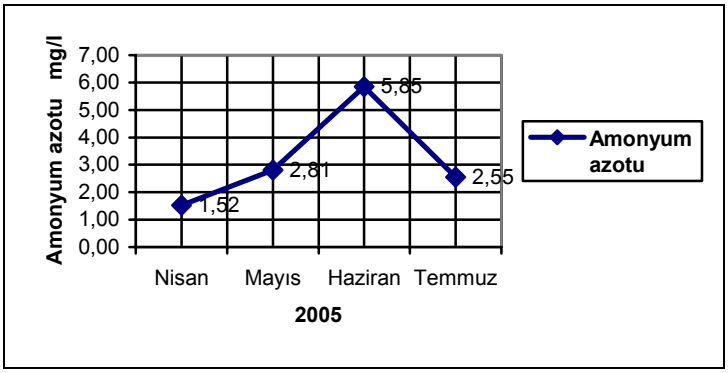
Şekil 4.5. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre sülfat değişimi

Şekil 4.5.'de görüldüğü gibi, sülfat derişimleri aylara göre sürekli artış göstermektedir. Chapman ve Kimstach (1996)'a göre, sülfat doğal sularda genelde 2-80 mg/l arasında bulunur, fakat endüstriyel deşarj yapılan bölgelerde, alçıtaşı gibi sülfat minerallerince zengin bölgelerde ve kurak bölgelerde 1000 mg/l'nin üzerine çıkabilir. Akgöl'de kurak bir bölgededir ve evsel ve endüstriyel atık su deşarjları söz konusudur. Ayrıca bölgede yaşanan erozyon, sülfat derişiminin artmasına neden olarak gösterilebilir. Aylara göre çekilen su miktarıda alanda artmakta olduğuna göre, sülfatın büyük bir kısmının evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanması olasıdır. Sülfat için bazı araştırma sonuçları şunlardır: Tablas De Daimiel National Park-İspanya, 3893 ± 1050 mg/ l (Berzas ve ark. 2000), Burdur Gölü, 30470 mg/l (Altınkale 2001), Lake Quarun-Mısır, 5020 ± 1630 mg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 37-7000 mg/l (Somay ve Filiz 2003). Berzas ve ark. (2000)'nın bulduğu sonuç, Akgöl için bulunan sonuçla benzerlik göstermektedir.

Amonyum azotu

Amonyum azotu için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük amonyum azotu derişimi Nisan ayında 0.9712 mg/l ve en yüksek amonyum azotu derişimi Haziran ayında 7.5342 mg/l olarak ölçülmüştür. Nisan ayında III. Sınıf, diğer aylarda IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama amonyum azotu derişimleri: Nisan ayında 1.52 ± 0.392 mg/l, Mayıs ayında 2.81 ± 0.893 mg/l, Haziran ayında 5.85 ± 1.390 mg/l ve Temmuz ayında 2.55 ± 0.770 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için amonyum azotu derişimleri, 0.9712–7.5342 mg/l aralığında ve ortalama 3.1844 ± 1.8643 mg/l olarak bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, amonyum azotu için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).

Şekil 4.6.'dan görüleceği üzere, ortalama amonyum azotu derişimi Haziran ayına kadar artmış, sonra düşmüştür. Chapman ve Kimstach (1996)'a göre, amonyumun yüksek konsantrasyonları evsel ve endüstriyel atık sular ile fazla gübrelerden kaynaklanmaktadır. Amonyum derişiminin son derece yüksek olması, büyük ölçüde Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile ilgilidir.



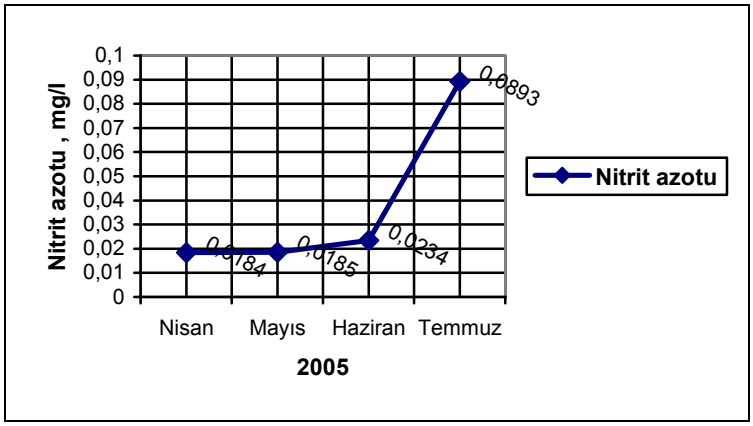
Şekil 4.6. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre amonyum azotu değişimi

Amonyum azotu miktarı ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda şu sonuçlar

bulunmuştur: Akgöl-Göksu Deltası-Silifke, 0.085-1.470 mg/l (Başıbüyük 1992), Caddo Lake-ABD, 0.45 mg/l (Darville ve ark. 1998), Lake Agmon-İsrail, 0.11-5.87 mg/l (Hambright ve ark. 1998), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 0.49 mg/l (Demirel 2002). Hambright ve ark. (1998)'nın bulduğu sonuç, Akgöl ile benzerlik göstermektedir. Diğer araştırmalarda ise çok daha farklı sonuçlar bulunmuştur. Çünkü, Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjı son derece fazladır ve göldeki azot dengesini bozmuştur.

Nitrit azotu

Nitrit azotu için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük nitrit azotu derişimi Nisan ayında 0.0111 mg/l ve en yüksek nitrit azotu derişimi Temmuz ayında 0.1381 mg/l olarak ölçülmüştür. Temmuz ayında IV. Sınıf, diğer aylarda III. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama nitrit azotu derişimleri: Nisan ayında 0.0184 ± 0.0066 mg/l, Mayıs ayında 0.0185 ± 0.0043 mg/l, Haziran ayında 0.0234 ± 0.0032 mg/l ve Temmuz ayında 0.0893 ± 0.0036 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için nitrit azotu derişimleri 0.0111–0.1381 mg/l aralığında ve ortalama 0.0376 ± 0.0351 mg/l bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, nitrit azotu için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).



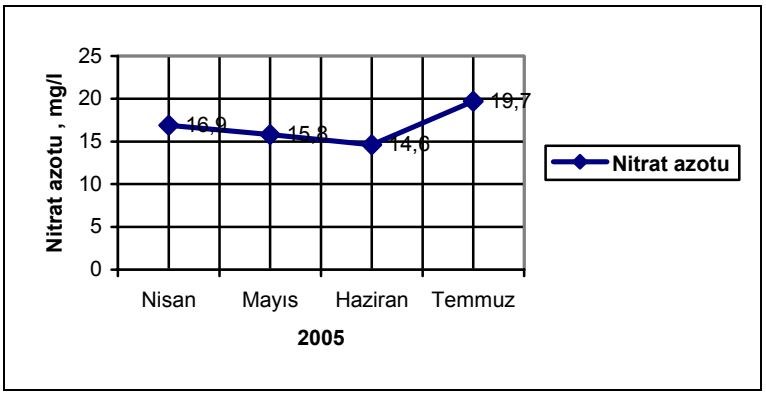
Şekil 4.7. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre nitrit azotu değişimi

Şekil 4.7.'den görüleceği üzere, ortalama nitrit azotu derişimi, aylara göre sürekli artmaktadır.

Uslu ve Türkman (1987)'a göre, yeteri kadar nitrifikasyona uğramamış atık suların alıcı ortama verilmesi halinde, bu ortamlarda çok yüksek nitrit değerlerine rastlanması mümkündür. Chapman ve Kimstach (1996)'a göre ise, yüksek nitrit konsantrasyonları suyun mikrobiyolojik kalitesini olumsuz yönde etkiler ve endüstriyel kirliliğin bir göstergesidir. Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, nitrit derişiminin artmasından birinci derecede sorumludur. Çünkü, atık sular yeteri kadar nitrifikasyona uğramamıştır ve deşarj edilen atık su miktarı son derece fazladır. Nitrit azotu ile ilgili diğer çalışmalar şu şekildedir: Tablas De Daimiel National Park-İspanya, 0.02-0.22 mg/ l (Berzas ve ark. 2000), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 0.09 mg/l (Demirel 2002), Beytepe Göleti-Ankara, 0.009-0.034 mg/l (Acu 2000), Manyas Kuş Cenneti –Balıkesir, 0-0.8 mg/l (Karafistan ve Çolakoğlu-Arık 2005). Bu sonuçlara göre, Berzas ve ark. (2000)'nın bulduğu sonuç, Akgöl için bulunan sonuca en yakın sonuçtur. Diğer araştırmalarda ise çok daha farklı sonuçlar bulunmuştur. Çünkü, Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjı son derece fazladır ve göldeki azot dengesini bozmuştur.

Nitrat azotu

Nitrat azotu için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük nitrat azotu derişimi Nisan ayında 8.112 mg/l ve en yüksek nitrat azotu derişimi Temmuz ayında 22.585 mg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda III. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama nitrat azotu derişimleri: Nisan ayında 16.9 ± 5.06 mg/l, Mayıs ayında 15.8 ± 2.67 mg/l, Haziran ayında 14.6 ± 4.35 mg/l ve Temmuz ayında 19.7 ± 1.87 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için nitrat azotu derişimleri, 8.112-22.585 mg/l aralığında ve ortalama 16.77 ± 3.92 mg/l bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, nitrat azotu için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$).



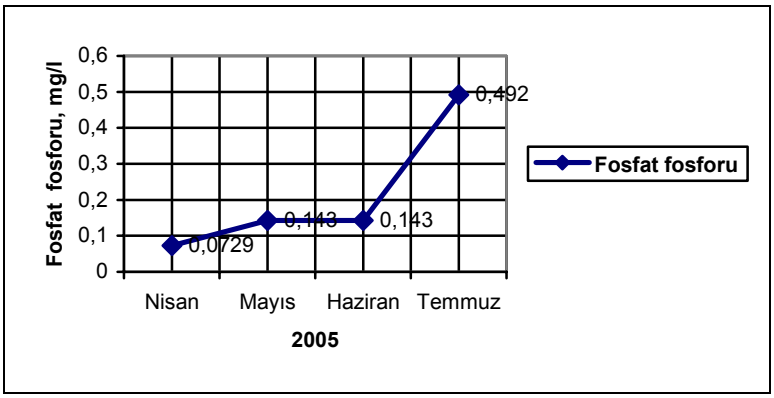
Şekil 4.8. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre nitrat azotu değişimi

Şekil 4.8.'den görüleceği üzere, ortalama nitrat azotu derişimi Haziran ayına kadar sürekli düşmüş, sonra en yüksek derişimine ulaşmıştır. Chapman ve Kimstach (1996)'a göre, 5 mg/l'nin üzerindeki derişimleri, evsel ve endüstriyel atıklarla ya da aşırı gübreleme ile oluşan kirliliğin bir göstergesidir. Akgöl'de evsel ve endüstriyel atık sular ve tarımsal faaliyetler sonucu kirlenmektedir. Nitrat azotu ile ilgili diğer çalışmalar şu şekildedir: Caddo Lake-ABD, 1.33 mg/l (Darville ve ark. 1998), Lake Agmon-İsrail, 1.20-10.59 mg/l (Hambright ve ark. 1998), Tablas De Daimiel National Park-İspanya, 2.5-3.7 mg/ l (Berzas ve ark. 2000), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 1.28 mg/l (Demirel 2002). Çalışmalardan hiç biri Akgöl ile benzerlik göstermemektedir. Çünkü, Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjı son derece fazladır ve göldeki azot dengesini bozmuştur.

Fosfat fosforu

Fosfat fosforu için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük fosfat fosforu derişimi Mayıs ayında 0.0191 mg/l ve en yüksek fosfat fosforu derişimi Temmuz ayında 1.1183 mg/l olarak ölçülmüştür. Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında II. Sınıf, Temmuz ayında ise IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama fosfat fosforu derişimleri: Nisan ayında 0.0729 ± 0.026 mg/l, Mayıs ayında 0.143 ± 0.088

mg/l, Haziran ayında 0.143 ± 0.041 mg/l ve Temmuz ayında 0.492 ± 0.568 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için fosfat fosforu derişimleri 0.0191-1.1183 mg/l aralığında ve ortalama 0.2126 ± 0.3136 mg/l olarak bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, fosfat fosforu için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0.05).



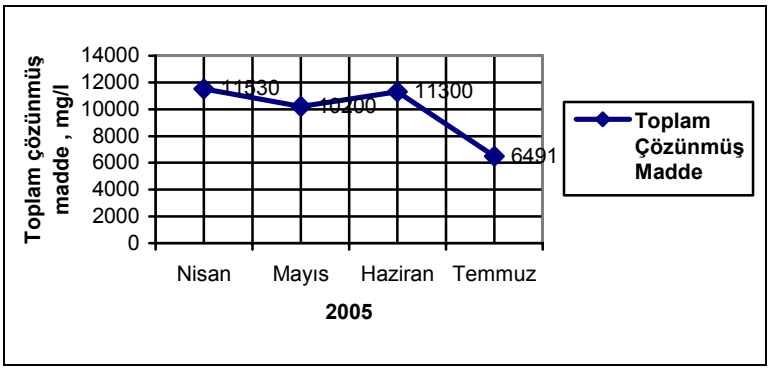
Şekil 4.9. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre fosfat fosforu değişimi

Şekil 4.9.'dan görüleceği üzere, ortalama toplam fosfor derişimi Mayıs ayında artmış, Haziran ayında sabit kalmış ve Temmuz ayında en yüksek derişimine ulaşmıştır. Akgöl için toplam fosfor derişimini etkileyen faktörler olarak; evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, fosforlu gübreleri içeren tarımsal drenaj suları ile alandaki sazlıkların fosforu bünyelerine katması sayılabilir. Çünkü, Mitsch ve Gosselink (2000b)'e göre fosforun tutulması, doğal ve yapay sulak alanların en önemli niteliklerinden biri olarak kabul edilir (Gabor ve ark. 2004). Toplam fosfor ile ilgili diğer çalışmalar şu şekildedir: Akgöl-Göksu Deltası-Silifke, 0.032-0.352 mg/l (Başıbüyük 1992), Sultansazlığı-Kayseri, 0.123-0.706 mg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Caddo Lake-ABD, 0.126 mg/l (Darville ve ark. 1998), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 0.29 mg/l (Demirel 2002), Manyas Kuş Cenneti-Balıkesir, 0-0.8 mg/l (Karafistan ve Çolakoğlu-Arık 2005). Akgöl için bulunan fosfor derişimine en yakın sonuç, Karafistan ve Çolakoğlu-Arık (2005)'ın bulduğu sonuçtur. Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, diğer çalışmalara göre daha yüksek bir sonuç

bulunmasına neden olmuştur.

Toplam çözünmüş madde

Toplam çözünmüş madde için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük derişimi Temmuz ayında 5412.3 mg/l ve en yüksek derişimi Nisan ayında 19601.4 mg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama toplam çözünmüş maddeler: Nisan ayında 11530 ± 4844 mg/l, Mayıs ayında 10200 ± 1501 mg/l, Haziran ayında 11300 ± 2398 mg/l ve Temmuz ayında 6491 ± 772 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için toplam çözünmüş madde derişimleri 5412.3–19601.4 aralığında ve ortalama 9879.8 ± 3323.4 mg/l bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi, toplam çözünmüş madde için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.10. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre toplam çözünmüş madde değişimi

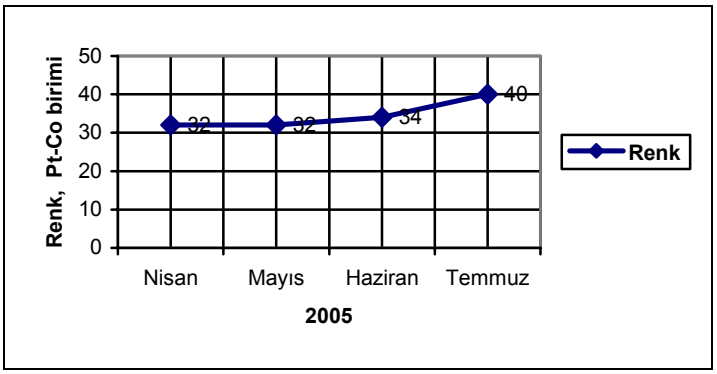
Şekil 4.10.'dan görüleceği üzere ortalama toplam çözünmüş madde derişimi Nisan, Mayıs ve Haziran ayında birbirine yakın seyretmekte, ama Temmuz ayında ani bir düşüşe geçmektedir. Toplam çözünmüş maddeler, çoğunlukla inorganik tuzlardan (kalsiyum, magnezyum, manganez, sodyum, potasyum ve diğer katyonların çoğunlukla karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, fosfat, nitrat tuzları) ileri

gelmektedir. Akgöl'e yapılan evsel ve endüstriyel atık su drenajları ile tarımsal drenajlar ve bölgede yaşanan erozyon gibi faktörler toplam çözünmüş madde derişimini arttırmıştır. Bulunan yüksek sülfat ve klorür derişimleride bunu doğrular niteliktedir.

Toplam çözünmüş maddeler ile ilgili diğer çalışmalar şunlardır: Akgöl-Göksu Deltası-Silifke, 403-39368 mg/l (Başıbüyük 1992), Lake Agmon-İsrail, 277-1368 mg/l (Hambright ve ark. 1998), Eğirdir Gölü-Isparta, 207.12-51542.32 mg/l (Altınkale 2001), Lake Quarun-Mısır, 18800 ± 6100 mg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 301-88993 mg/l (Somay ve Filiz 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 2000 yılı ortalaması 5428 mg/l, 2001 yılı ortalaması 10002.2 mg/l ve 2002 yılı ortalaması 2443 mg/l (Gündoğdu ve ark. 2005). Bu sonuçlara göre Akgöl'e en yakın bulunan sonuç, Gündoğdu ve ark. (2005)'nın 2001 yılı ortalama sonucudur. Diğer çalışmalardaki farklı sonuçların sebebinin; alanın jeolojik yapısı, erozyon ve kirletici yükü gibi nedenlere bağlı olduğu söllenilebilir.

Renk

Renk için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük renk Nisan ve Mayıs ayında 20 Pt-Co birimi ve en yüksek renk Nisan ayında 60 Pt-Co birimi olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda II. Sınıf su kalitesi değerindedir. En düşük Ortalama renk: Nisan ayında 32 ± 16.8 Pt-Co birimi, Mayıs ayında 32 ± 9.75 Pt-Co birimi, Haziran ayında 34 ± 9.62 Pt-Co birimi ve Temmuz ayında 40 ± 10.00 Pt-Co birimi ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için renk 20-60 Pt-Co birimi aralığında ve ortalama 34.5 ± 11.5 Pt-Co birimi bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi; renk için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$).



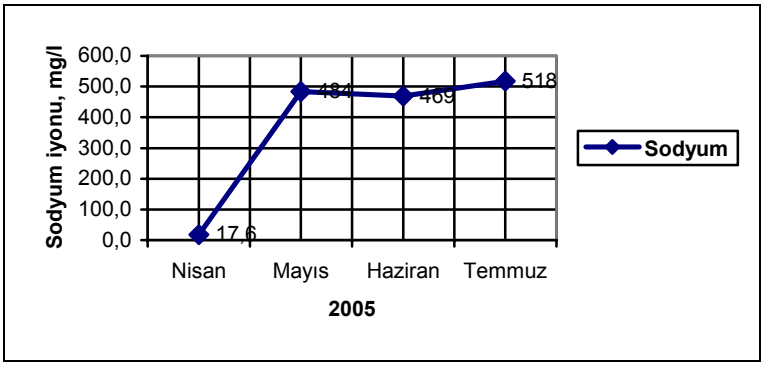
Şekil 4.11. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre renk değişimi

Şekil 4.11.'den görüleceği üzere ortalama rengin Akgöl'de çok değiştiği söylenemez. Nisan ve Mayıs aylarında aynı kalıp, Haziran ve Temmuz aylarında ise artmaktadır. Akgöl'de suyun rengi humik asit gibi doğal organik asitlerden, atık su deşarjlarından ve alandaki sucul bitkilerden etkilenmektedir. Çünkü, Detenbeck ve ark. (2003)'na göre, sulak alanlarda bazı sucul bitkilerin, suyun rengine katkısı fazladır. Renk ile ilgili diğer çalışmalar şunlardır: Caddo Lake-ABD, 36 Pt-Co birimi (Darville ve ark. 1998), Mumcular Barajı-Bodrum 10.2 Pt-Co birimi (Yılmaz 2004). Darville ve ark. (1998)'nın bulduğu sonuç, Akgöl ile benzerlik göstermektedir.

Sodyum

Sodyum iyonu için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.1. , 4.2. , 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük sodyum derişimi Nisan ayında 17.0779 mg/l ve en yüksek derişimi Temmuz ayında 532.7390 mg/l olarak ölçülmüştür. Nisan ayında I. Sınıf, diğer aylarda IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama sodyum iyonu derişimleri: Nisan ayında 17.6 ± 0.937 mg/l, Mayıs ayında 484 ± 23.3 mg/l, Haziran ayında 469 ± 18.2 mg/l ve Temmuz ayında 518 ± 14.7 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.9.'da görüldüğü gibi, Akgöl için sodyum derişimi 16.9538–532.7390 mg/l aralığında ve ortalama 372.36 ± 211.46 mg/l bulunmuştur. Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi sodyum iyonu için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.12.'de ortalama sodyum

iyonu derişimi Nisan ayından sonra ani bir yükselişe geçmiş, Mayıs ve Haziran ayında birbirine yakın seyretmiş ve Temmuz ayında yükselmiştir.



Şekil 4.12. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre sodyum iyonu değişimi

Şekil 4.12.'den görüleceği üzere ortalama sodyum iyonu derişimi Nisan ayından sonra ani bir yükselişe geçmiş, Mayıs ve Haziran ayında birbirine yakın seyretmiş ve Temmuz ayında yükselmiştir. Akgöl'de bölgesel jeolojik koşullar ile evsel ve endüstriyel atık su deşarjları sulardaki sodyum miktarının artışına neden olmaktadır. Sodyum ile ilgili diğer çalışmalar şunlardır: Tablas De Daimiel National Park-İspanya, 71-847 mg/ l (Berzas ve ark. 2000), Lake Quarun-Mısır, 5270 ± 1750 mg/l (Mansour ve Sidky 2003). Akgöl ile benzer çalışma yoktur.

4.2.2. İnorganik kirlenme parametreleri

Akgöl'den alınan su örneklerinde, Nisan-Temmuz 2005 dönemlerine ait inorganik kirlenme parametreleri için analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.11. ,4.12. ,4.13. ve 4.14.'te verilmektedir.

Çizelge 4.11. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Nisan 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları

PARAMETRE (C)		**NOKTA N1**	**NOKTA N2**	**NOKTA N3**	**NOKTA N4**	**NOKTA N5**
Kadmiyum	mg Cd/l	0.0007	0.0008	0.0005	0.0001	0.000
Kurşun	mg Pb/l	0.0094	0.0036	0.0198	0.0179	0.0138
Arsenik	mg As/l	0.1339	0.1331	0.0696	0.1217	0.0946
Bakır	mg Cu/l	0.0648	0.0750	0.0530	0.0654	0.0520
Krom	mg Cr/l	0.0029	0.0047	0.0040	0.0045	0.0033
Kobalt	mg Co/l	0.0044	0.0034	0.0040	0.0054	0.0037
Nikel	mg Ni/l	0.0131	0.0120	0.0140	0.0119	0.0077
Çinko	mg Zn/l	0.0006	0.0202	0.0066	0.0258	0.0150
Demir	mg Fe/l	0.1140	0.3561	0.2818	0.0701	0.0457
Mangan	mg Mn/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056
Bor	mg B/l	7.6221	7.6222	5.8707	9.7678	6.0645
Selenyum	mg Se/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Baryum	mg Ba/l	0.0311	0.0339	0.0222	0.0375	0.0333
Alüminyum	mg Al/l	0.0727	0.2188	0.1953	0.1034	0.0342
*Gümüş	mg Ag/l	0.0167	0.0190	0.0092	0.0158	0.0128
*Vanadyum	mg V/l	0.0330	0.0344	0.0237	0.0409	0.0213
*Bizmut	mg Bi/l	0.0000	0.0005	0.0000	0.0095	0.0000
*Galyum	mg Ga/l	0.0464	0.0232	0.0401	0.0447	0.0480
*İndiyum	mg In/l	0.0329	0.0228	0.0219	0.0089	0.0000
*Talyum	mg Ta/l	0.0096	0.0067	0.0049	0.0000	0.0052

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir ve ayrı olarak çalışılmıştır.

Çizelge 4.12. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Mayıs 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları

PARAMETRE (C)		**NOKTA M1**	**NOKTA M2**	**NOKTA M3**	**NOKTA M4**	**NOKTA M5**
Kadmiyum	mg Cd/l	0.0000	0.0006	0.0006	0.0003	0.0000
Kurşun	mg Pb/l	0.0364	0.0288	0.0466	0.0358	0.0444
Arsenik	mg As/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bakır	mg Cu/l	0.0260	0.0211	0.0220	0.0188	0.0271
Krom	mg Cr/l	0.0084	0.0045	0.0047	0.0092	0.0040
Kobalt	mg Co/l	0.0080	0.0081	0.0085	0.0106	0.0080
Nikel	mg Ni/l	0.0164	0.0184	0.0216	0.0171	0.0143
Çinko	mg Zn/l	0.0638	0.0538	0.0000	0.0065	0.0714
Demir	mg Fe/l	0.1881	0.1895	0.0986	0.0732	0.1735
Mangan	mg Mn/l	0.0071	0.0145	0.0067	0.0054	0.0209
Bor	mg B/l	35.7847	33.2255	31.2111	35.8551	14.3485
Selenyum	mg Se/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Baryum	mg Ba/l	0.0791	0.0751	0.0651	0.0806	0.0765
Alüminyum	mg Al/l	0.0994	0.2411	0.1586	0.1168	0.0862
*Gümüş	mg Ag/l	0.0550	0.0632	0.0505	0.0593	0.0270
*Vanadyum	mg V/l	0.0424	0.0464	0.0411	0.0412	0.0225
*Bizmut	mg Bi/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
*Galyum	mg Ga/l	0.0935	0.0594	0.0000	0.0747	0.0897
*İndiyum	mg In/l	0.0341	0.0361	0.0866	0.0369	0.0251
*Talyum	mg Ta/l	0.0174	0.0000	0.0037	0.0007	0.0367

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir ve ayrı olarak çalışılmıştır.

Çizelge 4.13. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Haziran 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları

PARAMETRE (C)		NOKTA H1	NOKTA H2	NOKTA H3	NOKTA H4	NOKTA H5
Kadmiyum	mg Cd/l	0.0010	0.0017	0.0010	0.0009	0.0010
Kurşun	mg Pb/l	0.0428	0.0267	0.0028	0.0353	0.0192
Arsenik	mg As/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bakır	mg Cu/l	0.0135	0.0131	0.0315	0.0153	0.0077
Krom	mg Cr/l	0.0053	0.0062	0.0064	0.0128	0.0090
Kobalt	mg Co/l	0.0090	0.0056	0.0064	0.0095	0.0080
Nikel	mg Ni/l	0.0205	0.0296	0.0241	0.0272	0.0164
Çinko	mg Zn/l	0.0000	0.0000	0.0498	0.0000	0.0000
Demir	mg Fe/l	0.0000	0.0000	0.0298	0.0291	0.0000
Mangan	mg Mn/l	0.0095	0.0028	0.0069	0.0062	0.0098
Bor	mg B/l	49.8240	47.6970	48.2694	49.5132	13.3207
Selenyum	mg Se/l	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Baryum	mg Ba/l	0.1071	0.0915	0.0946	0.1016	0.0951
Alüminyum	mg Al/l	0.0770	0.0561	0.0839	0.0753	0.0229
*Gümüş	mg Ag/l	0.0708	0.1010	0.0685	0.0793	0.0204
*Vanadyum	mg V/l	0.0378	0.0530	0.0532	0.0529	0.0320
*Bizmut	mg Bi/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
*Galyum	mg Ga/l	0.0000	0.0790	0.1173	0.0491	0.0931
*İndiyum	mg In/l	0.0563	0.1229	0.0561	0.0733	0.0118
*Talyum	mg Ta/l	0.0153	0.0185	0.0239	0.0160	0.0102

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir ve ayrı olarak çalışılmıştır.

Çizelge 4.14. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Temmuz 2005 için inorganik kirlenme parametrelerine dair su analiz sonuçları

PARAMETRE (C)		NOKTA T1	NOKTA T2	NOKTA T3	NOKTA T4	NOKTA T5
Kadmiyum	mg Cd/l	0.0032	0.0025	0.0021	0.0040	0.0009
Kurşun	mg Pb/l	0.0314	0.0294	0.0301	0.0286	0.0267
Arsenik	mg As/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bakır	mg Cu/l	0.0471	0.0336	0.0213	0.0000	0.0118
Krom	mg Cr/l	0.0263	0.0217	0.0182	0.0126	0.0288
Kobalt	mg Co/l	0.0096	0.0100	0.0184	0.0164	0.0201
Nikel	mg Ni/l	0.0271	0.0286	0.0273	0.0317	0.0306
Çinko	mg Zn/l	0.0929	0.1089	0.1583	0.0277	0.1201
Demir	mg Fe/l	0.3114	0.1265	0.8504	0.0356	0.0851
Mangan	mg Mn/l	0.0457	0.0314	0.0520	0.0415	0.0419
Bor	mg B/l	29.3129	28.0061	26.3343	27.6122	19.9875
Selenyum	mg Se/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Baryum	mg Ba/l	0.0848	0.0704	0.0857	0.0866	0.0792
Alüminyum	mg Al/l	0.1090	0.1028	0.0484	0.0698	0.0676
*Gümüş	mg Ag/l	0.1398	0.1344	0.1166	0.1413	0.0809
*Vanadyum	mg V/l	0.0444	0.0565	0.0427	0.0487	0.0469
*Bizmut	mg Bi/l	0.0434	0.0382	0.0239	0.0286	0.0792
*Galyum	mg Ga/l	0.2067	0.0000	0.1649	0.1353	0.2532
*İndiyum	mg In/l	0.0589	0.0997	0.0886	0.1234	0.1129
*Talyum	mg Ta/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir ve ayrı olarak çalışılmıştır.

Analiz sonuçlarının ortalamalarına göre; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonymous 2004) Çizelge 3.4.'ten kalite sınıflarına ait Çizelge 4.15. ,4.16. ,4.17. ve 4.18. oluşturulur. Kalite sınıflarına ait birimler yönetmelikte alüminyum hariç, tüm parametreler için

µg/l olarak verilmiştir.

Çizelge 4.15. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (C)		**Max.**	**Min.**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Su Kalite Sınıfı**
Kadmiyum	µg Cd/l	0.800	0.000	0.420	0.356	I
Kurşun	µg Pb/l	19.80	3.60	12.90	6.56	II
Arsenik	µg As/l	133.9	69.6	111.0	27.9	IV
Bakır	µg Cu/l	75.00	52.00	62.00	9.61	III
Krom	µg Cr/l	4.700	2.900	3.880	0.769	I
Kobalt	µg Co/l	5.400	3.400	4.180	0.776	I
Nikel	µg Ni/l	14.00	7.70	11.70	2.42	I
Çinko	µg Zn/l	25.8	0.6	13.6	10.2	I
Demir	µg Fe/l	356.1	45.7	174.0	138.0	I
Mangan	µg Mn/l	5.60	0.00	1.12	2.50	I
Bor	µg B/l	9767.8	5870.7	7389.0	1567.0	IV
Selenyum	µg Se/l	0.000	0.000	0.000	0.000	I
Baryum	µg Ba/l	37.50	22.20	31.60	5.74	I
Alüminyum	mg Al/l	0.2188	0.0342	0.1250	0.0794	I
*Gümüş	mg Ag/l	0.0190	0.0092	0.0147	0.0038	?
*Vanadyum	mg V/l	0.0409	0.0213	0.0306	0.0081	?
*Bizmut	mg Bi/l	0.0095	0.0000	0.0020	0.0042	?
*Galyum	mg Ga/l	0.0480	0.0232	0.0405	0.0101	?
*İndiyum	mg In/l	0.0329	0.0000	0.0173	0.0129	?
*Talyum	mg Ta/l	0.0056	0.0000	0.0052	0.0035	?

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir. Bu yüzden su kalite sınıfı ? işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Araştırma konusu Akgöl'e ait Mayıs 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (C)		Max.	Min.	Ortalama	Standart Sapma	Su Kalite Sınıfı
Kadmiyum	µg Cd/l	0.600	0.000	0.300	0.300	I
Kurşun	µg Pb/l	46.60	28.80	38.40	7.18	III
Arsenik	µg As/l	0.000	0.000	0.000	0.000	I
Bakır	µg Cu/l	27.10	18.80	23.00	3.47	II
Krom	µg Cr/l	9.20	4.00	6.16	2.44	I
Kobalt	µg Co/l	10.60	8.00	8.64	1.11	I
Nikel	µg Ni/l	21.60	14.30	17.60	2.70	I
Çinko	µg Zn/l	71.40	0.00	39.10	33.40	I
Demir	µg Fe/l	190.00	73.20	145.00	54.70	I
Mangan	µg Mn/l	20.90	5.40	10.90	6.62	I
Bor	µg B/l	35855.1	14348.5	30080.0	9008.0	IV
Selenyum	µg Se/l	0.000	0.000	0.000	0.000	I
Baryum	µg Ba/l	80.60	65.10	75.30	6.08	I
Alüminyum	mg Al/l	0.2411	0.0862	0.1400	0.0625	I
*Gümüş	mg Ag/l	0.0632	0.0270	0.0510	0.0142	?
*Vanadyum	mg V/l	0.0464	0.0225	0.0387	0.0093	?
*Bizmut	mg Bi/l	0.000	0.000	0.000	0.000	?
*Galyum	mg Ga/l	0.0935	0.0000	0.0635	0.0379	?
*İndiyum	mg In/l	0.0866	0.0251	0.0438	0.0244	?
*Talyum	mg Ta/l	0.0367	0.0000	0.0117	0.0156	?

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir. Bu yüzden su kalite sınıfı ? işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Araştırma konusu Akgöl'e ait Haziran 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (C)		**Max.**	**Min.**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Su Kalite Sınıfı**
Kadmiyum	µg Cd/l	1.700	0.900	1.120	0.327	I
Kurşun	µg Pb/l	42.80	2.80	25.40	15.40	III
Arsenik	µg As/l	0.000	0.000	0.000	0.000	I
Bakır	µg Cu/l	31.50	7.70	16.20	9.00	I
Krom	µg Cr/l	12.80	5.30	7.94	3.05	I
Kobalt	µg Co/l	9.00	5.60	7.70	1.67	I
Nikel	µg Ni/l	29.60	16.40	23.60	5.26	II
Çinko	µg Zn/l	49.80	0.00	9.96	22.30	I
Demir	µg Fe/l	29.80	0.00	11.80	16.10	I
Mangan	µg Mn/l	9.80	2.80	7.04	7.50	I
Bor	µg B/l	49824.0	13320.7	41720.0	15900.0	IV
Selenyum	µg Se/l	0.800	0.000	0.160	0.358	I
Baryum	µg Ba/l	107.10	91.50	98.00	6.28	I
Alüminyum	mg Al/l	0.0839	0.0229	0.0630	0.0247	I
*Gümüş	mg Ag/l	0.1010	0.0204	0.0680	0.0290	?
*Vanadyum	mg V/l	0.0532	0.0320	0.0458	0.0101	?
*Bizmut	mg Bi/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	?
*Galyum	mg Ga/l	0.1173	0.0000	0.0677	0.0451	?
*İndiyum	mg In/l	0.1229	0.0118	0.0641	0.0400	?
*Talyum	mg Ta/l	0.0239	0.0102	0.0168	0.0041	?

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir. Bu yüzden su kalite sınıfı ? işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Araştırma konusu Akgöl'e ait Temmuz 2005 inorganik kirlenme parametrelerinin su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

PARAMETRE (C)		Max.	Min.	Ortalama	Standart Sapma	Su Kalite Sınıfı
Kadmiyum	µg Cd/l	4.000	0.900	2.540	1.170	I
Kurşun	µg Pb/l	31.40	26.70	29.20	1.75	III
Arsenik	µg As/l	0.000	0.000	0.000	0.000	I
Bakır	µg Cu/l	47.10	0.00	22.80	18.40	II
Krom	µg Cr/l	28.80	12.60	21.50	6.45	II
Kobalt	µg Co/l	20.10	9.60	14.90	4.84	II
Nikel	µg Ni/l	31.70	27.10	29.10	2.03	II
Çinko	µg Zn/l	158.00	27.70	102.00	47.80	I
Demir	µg Fe/l	850.40	35.60	282.00	335.00	I
Mangan	µg Mn/l	52.00	31.40	42.50	7.50	I
Bor	µg B/l	29312.9	19987.5	26250.0	3659.0	IV
Selenyum	µg Se/l	0.000	0.000	0.000	0.000	I
Baryum	µg Ba/l	86.60	70.40	81.30	6.76	I
Alüminyum	mg Al/l	0.1090	0.0484	0.0795	0.0255	I
*Gümüş	mg Ag/l	0.1413	0.0809	0.1230	0.0250	?
*Vanadyum	mg V/l	0.0565	0.0427	0.0478	0.0054	?
*Bizmut	mg Bi/l	0.0792	0.0239	0.0427	0.0218	?
*Galyum	mg Ga/l	0.2532	0.0000	0.1520	0.0959	?
*İndiyum	mg In/l	0.1234	0.0589	0.0963	0.0251	?
*Talyum	mg Ta/l	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	?

* Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için yönetmelikte su kalite sınıfları için değer verilmemektedir. Bu yüzden su kalite sınıfı ? işareti ile gösterilmiştir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Anonymous 2004), Madde 10'a göre su kalite sınıfları belirlenir. Su kalite sınıflarının nasıl belirlendiğine dair açıklama, fiziksel ve inorganik-kimyasal su kalite sınıfları ile ilgili bölümde verilmişti.

Bu açıklamaya göre C grubu parametreler, inorganik kirlenme parametrelerine dair analiz sonuçları; Nisan ayı için IV.Sınıf, Mayıs ayı için IV. Sınıf, Haziran ayı

için IV. Sınıf ve Temmuz ayı için IV. Sınıftır. Yani çalışılan tüm aylarda inorganik kimyasal kirlenmelere dair analiz parametreleri IV.Sınıf (çok kirlenmiş su) sınıfına girmektedir. Su kalite sınıflarını gösteren çizelgeler incelendiğinde tüm aylarda su kalitesini, IV. Sınıf su kalitesine çıkaran parametrenin Bor olduğu görülecektir.

Çizelge 4.19. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi boyunca çalışılan inorganik kirlenme parametrelerinin ortalama ve standart sapmaları

PARAMETRE		ORTALAMA	STANDART SAPMA	ÖLÇÜM ARALIĞI Min. - Max.
Kadmiyum	mg Cd/l	0.0011	0.0010	0.0000 – 0.0017
Kurşun	mg Pb/l	0.0264	0.0126	0.0028 – 0.0466
Arsenik	mg As/l	0.0276	0.0507	0.0000 – 0.1339
Bakır	mg Cu/l	0.0310	0.0213	0.0000 – 0.0750
Krom	mg Cr/l	0.0098	0.0078	0.0029 – 0.0288
Kobalt	mg Co/l	0.0088	0.0046	0.0034 – 0.0201
Nikel	mg Ni/l	0.0205	0.0073	0.0077 – 0.0317
Çinko	mg Zn/l	0.0407	0.0477	0.0000 – 0.1583
Demir	mg Fe/l	0.1529	0.1948	0.0000 – 0.8504
Mangan	mg Mn/l	0.0154	0.0171	0.0000 – 0.0520
Bor	mg B/l	26.362	15.301	5.8707 – 49.8240
Selenyum	mg Se/l	0.00004	0.00018	0.0000 – 0.0008
Baryum	mg Ba/l	0.0715	0.0258	0.0222 – 0.1071
Alüminyum	mg Al/l	0.1019	0.0589	0.0229 – 0.2411
Gümüş	mg Ag/l	0.0640	0.0442	0.0092 – 0.1413
Vanadyum	mg V/l	0.0407	0.0103	0.0213 – 0.0565
Bizmut	mg Bi/l	0.0111	0.0212	0.0000 – 0.0792
Galyum	mg Ga/l	0.0809	0.0676	0.0000 – 0.2532
İndiyum	mg In/l	0.0554	0.0389	0.0000 – 0.1234
Talyum	mg Ta/l	0.0084	0.0101	0.0000 – 0.0367

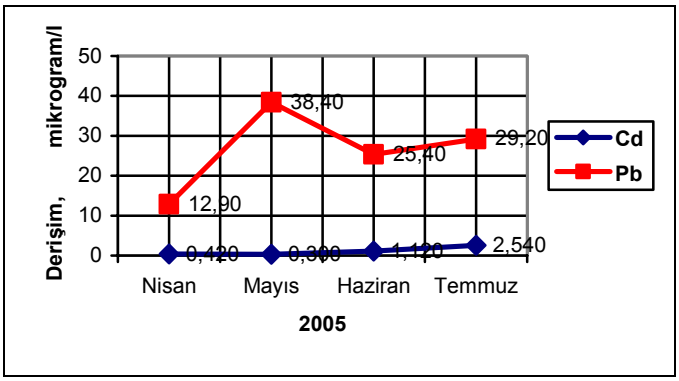
Aylara göre numune alımının, göl su kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için tek yönlü varyans analizi tablosuna bakmak gerekir. Hesaplanan değerler Çizelge 4.20.'de verilmektedir.

Çizelge 4.20. % 95 güven aralığında araştıma konusu Akgöl'e ait inorganik kirlenme parametreleri için varyans analizi sonuçları

PARAMETRE (C)	F DEĞERİ	P DEĞERİ	ANALİZ SONUCU p=0.05
Kadmiyum	12.55	0.000	p<0.05
Kurşun	6.663	0.004	p<0.05
Arsenik	78.65	0.000	p<0.05
Bakır	16.75	0.000	p<0.05
Krom	21.95	0.000	p<0.05
Kobalt	14.22	0.000	p<0.05
Nikel	24.93	0.000	p<0.05
Çinko	8.973	0.001	p<0.05
Demir	1.841	0.180	p>0.05
Mangan	59.90	0.000	p<0.05
Bor	11.62	0.000	p<0.05
Selenyum	1.000	0.428	p>0.05
Baryum	103.3	0.000	p<0.05
Alüminyum	2.338	0.112	p>0.05
Gümüş	23.32	0.000	p<0.05
Vanadyum	4.268	0.022	p<0.05
Bizmut	17.89	0.000	p<0.05
Galyum	3.741	0.0033	p<0.05
İndiyum	7.434	0.002	p<0.05
Talyum	3.816	0.031	p<0.05

Bu sonuçlara göre; demir, selenyum ve alüminyum dışında tüm parametreler için Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında anlamlı farklar mevcuttur. Diğer bir ifadeyle, istatiksel olarak % 95 güven aralığında aylık ortalamalar; demir, selenyum ve alüminyum dışında aylara göre değişmektedir. Bu değişikliğin sebebi su çekilmesi ve buharlaşma, iklimsel özellikler, kirletici konsantrasyonlarındaki değişmeler, kamış gibi sucul bitkilerin giderim kapasiteleri gibi nedenler olabilir.

İnorganik kirlenme parametrelerine dair bütün parametreler sıra ile ele alınırsa:



Şekil 4.13. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre kadmiyum ve kurşun değişimleri

Kadmiyum

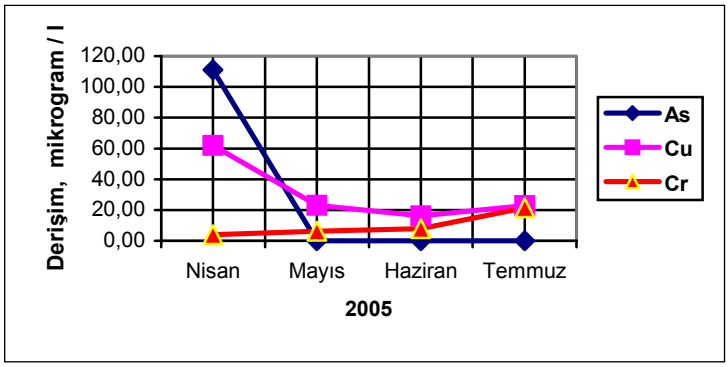
Kadmiyum için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük kadmiyum derişimi Nisan ve Mayıs aylarında 0.00 µg/l ve en yüksek kadmiyum derişimi Temmuz ayında 4.00 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama kadmiyum derişimleri: Nisan ayında 0.420 ± 0.356 µg/l, Mayıs ayında 0.300 ± 0.300 µg/l, Haziran ayında 1.120 ± 0.327 µg/l ve Temmuz ayında 2.540 ± 1.170 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da kadmiyum için verilen değerler µg/l'ye çevrildiğinde, kadmiyum derişimleri 0.0-1.7 µg/l aralığında ve ortalama 1.1 ± 1.0 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, kadmiyum için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.13.'ten görüleceği üzere, kadmiyum derişimleri aylara göre değişkendir. Nisan ayından Mayıs'a kadar düşen kadmiyum derişimi, daha sonra sürekli artmış ve Temmuz'da maksimum derişime ulaşmıştır. Akgöl'de kadmiyum derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Ayrıca, kadmiyum fosforlu gübrelerin yapısında da bulunur, bu yüzden tarımsal faaliyetler de kadmiyum derişimini arttırır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da kadmiyum derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 0.11-2.75 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Uluabat Gölü-Bursa, 2.0-8.0

µg/l (Bebek 2001), Lake Quarun-Mısır, 2.0-50.0 µg/l ve ortalama 20.0 ± 8.0 µg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 4.0-13.0 µg/l (Somay ve Filiz 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0.0-9.0 µg/l ve ortalama 2.0 ± 4.0 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Akgöl için en yakın sonuç, Kartal ve Tokalıoğlu'nun (1994), Sultansazlığı-Yay Gölünde yaptığı çalışmadır. Akgöl'deki kadmiyum derişimi ortalaması, SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışmalar; Sultansazlığı-Yay Gölü (Kartal ve Tokalıoğlu 1994) ve Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilmiştir.

Kurşun

Kurşun için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük kurşun derişimi Haziran ayında 2.80 µg/l ve en yüksek kurşun derişimi Mayıs ayında 46.60 µg/l olarak ölçülmüştür. Nisan ayında II. Sınıf, diğer aylarda ise III. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama kurşun derişimleri: Nisan ayında 12.90 ± 6.56 µg/l, Mayıs ayında 38.40 ± 7.18 µg/l, Haziran ayında 25.40 ± 15.40 µg/l ve Temmuz ayında 29.20 ± 1.75 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da kurşun için verilen değerler µg/l'ye çevrildiğinde, kurşun derişimleri 2.8-46.6 µg/l aralığında ve ortalama 26.4 ± 12.6 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, kurşun için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.13.'ten görüleceği üzere, kurşun derişimlerinde aylara göre değişkenlikler söz konusudur. Mayıs ayında maksimum derişime ulaşan kurşun, Haziran ve Temmuz'da düşmüştür. Akgöl'de kurşun derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjlarıdır. Ayrıca, kurşun fosforlu gübrelerin yapısında da bulunur, bu yüzden tarımsal faaliyetler de kurşun derişimini arttırır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da kurşun derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Akgöl-Göksu Deltası-Silifke, 10-20 µg/l (Başıbüyük 1992), Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 2.6-19 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Uluabat Gölü-Bursa, 3.0-16.0 µg/l (Bebek 2001), Sapanca Gölü-Adapazarı, 118-140 µg/l (Yalçın ve Sevinç 2001), Lake Quarun-Mısır, 16.0-45.0 µg/l ve ortalama 20.0 ± 6.0 µg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 15.0-560 µg/l (Somay ve Filiz

2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0.0-32.0 µg/l ve ortalama 14 ± 16 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Akgöl için diğer çalışmalara nazaran benzer çalışma, Mansour ve Sidky (2003)'nin çalışmasıdır. Akgöl'deki kurşun derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, III. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer bir çalışma yoktur.



Şekil 4.14. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre arsenik, bakır ve krom değişimleri

Arsenik

Arsenik için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük arsenik derişimi Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında 0.00 µg/l ve en yüksek arsenik derişimi Nisan ayında 133.9 µg/l olarak ölçülmüştür. Nisan ayında IV. Sınıf, diğer aylarda ise I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama arsenik derişimleri: Nisan ayında 111.0 ± 27.9 µg/l, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayında 0.00 ± 0.00 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da arsenik için verilen değerler µg/l'ye çevrildiğinde, arsenik derişimleri 0-133.9 µg/l aralığında ve ortalama 27.6 ± 50.7 µg/l'dir. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, arsenik için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.14.'ten görüleceği üzere, arsenik derişimleri değişkendir. Nisan ayında maksimum derişimde bulunan arsenik; Mayıs, Haziran ve

Temmuz aylarında sıfıra düşmüştür. Nisan ayında ölçülen yüksek arsenik derişimleri (69.6-133.9 µg/l), çok yüksek miktarda arsenik içeren endüstriyel bir atığın boşaltılmış olabileceği kanısını doğurmaktadır. Nisan ayında göle yüksek arsenik içeren kirleticilerin girmesi ve daha sonra tamamen sucul bitkilerde akümülasyonu, çökelme gibi sebeblerle giderimi olabilir. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da arsenik derişimleri üzerinde etkilidir. Arseniğin tuzlu sulardaki ölçülen akut derişiminin, 69 µg/l olması tavsiye edilmektedir (USEPA 2005). Bu yüzden, Nisan ayında ölçülen, akut arsenik derişimleri toksik düzeydedir. Bebek (2001), Uluabat Gölü-Bursa'da yaptığı çalışmada 0.0-59.0 µg/l arsenik derişimi bulmuştur, bulunan bu sonuç Akgöl ile benzerlik göstermemektedir.

Bakır

Bakır için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük bakır derişimi Temmuz ayında 0.00 µg/l ve en yüksek bakır derişimi Nisan ayında 75.00 µg/l olarak ölçülmüştür. Nisan ayında III. Sınıf, Mayıs ve Temmuz aylarında II. Sınıf, Haziran ayında ise I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama bakır derişimleri: Nisan ayında 62.00 ± 9.61 µg/l, Mayıs ayında 23.00 ± 3.47 µg/l, Haziran ayında 16.20 ± 9.00 µg/l ve Temmuz ayında 22.80 ± 18.40 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, bakır derişimleri 0.0-75 µg/l aralığında ve ortalama 31.0 ± 21.3 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, bakır için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.14.'ten görüleceği üzere, bakır derişimlerinde aylara göre değişkenlikler söz kdnusudur. Nisan ayında maksimum derişime ulaşan bakır, Mayıs, Haziran ve Temmuz'da düşmüştür. Akgöl'de bakır derişimi evsel ve endüstriyel atık su deşarjlarının miktarı, pestisitler, sulak alan bitkilerinin dağılımı, etkili alıkonma zamanı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 3.2-18 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Uluabat Gölü-Bursa, 8.0-17.0 µg/l (Bebek 2001), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 60 µg/l (Demirel 2002), Lake Quarun-Mısır, 180-280 µg/l ve ortalama 240 ± 10 µg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 4.0-170 µg/l (Somay ve Filiz 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0.0-

57.0 µg/l ve ortalama 27 ± 30 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Diğer çalışmalara nazaran, Akgöl ile benzer bir çalışma Aydın ve Yıldız (2004)'ın yaptığı çalışmadır Akgöl'deki bakır derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, II. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma; Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilmiştir.

Krom

Krom için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük krom derişimi Nisan ayında 2.90 µg/l ve en yüksek krom derişimi Temmuz ayında 28.80 µg/l olarak ölçülmüştür. Temmuz ayında II. Sınıf, diğer aylarda ise I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama krom derişimleri: Nisan ayında 3.880 ± 0.769 µg/l, Mayıs ayında 6.16 ± 2.44 µg/l, Haziran ayında 7.94 ± 3.05 µg/l ve Temmuz ayında 21.50 ± 6.45 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, krom derişimleri 2.9-28.8 µg/l aralığında ve ortalama 9.8 ± 7.8 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, krom için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.14.'ten görüleceği üzere, aylara göre krom derişimi sürekli artmıştır. Akgöl'de krom derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da krom derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 1.3-4.7 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Uluabat Gölü-Bursa, 0-30.0 µg/l (Bebek 2001), Lake Quarun-Mısır, 211-564 µg/l ve ortalama 360 ± 6 µg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 110-440 µg/l (Somay ve Filiz 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0.0-80.0 µg/l ve ortalama 20 ± 40 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Diğer çalışmalara nazaran, Akgöl ile benzer bir çalışma, Bebek (2001)'in yaptığı çalışmadır. Akgöl'deki toplam krom derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma; Sultansazlığı-Yay Gölü (Kartal ve Tokalıoğlu 1994) için bildirilmiştir.

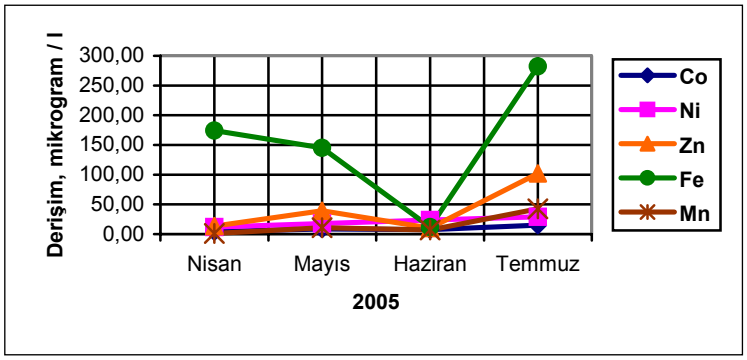
Kobalt

Kobalt için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük kobalt derişimi Nisan ayında 3.60 µg/l ve en yüksek kobalt derişimi Temmuz ayında 20.10 µg/l olarak ölçülmüştür. Temmuz ayında II. Sınıf, diğer aylarda ise I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama kobalt derişimleri: Nisan ayında 4.180 ± 0.776 µg/l, Mayıs ayında 8.64 ± 1.11 µg/l, Haziran ayında 7.70 ± 1.67 µg/l ve Temmuz ayında 14.90 ± 4.84 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi kobalt derişimleri, 3.4-20.1 µg/l aralığında ve ortalama 8.8 ± 4.6 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, kobalt için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.15.'ten görüleceği üzere, kobalt derişimlerinde aylara göre değişkenlikler söz konusudur. Mayıs ayına kadar artmış, Haziran'da bir miktar düşmüş ve Temmuz'da maksimuma ulaşmıştır. Akgöl'de kobalt derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 2.1-6.5 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Lake Quarun-Mısır, 0-8.0 µg/l ve ortalama 4.0 ± 1.0 µg/l (Mansour ve Sidky 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0.0-3.0 µg/l ve ortalama 1.0 ± 1.0 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Diğer çalışmalara nazaran, Akgöl ile benzer bir çalışma yoktur. Akgöl'deki kobalt derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma; Sultansazlığı-Yay Gölü (Kartal ve Tokalıoğlu 1994) ve Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilmiştir.

Nikel

Nikel için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük nikel derişimi Nisan ayında 7.7 µg/l ve en yüksek nikel derişimi Temmuz ayında 31.70 µg/l olarak ölçülmüştür. Nisan ve Mayıs ayında I. Sınıf, diğer aylarda ise II. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama nikel derişimleri: Nisan ayında 11.70 ± 2.42 µg/l, Mayıs ayında 17.60 ± 2.70 µg/l, Haziran ayında 23.60 ± 5.26 µg/l ve Temmuz ayında 29.10 ± 4.03 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, nikel derişimleri 7.7-31.7

µg/l aralığında ve ortalama 20.5 ± 7.3 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, nikel için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.15. 'ten görüleceği üzere, nikel derişimi sürekli artmıştır. Akgöl'de nikel derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su drenajları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da nikel derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 16.0-47.0 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Lake Quarun-Mısır, 0-22.0 µg/l ve ortalama 10.0 ± 4.0 µg/l (Mansour ve Sidky 2003), Kuş Cenneti-İzmir, 50-1343 µg/l (Somay ve Filiz 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0.0-58.0 µg/l ve ortalama 15 ± 28 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Diğer çalışmalara nazaran, Akgöl ile benzer bir çalışma yoktur. Akgöl'deki nikel derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, II. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma; Sultansazlığı-Yay Gölü (Kartal ve Tokalıoğlu 1994) için bildirilmiştir.



Şekil 4.15. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre kobalt, nikel, çinko, demir ve mangan değişimleri

Çinko

Çinko için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük çinko derişimi

Mayıs ve Haziran aylarında 0.00 µg/l ve en yüksek çinko derişimi Temmuz ayında 158.00 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama çinko derişimleri: Nisan ayında 13.6 ± 10.2 µg/l, Mayıs ayında 39.10 ± 33.40 µg/l, Haziran ayında 9.96 ± 22.30 µg/l ve Temmuz ayında 102.00 ± 47.80 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, çinko derişimleri 0.0-158.3 µg/l aralığında ve ortalama 40.7 ± 47.7 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi çinko için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.15.'ten görüleceği üzere, çinko derişimleri aylara göre değişkenlikler göstermektedir. Mayıs ayına kadar artmış, Haziran'da bir miktar düşmüş ve Temmuz'da maksimuma ulaşmıştır. Akgöl'de çinko derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, gübreler ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da çinko derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 2.0-3.4 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Tablas De Daimiel National Park-İspanya, <10-38 µg/l (Berzas ve ark. 2000), Sapanca Gölü-Adapazarı, 350-1425 µg/l (Yalçın ve Sevinç 2001), Lake Quarun-Mısır, 16.0-28.0 µg/l ve ortalama 20.0 ± 2.0 µg/l (Mansour ve Sidky 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0-400 µg/l ve ortalama 135 ± 188 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Akgöl için diğer çalışmalara nazaran benzer bir çalışma yoktur. Akgöl'deki çinko derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma; Sultansazlığı-Yay Gölü (Kartal ve Tokalıoğlu 1994) ve Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilmiştir.

Demir

Demir için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük demir derişimi Haziran ayında 0.00 µg/l ve en yüksek demir derişimi Temmuz ayında 850.4 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama demir derişimleri: Nisan ayında 174.0 ± 138.0 µg/l, Mayıs ayında 145.00 ± 54.70 µg/l, Haziran ayında 11.80 ± 16.10 µg/l ve Temmuz ayında 282.00 ± 335.00 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, demir derişimleri 0.0-850.4 µg/l

aralığında ve ortalama 153 ± 195 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, demir için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.15.'ten görüleceği üzere, aylara göre demir derişimi değişkenlik göstermektedir. Haziran ayına kadar düşmüş, Temmuz'da en yüksek derişime ulaşmıştır. Akgöl'de demir derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da demir derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 150-274 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Tablas De Daimiel National Park-İspanya, 260 ± 470 µg/l (Berzas ve ark. 2000), Uluabat Gölü-Bursa, 10-884 µg/l (Bebek 2001), Sapanca Gölü-Adapazarı, 237-480 µg/l (Yalçın ve Sevinç 2001), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 430 µg/l (Demirel 2002), Lake Quarun-Mısır, 200-8929 µg/l ve ortalama 460 ± 50 µg/l (Mansour ve Sidky 2003) ve Tuz Gölü-Konya, 0-500 µg/l ve ortalama 300 ± 141 µg/l (Aydın ve Yıldız 2004). Akgöl için diğer çalışmalara nazaran benzer bir çalışma Uluabat Gölü (Bebek 2001) için bildirilmiştir. Akgöl'deki demir derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma; Sultansazlığı-Yay Gölü (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Uluabat Gölü (Bebek 2001) ve Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilmiştir.

Mangan

Mangan için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük mangan derişimi Nisan ayında 0.00 µg/l ve en yüksek mangan derişimi Temmuz ayında 52.0 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama mangan derişimleri: Nisan ayında 1.12 ± 2.50 µg/l, Mayıs ayında 10.90 ± 6.62 µg/l, Haziran ayında 7.04 ± 7.50 µg/l ve Temmuz ayında 42.50 ± 7.50 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, mangan derişimleri 0.0-52.0 µg/l aralığında ve ortalama 15.4 ± 17.1 µg/l derişiminde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, mangan için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.15.'ten görüleceği üzere, aylara göre mangan derişimlerinde

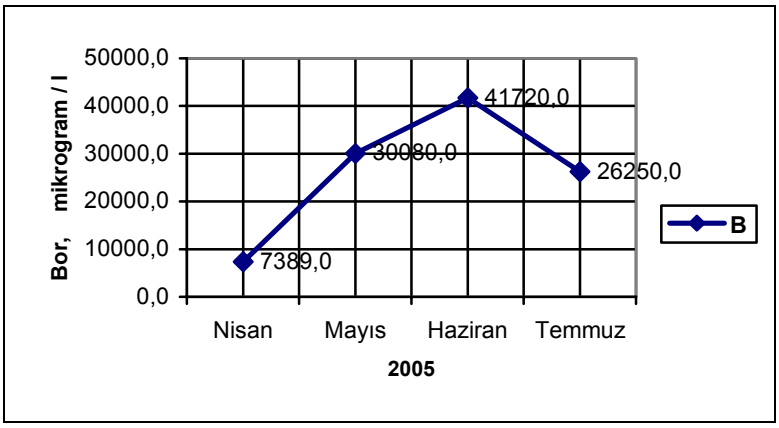
değişkenlikler söz konusudur. Mayıs ayına kadar artmış, Haziran'da bir miktar düşmüş ve Temmuz'da maksimuma ulaşmıştır. Akgöl'de mangan derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, gübreler ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da mangan derişimleri üzerinde etkilidir. Diğer sulak alanlardaki ölçümler şu şekildedir: Sultansazlığı-Yay Gölü-Kayseri, 20-220 µg/l (Kartal ve Tokalıoğlu 1994), Tablas De Daimiel National Park-İspanya, 210 ± 120 µg/l (Berzas ve ark. 2000), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 140 µg/l (Demirel 2002), Lake Quarun-Mısır, 70-520 µg/l ve ortalama 290 ± 90 µg/l (Mansour ve Sidky 2003) ve Kuş Cenneti-İzmir, 50-1050 µg/l (Somay ve Filiz 2003). Akgöl için diğer çalışmalara nazaran benzer bir çalışma yoktur. Akgöl'deki mangan derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma yoktur.

Bor

Bor için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük bor derişimi Nisan ayında 5870.7 µg/l ve en yüksek bor derişimi Temmuz ayında 49824.0 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda IV. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama bor derişimleri: Nisan ayında 7389.0 ± 1567.0 µg/l, Mayıs ayında 30080.0 ± 9008.0 µg/l, Haziran ayında 41720.0 ± 15900.0 µg/l ve Temmuz ayında 26250.0 ± 3659.0 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, bor derişimleri 5870.7-49824 µg/l aralığında ve ortalama 26362 ± 15301 µg/l gibi çok yüksek bir derişimde bulunmuştur. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, bor için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$).

Şekil 4.16.'dan görüleceği üzere, aylara göre bor derişimleri degişkenlik göstermektedir. Haziran ayına kadar sürekli artmış, Temmuz'da bir miktar düşmüştür. Bor Akgöl için temel inorganik kirletici parametredir. Çünkü bor, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerinde (Anonymous 2004), 1000 µg/l'ye kadar kabul görmekte, 1000 µg/l'nin üzerinde ise IV. Sınıf su kalitesine girmektedir. Bulunan derişimler bu değer ile

karşılaştırıldığında; Nisan ayında yedi kat, Mayıs ayında otuz kat, Haziran ayında yaklaşık kırk iki kat ve Temmuz ayında yirmi altı kat fazla olduğu görülmektedir. Bor derişiminin bu derece yüksek olması, bölgenin jeolojik yapısı, göle boşaltılan evsel ve endüstriyel atık sular, tarımsal drenaj suları ve pestisit olarak bor kullanımı ile ilgili olduğu söylenebilir. Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilen bor derişimi, 750-1200 µg/l ve ortalama 915 ± 214 µg/l'dir. Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bulunan derişimden yaklaşık 26 kat fazlası Akgöl için bulunmuştur. Akgöl'deki bor derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, IV. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma yoktur.

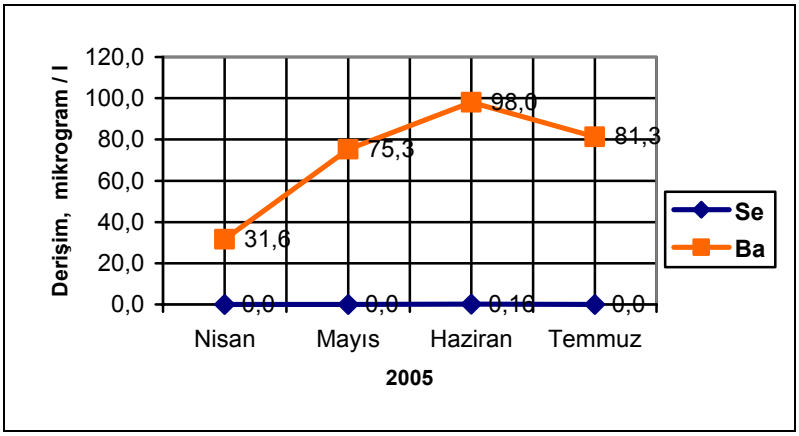


Şekil 4.16. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre bor değişimi

Selenyum

Selenyum için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük selenyum derişimi tüm aylarda 0.00 µg/l ve en yüksek selenyum derişimi Haziran ayında 0.800 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama selenyum derişimleri: Nisan ayında 0.000 ± 0.000 µg/l, Mayıs ayında 0.000 ± 0.000 µg/l, Haziran ayında 0.160 ± 0.358 µg/l ve Temmuz ayında 0.000 ±

0.000 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, selenyum derişimleri 0-0.8 µg/l aralığında ve ortalama 0.04 ± 0.18 µg/l'dir. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, selenyum için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.17.'den görüleceği üzere, selenyum derişimi çok az olup, Haziran ayındaki küçük bir değişim dışında, çok küçük derişimlerdedir. Selenyum derişiminin son derece düşük çıkması, özellikle endüstriyel atık sudaki selenyum miktarının azlığı (Sanayi sektörüne bağlılık), sulak alandaki bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından alınması, etkili alıkonma zamanı gibi faktörlerle açıklanabilir. Tuz Gölü-Konya (Aydın ve Yıldız 2004) için bildirilen selenyum derişimi, 0-15 µg/l ve ortalama 3.0 ± 7.0 µg/l'dir. Konya'da ki sanayi Ereğli'ye göre daha gelişmiş olduğundan selenyum miktarı Akgöl'e göre daha fazla çıkmıştır. Akgöl'deki selenyum derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma yoktur.



Şekil 4.17. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre selenyum ve baryum değişimleri

Baryum

Baryum için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük baryum derişimi Nisan ayında 22.2 µg/l ve en yüksek baryum derişimi Haziran

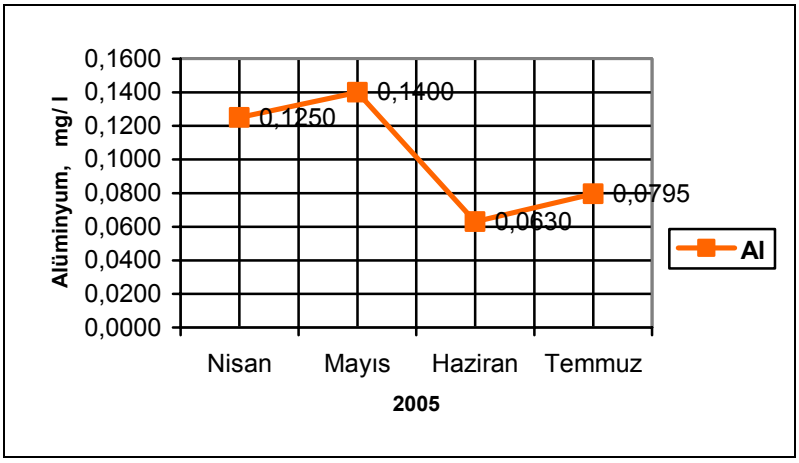
ayında 107.1 µg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama baryum derişimleri: Nisan ayında 31.60 ± 5.74 µg/l, Mayıs ayında 75.30 ± 6.08 µg/l, Haziran ayında 98.00 ± 6.28 µg/l ve Temmuz ayında 81.30 ± 6.76 µg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, baryum derişimleri 22.2-107.1 µg/l aralığında ve ortalama 71.5 ± 25.8 µg/l'dir. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, baryum için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 4.17.'den görüleceği üzere, baryum derişimi Haziran ayına kadar artmış, Temmuz'da bir miktar düşmüştür. Akgöl'de baryum derişimini arttıran en önemli faktör, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yaz aylarına doğru buharlaşmanın artmasıdır. Sulak alan bitkilerinin dağılımı ve etkili alıkonma zamanı da baryum derişimleri üzerinde etkilidir. Akgöl'deki baryum derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma yoktur.

Alüminyum

Alüminyum için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük alüminyum derişimi Haziran ayında 0.0229 mg/l ve en yüksek alüminyum derişimi Mayıs ayında 0.2411 mg/l olarak ölçülmüştür. Tüm aylarda I. Sınıf su kalitesi değerindedir. Ortalama alüminyum derişimleri: Nisan ayında 0.1250 ± 0.0794 mg/l, Mayıs ayında 0.1400 ± 0.0625 mg/l, Haziran ayında 0.0630 ± 0.0247 mg/l ve Temmuz ayında 0.0795 ± 0.0255 mg/l ölçülmüştür. Çizelge 4.19.'da görüldüğü gibi, alüminyum derişimleri 0.0229-0.2411 mg/l aralığında ve ortalama 0.1019 ± 0.0589 mg/l'dir. Çizelge 4.20.'de görüldüğü gibi, alüminyum için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.18.'den görüleceği üzere, aylara göre derişimler değişkenlikler göstermekte olup; Mayıs'a kadar artmış, Haziran'da minimuma ulaşmış ve sonra bir miktar yükselmiştir.

Akgöl için alüminyum derişimlerini etkileyen faktörler, evsel ve endüstriyel atık su deşarjlarına bağlı olarak kirletici yükü, etkili alıkonma zamanı, sulak alan bitkilerinin dağılımı ve bitkiler tarafından alınmasıdır. Tatlı sularda, alüminyum için pH 6.5-9.0 aralığında tavsiye edilen akut derişim 750 µg/l, sürekli derişim değeri ise

87 µg/l'dir (USEPA 2005). Akgöl için, 101.9 µg/l olarak bulunan ortalama alüminyum derişimi, USEPA (2005)'nın verdiği sürekli derişim değerinden fazladır. Ancak, Akgöl tuzlu bir göldür; USEPA (2005) ise tuzlu sular için bir değer vermemektedir. Akgöl'deki alüminyum derişimi ortalaması, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde, I. Sınıf su kalitesinde olup, su kalite sınıfına göre benzer çalışma yoktur.



Şekil 4.18. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre alüminyum değişimi

Gümüş, vanadyum, bizmut, galyum, indiyum ve talyum

Su kalitesi değerlendirilmesinde kullanılmayan diğer inorganik kirlenme parametreleri için aylara göre analiz sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.11. , 4.12. , 4.13. ve 4.14.'te verilmiştir. Aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları, sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir. Derişim aralıkları ve ortalama derişimleri Çizelge 4.19.'da, tek yönlü varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.20.'de verilmiştir. Sonuçlar şu şekildedir:

Gümüş için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük gümüş derişimi Nisan ayında 0.0092 mg/l ve en yüksek gümüş derişimi

Temmuz ayında 0.1413 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama gümüş derişimleri: Nisan ayında 0.0147 ± 0.0038 mg/l, Mayıs ayında 0.0510 ± 0.0142 mg/l, Haziran ayında 0.0680 ± 0.0290 mg/l ve Temmuz ayında 0.1230 ± 0.0250 mg/l ölçülmüştür. Şekil 4.19.'dan görüleceği üzere, derişimler sürekli artmıştır.

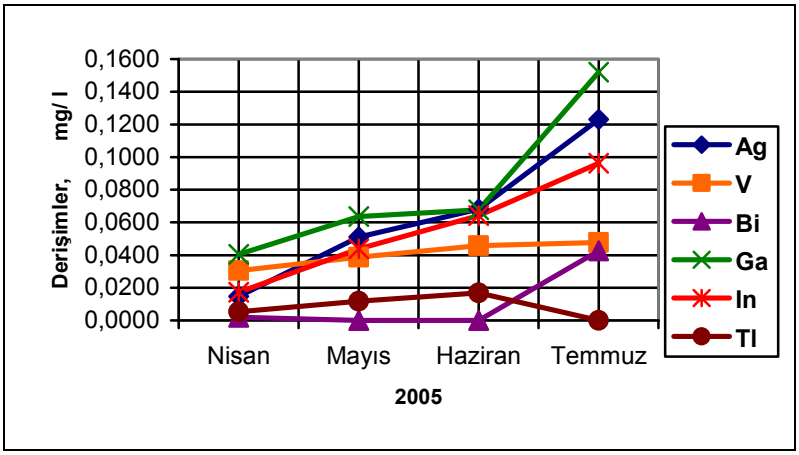
Vanadyum için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük vanadyum derişimi Nisan ayında 0.0213 mg/l ve en yüksek vanadyum derişimi Temmuz ayında 0.0562 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama vanadyum derişimleri: Nisan ayında 0.0306 ± 0.0081 mg/l, Mayıs ayında 0.0387 ± 0.0093 mg/l, Haziran ayında 0.0458 ± 0.0101 mg/l ve Temmuz ayında 0.0478 ± 0.0054 mg/l ölçülmüştür. Şekil 4.19.'dan görüleceği üzere, derişimler sürekli artmıştır.

Bizmut için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük bizmut derişimi Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında 0.0000 mg/l ve en yüksek bizmut derişimi Temmuz ayında 0.0792 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama bizmut derişimleri: Nisan ayında 0.0020 ± 0.0042 mg/l, Mayıs ve Haziran aylarında 0.0000 ± 0.0000 mg/l ve Temmuz ayında 0.0427 ± 0.0218 mg/l ölçülmüştür. Şekil 4.19. 'dan görüleceği üzere, derişimler Haziran'a kadar yaklaşık aynı kalıp, Temmuz'da maksimuma ulaşmıştır.

Galyum için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük galyum derişimi Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında 0.0000 mg/l ve en yüksek galyum derişimi Temmuz ayında 0.2532 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama galyum derişimleri: Nisan ayında 0.0405 ± 0.0101 mg/l, Mayıs ayında 0.0635 ± 0.0379 mg/l, Haziran ayında 0.0677 ± 0.0451 mg/l ve Temmuz ayında 0.1520 ± 0.0959 mg/l ölçülmüştür. Şekil 4.19.'dan görüleceği üzere, derişimler sürekli artmıştır.

İndiyum için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük indiyum derişimi Nisan ayında 0.0000 mg/l ve en yüksek indiyum derişimi Temmuz ayında 0.1231 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama indiyum derişimleri: Nisan ayında 0.0173 ± 0.0129 mg/l, Mayıs ayında 0.0438 ± 0.0244 mg/l, Haziran ayında 0.0641 ± 0.0400 mg/l ve Temmuz ayında 0.0963 ± 0.0251 mg/l ölçülmüştür.

Şekil 4.19.'dan görüleceği üzere, derişimler sürekli artmıştır.



Şekil 4.19. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre gümüş, vanadyum, bizmut, galyum, indiyum ve talyum değişimleri

Talyum için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük talyum derişimi Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında 0.0000 mg/l ve en yüksek talyum derişimi Mayıs ayında 0.0367 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama talyum derişimleri: Nisan ayında 0.0052 ± 0.0035 mg/l, Mayıs ayında 0.0117 ± 0.0156 mg/l, Haziran ayında 0.0168 ± 0.0041 mg/l ve Temmuz ayında 0.0000 ± 0.0000 mg/l ölçülmüştür. Şekil 4.19.'dan görüleceği üzere, derişimler Haziran'a kadar artmış, Temmuz'da minimuma ulaşmıştır.

Akgöl için gümüş, vanadyum, bizmut, galyum, indiyum ve talyum derişimlerine bakıldığında (Şekil 4.19.), gümüş, vanadyum, galyum ve indiyum derşimlerinin sürekli arttığı, bizmut ve talyum derişimlerinin ise değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Ag, V, Bi, Ga, In ve Tl için sırası ile ortalama derişimler 64.0 ± 22.2 µg/l, 40.7 ± 10.3 µg/l, 11.1 ± 21.2 µg/l, 80.9 ± 67.6 µg/l, 55.4 ± 38.9 µg/l ve 8.4 ± 10.1 µg/l bulunmuştur (Çizelge 4.19.). Bu parametrelerin SKKY'de yer almadığı halde, diğer parametrelere göre oldukça yüksek konsantrasyonlarda oldukları gözlemlenmiştir. Bu yüzden, endüstriyel atıklarla Akgöl'e ulaştıkları kuvvetle muhtemeldir. Tuzlu sularda, gümüş için tavsiye edilen akut derişim 1.9 µg/l'dir (USEPA 2005). Vanadyum için, Tuz Gölü-Konya'da yapılan bir çalışmada

oldukça yüksek bir derişim (1170 ± 221 µg/l) bulunmuştur ve WHO ile ABD EPA için içme sularında izin verilen (1000 µg/l) maksimum toksisite sınırının üzerindedir (Aydın ve Yıldız 2004). Bizmut için, Sultansazlığı-Yay Gölünde yapılan bir çalışmada 1.6-9.0 µg/l aralığında derişimler ölçülmüştür. Galyum ve indiyum için her hangi bir standart bulunmamaktadır. Talyum için, suyu tüketen insanlar için su ve diger canlılar açısından tavsiye edilen sınır 0.24 µg/l'dir (USEPA 2005).

Analiz sonuçlarına göre, inorganik kirlenme parametrelerinin bir kısmı her ne kadar da, I. Sınıf veya II. Sınıf su kalitesinde dahi olsa; alandaki suyun sertliği çözünmüş tuzların fazlalığından dolayı oldukça yüksektir ve bu yüzden kadmiyum, kurşun, bakır, nikel, çinko, demir, selenyum ve alüminyum gibi ağır metallerin toksisitesi sertliğe bağlı olarak değişmektedir.

4.2.3. Bakteriyolojik parametreler

Bakteriyolojik parametreler olarak, fekal koliform ve toplam koliform parametreleri çalışılmıştır. Analiz sonuçları aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.21. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde Nisan-Temmuz 2005 için bakteriyolojik parametrelerin analiz sonuçları

AYLAR	PARAMETRE (D)	NOKTA 1	NOKTA 2	NOKTA 3	NOKTA 4	NOKTA 5
Nisan	Fekal koliform (EMS/100 ml)	<2	23	94	<2	79
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	<2	278	345	23	221
Mayıs	Fekal koliform (EMS/100 ml)	23	23	240	23	542
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	23	23	34	8	141
Haziran	Fekal koliform (EMS/100 ml)	<2	<2	27	<2	240
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	23	<2	27	<2	240
Temmuz	Fekal koliform (EMS/100 ml)	17	21	21	17	17
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	240	348	542	348	348

Analiz sonuçları beşli tüp yöntemi için standart %95 güvenlik sınırlarındaki EMS tablosuna göre verilmiştir.

Çizelge 4.22. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi bakteriyolojik parametreler için su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları

AYLAR	PARAMETRE (D)	Max.	Min.	Ortalama	Standart Sapma	Su Kalite Sınıfı
Nisan	Fekal koliform (EMS/100 ml)	94	*0	39	45	II
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	345	*0	173	154	II
Mayıs	Fekal koliform (EMS/100 ml)	141	8	46	54	II
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	542	23	170	228	II
Haziran	Fekal koliform (EMS/100 ml)	240	*0	54	105	II
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	348	*0	127	158	II
Temmuz	Fekal koliform (EMS/100 ml)	21	17	19	3	II
	Toplam koliform (EMS/100 ml)	542	240	365	109	II

* Çizelge 4.21.'de verilen <2 değeri, istatistik hesaplamalar için 0 kabul edilmiştir.

Çalışılan tüm aylarda fekal ve toplam koliform sonuçları, II. Sınıf su kalitesini göstermektedir (Çizelge 4.20.). Yani Akgöl'de bakteriyolojik parametreler yönünden su kalite sınıfı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (Anonymous 2004) göre II. Sınıf su kalitesindedir.

Çizelge 4.23. Araştırma konusu Akgöl'e ait Nisan-Temmuz 2005 dönemi boyunca çalışılan bakteriyolojik parametrelerin ortalama ve standart sapmaları

PARAMETRE D	ORTALAMA	STANDART SAPMA	ÖLÇÜM ARALIĞI Min. - Max.
Fekal koliform (EMS/100 ml)	39	60	<2 – 240
Toplam koliform (EMS/100 ml)	209	181	<2 - 542

Aylara göre numune alımının, göl su kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için tek yönlü varyans analizi tablosuna bakmak gerekir. Hesaplanan değerler Çizelge 4.24.'de verilmektedir.

Çizelge 4.24. % 95 güven aralığında araştıma konusu Akgöl'e ait bakteriyolojik parametreler için varyans analizi sonuçları

PARAMETRE (D)	F DEĞERİ	P DEĞERİ	ANALİZ SONUCU p=0.05
Fekal koliform	0.2804	0.839	p>0.05
Toplam koliform	2.008	0.153	p>0.05

Varyans analizi sonuçlarına göre bekteriyolojik parametreler için, çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0.05). Diğer bir ifadeyle, istatiksel olarak % 95 güven aralığında aylık ortalamalar değişmemiştir.

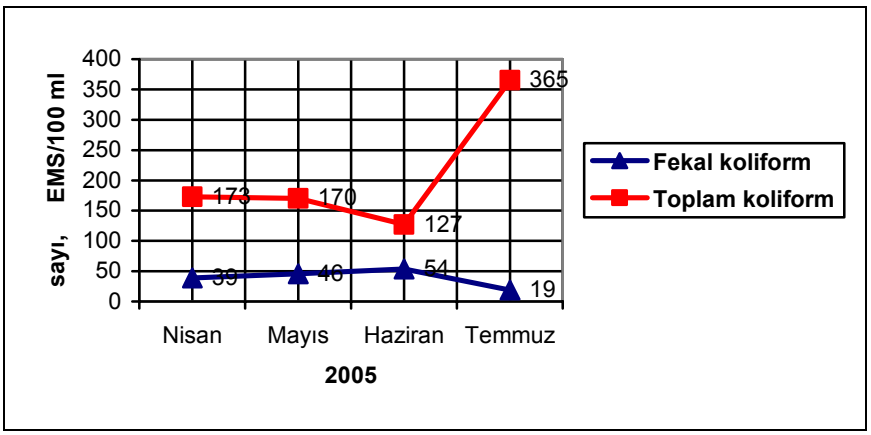
Toplam koliform ve fekal koliform parametreleri sıra ile ele alınırsa:

Fekal koliform

Fekal koliform bakteriler için, aylara göre analiz sonuçları, Çizelge 4.21.'de , aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük sayı Nisan ve Haziran aylarında <2 EMS/100 ml ve en yüksek sayı Haziran ayında 240 EMS/100 ml bulunmuştur. Tüm aylarda II. Sınıf su kalitesi değerindedir. Aylara göre fekal koliform ortalamaları: Nisan ayında 39 ± 45 EMS/100 ml, Mayıs ayında 46 ± 54 EMS/100 ml, Haziran ayında 54 ± 105 EMS/100 ml ve Temmuz ayında 19 ± 3 EMS/100 ml olarak bulunmuştur. Çizelge 4.23.'de görüldüğü gibi, fekal koliform sayıları <2-240 EMS/100 ml aralığında ve ortalama 39 ± 60 EMS/100 ml sayısında bulunmuştur. Çizelge 4.24.'de görüldüğü gibi fekal koliform sayıları için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (p>0.05). Şekil 4.20.'den görüleceği üzere fekal koliform sayılarında aylara göre degişkenlikler söz konusu olup; Haziran ayına kadar yükselmiş, sonra Temmuz'da minimuma inmiştir.

Fekal koliform sayılarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalarda; Caddo Lake-ABD, 294 EMS/100 ml (Darville ve ark. 1998), Akgöl-Gölkent-Sakarya, 3 EMS/100 ml (Demirel 2002), Işıklı Gölü-Denizli 10-650 EMS/100 ml (Kara ve ark. 2004) sonuçları bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, fekal koliform sayıları yönünden benzer bir çalışma yoktur. Diğer çalışmalarla farklılık göstermesinin nedenleri iklim

koşulları, kirlilik yükü, su kuşlarının sayısı ve sulak alan bitkilerinin dağılımından kaynaklanabilir. Karafistan ve Çolakoğlu-Arık (2005)'a göre, koliform bakterilerden fekal koliform bakteriler genellikle sıcak kanlı hayvanların dışkılarında bulunurlar. Bu nedenle Akgöl faunasında büyük bir yer tutan su kuşlarının sayısının artması veya son yıllarda azalması gibi faktörler fekal koliform sayısını etkileyen faktörler olarak gösterilebilir.



Şekil 4.20. Araştırma konusu Akgöl'e ait su örneklerinde zamana göre fekal ve toplam koliform sayılarının değişimi

Toplam koliform

Toplam koliform bakteriler için, aylara göre analiz sonuçları, Çizelge 4.21.'de, aylara göre su kalitesi istatistikleri ve su kalite sınıfları Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Buna göre; en düşük sayı Nisan ve Haziran aylarında <2 EMS/100 ml ve en yüksek sayı Mayıs ve Temmuz aylarında 542 EMS/100 ml bulunmuştur. Tüm aylarda II. Sınıf su kalitesi değerindedir. Aylara göre toplam koliform ortalamaları: Nisan ayında 173 ± 154 EMS/100 ml, Mayıs ayında 170 ± 228 EMS/100 ml, Haziran ayında 127 ± 158 EMS/100 ml ve Temmuz ayında 365 ± 109 EMS/100 ml olarak bulunmuştur. Çizelge 4.23.'de görüldüğü gibi, toplam koliform sayıları <2-542 EMS/100 ml aralığında ve ortalama 209 ± 181 EMS/100 ml sayısında bulunmuştur. Çizelge 4.24.'de görüldüğü gibi toplam koliform sayıları için çalışılan aylarda anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.20.'den görüleceği üzere toplam

koliform sayılarında aylara göre degişkenlikler söz konusu olup; Haziran ayına kadar sürekli düşmüş, Temmuz'da en yüksek sayıya ulaşmıştır.

Toplam koliform sayılarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalarda; Akgöl-Gölkent-Sakarya, 63.9 EMS/100 ml (Demirel 2002), Lake Quarun-Mısır, 1300 EMS/100 ml (Mansour ve Sidky 2003), Işıklı Gölü-Denizli 100-18000 EMS/100 ml (Kara ve ark. 2004) sonuçları bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, toplam koliform sayıları yönünden benzer bir çalışma yoktur. Diğer çalışmalarla farklılık göstermesinin nedenleri iklim koşulları, kirlilik yükü, erozyon ve sulak alan bitkilerinin dağılımından kaynaklanabilir.

Fekal ve toplam koliform sayılarının, Akgöl'e boşaltılan evsel ve endüstriyel atık suyun miktarına göre oldukça düşük miktarlarda çıktığı görülmektedir. Doğan (1998)'a göre, bakterilerin üzerine etki eden faktörler; ortamdaki oksijen, pH etkisi, sıcaklığın etkisi, soğuğun etkisi, yüzey geriliminin etkisi, dezenfektanların etkisi, durgun sulardaki çökelme etkisi ve ağır metallerden kaynaklanan toksik etkilerdir. Bu faktörlerin tamamının, Akgöl'deki fekal ve toplam koliform sayılarına tesir etmesi kuvvetle muhtemeldir. Yine, Doğan (1998)'a göre, atık suların otoepürasyonunda (kendi kendine temizlenme), güneşin ultra-viyole ışınları, suda 10 cm derine nüfuz edebilir ve beş saniyede bu 10 cm'lik kesit içindeki mikroorganizmaların % 39.6'sını öldürebilir. Akgöl'e atık sular, 77 km'lik bir kanal boyunca akmaktadır. Bu sebeble, akarken oluşan türbülanstan dolayı; güneş gören su kesitleri, güneş ışığına mağruziyet süresi gibi sebeblerle güneşin ultra-viyole ışınları ile bakterilerin giderimide maksimum seviyede olacaktır. Bakterilerin gideriminde etkili olan diğer bir proses ise, sulak alan bitkileridir. Kadlec ve Knight (1996)'a göre, doğal bakteri populasyonları genellikle sulak alanlarda azdır, fakat sayısı değişebilir ve belirli sulak alanlarda (örneğin su kuşları üreyen) mevsimsel olarak yükselebilir ve sulak alanlardaki arıtımın giderim etkinliği, toplam koliformlar için daima yaklaşık % 90'dan, fekal koliformlar için ise % 80'den fazladır. Gabor ve ark. (2004)'na göre, doğal sulak alanların giderim etkinliklerinde koliformlar için %99'a kadar tutulma yüzdeleri verilmektedir. Fekal koliformlar ve toplam koliformlar için yapay sulak alanlarda yapılan çalışmalarda; Green ve ark. (1998), E.coli (fekal koliform) ve toplam koliformların giderimini, yüzel altı akışlı yapay bir sulak alan

sisteminde araştırmış; giderimin yağışlı havalarda, kuru havalara göre daha düşük olduğunu ve farklı akış hızlarının ve alıkonma zamanının proseste etkili olduğunu, alıkonma zamanı arttıkça giderimin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ibekwe ve ark. (2003) ise, mandıra atık sularıyla sulanan bir yapay sulak alan sisteminde, toplam koliform bakterilerin % 99, fekal koliform bakterilerin ise % 99.9'unun giderilebildiğini bildirmişlerdir.

Sulak alanların kirleticileri tutma yeteneği, atık su arıtımnda yeni bir teknolojinin doğmasına neden olmuştur. Yapay sulak alanlarda arıtım olarak bilinen bu teknolojide, özel olarak tasarlanan havuzlarda atık suyun filtre edilmesi ve yetiştirilen sulak alan bitkileri ile suyun arıtılması sağlanmaktadır. Diğer arıtma teknolojilerine göre yapay sulak alanlarda arıtım; enerji gerektirmediğinden, inşasında kullanılan malzemeler doğal olduğundan ve bakım, onarım ve işletmesi kolay olduğundan daha ekonomik ve kullanışlı olup, tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır.

Akgöl için bulunan sonuçların değerlendirilmesinde, kullanılacak standartlardan birisi de, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği- Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleridir (Anonymous 2004). Bu değerler, Çizelge 4.25.'de verilmektedir.

Çizelge 4.25. Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri

İstenen özellikler	Kullanım alanı	
	Doğal koruma alanı ve rekreasyon	Çeşitli Kullanımlar için (doğal olarak tuzlu,acı ve sodalı göller dahil)
pH	6.5-8.5	6-10.5
KOİ (mg/l)	3	8
ÇO (mg/l)	7.5	5
AKM (mg/l)	5	15
Toplam koliform sayısı (EMS)/100 ml	1000	1000
Toplam azot (mg/l)	0.1	1
Toplam fosfor (mg/l)	0.005	0.1

Çalışma dönemi boyunca ölçülen ortalama pH, çözünmüş oksijen, toplam fosfor ve toplam koliform sayılarına ait ortalama değerlere bakıldığında (Çizelge 4.22.); pH ortalaması 8.9 ± 0.29, çözünmüş oksijen derişimi 4.79 ± 1.21 mg/l, toplam fosfor derişimi 0.2126 ± 0.3136 mg/l ve toplam koliform sayısı 209 ± 181 EMS/100 ml olarak bulunmuştur. Tabiatı Koruma Alanı olan Akgöl için, Çizelge 4.23.'ten doğal koruma alanları ve rekreasyon için istenen şartlar, çalışılan parametreler bakımından incelenirse; pH değerinin yüksek olduğu, çözünmüş oksijen derişiminin düşük olduğu, toplam fosfor derişiminin fazla olduğu, toplam koliform sayısının ise uygun olduğu görülmektedir. KOİ (Kimyasal oksijen ihtiyacı), AKM (Askıda katı maddeler) ve toplam azot derişimleri ise çalışılmamıştır. Fakat çözünmüş oksijen değerinin az olması, yüksek toplam çözünmüş madde derişimi ve özellikle yüksek amonyum konsantrasyonlarından KOİ, AKM ve toplam azot derişimlerininde sınır değerlerin üzerinde olduğu kuvvetle muhtemeldir.

5. ÖNERİLER

Gözlem ve analiz sonuçlarına göre; Birinci Derecede Doğal Sit Alanı, Tabiatı Koruma Alanı ve Önemli Kuş Alanı gibi statüleri bulunan Akgöl'de, ciddi bir kirlenme söz konusudur ve ekosistemin dengesi tamamen bozulmak üzeredir. Alan artık mevsimlik bir göldür, kış aylarında bir miktar da olsa yağışlarla alan beslenebilmekte; fakat, bahar aylarında başlayan ve yaz aylarında hızlanan su çekilmeleri ile su kaybı artmaktadır. Ağustos ayına gelindiğinde ise alandaki tüm suyun tamamen kuruduğu görülmektedir. Alandaki su kaybının, son yıllarda yaşanan kurak mevsimler de göz önüne alındığında, hızlanarak artacağı aşikar gözükmektedir. Akgöl faunasında büyük bir yer tutan, sucul kuşların büyük bir bölümünün, mevcut kirlenme nedeniyle zaten bölgeyi terk ettiği bilinmektedir. Gerekli tedbirler alınmadığı sürece, gelecekte de bu kirlenme artarak devam edecektir. Çünkü, Akgöl'deki kirlilik üzerinde büyük bir payı bulunan Ereğli'nin evsel ve endüstriyel atık sularının miktarı, artan nüfus ve gelişen sanayi paralelinde artacaktır. Akgöl sulak alan ekositeminde, adeta bir filtre görevi görerek, kısıtlı da olsa atık suları temizleyerek ekolojik yaşama kazandıran sazlık alanların miktarı da, kirlenmeden etkilenerek azalmaya başlamıştır. Akgöl çevresindeki bazı köylere ekonomik bir destek sağlayan saz kesiminde de, gelecekte azalacak saz miktarı ve düşen kaliteye bağlı olarak ekonomik kayıpların da yaşanacağı açıktır.

Akgöl'ün tamamen yok olmasının etkisi, sadece bulunduğu yöredeki birkaç köyle sınırlı kalmayacak; zaman içinde Ayrancı (Karaman), Ereğli (Konya), Karapınar (Konya) başta olmak üzere, Konya Kapalı Havzasını tümüyle etkileyecektir. Bunun doğal bir sonucu olarak; kıt olan su kaynakları daha da azalacak, kuraklıklar daha da artacak ve ekonomisi büyük ölçüde tarıma bağlı bir bölgede, büyük ekonomik kayıplar yaşanacaktır.

Gözlemler ve analiz sonuçlarıyla desteklenen araştırma sonuçlarına göre, Akgöl'ün kurtulması için çözüm önerileri şunlardır:

i-Konya ve Karaman Valilikleri tarafından kurulacak bir komisyon, bu işin koordinasyonunu sağlamalıdır. Bu komisyon tarafından gerçekçi bir bütçe hazırlanarak, plan ve projeler üretilmelidir. Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği

(Anonymous 2005), bu konuda yerel sulak alan komisyonlarının kurulmasıyla ilgili düzenlemeler içermektedir. Komisyon, bir an önce kurulmalı ve Akgöl'ü kurtaracak projeleri hazırlayıp, yürürlüğe koymalıdır. Bölgeye olan ilginin canlı tutulmasını sağlayacak, Akgöl ile iligili sempozyumlar, konferanslar vb. etkinlikler düzenlemelidir.

ii-Göldeki ekolojik dengenin sağlanması için mutlaka göle beslenecek su kaynakları bulunmalıdır. Su kaynakları bulunana kadar, mevcut barajlardan belli aralıklarla göle besleme yapılmalıdır. Bu konuda, son yıllarda Ayrancı'da bulunan ve Işılayık Suyu olarak bilinen suyun, bir kısmının bölgeye aktarılmasıyla ilgili çalışmalar bir an önce sonuçlandırılmalıdır.

iii- Evsel ve endüstriyel atık suyun arıtılarak göle verilmesi sağlanmalıdır.Bu konuda Ereğli Belediyesi ve Ereğli'de ki sanayi tesislerinin arıtma üniteleri kurması ve kurulduktan sonra da, bu üniteleri kabul edilebilir arıtma verimlerinde çalıştırması gerekir. Böylece arıtıldıktan sonra alana bırakılan atık sular, ekolojik yaşamı tekrar canlandırabilir ve tüm prosesleriyle işleyen bir sulak alan, bölgedeki kıt su kaynaklarını tekrar canlandırabilir.

iv- Ana Tahliye Kanalı boyunca evsel ve endüstriyel atık suyun tarımda sulama amaçlı olarak kullanılması önlenilmeli, bu sularla üretilen ürünlerin insan sağlığına zararları konusunda bölge halkı bilinçlendirilmelidir. Ne kadar kirli de olsa, alana giren atık sular belli oranlarda temizlenebilmekte ve ekolojik yaşama kazandırılmaktadır. Fakat, kurak geçen mevsimler ve sulama ücretleri gibi faktörlerle beraber, atık suların doğal gübre etkisi yaptığı gibi değer yargıları, atık suyun tarımsal amaçlı sulamada kullanılmasına neden olmakta ve Akgöl'de ki su kaybına katkı sağlamaktadır.

v-Bölge insanı için ekonomik bir değer ifade eden saz kesiminin kaçak ve düzensiz olarak yapılması önlenmeli, bu konuda halka eğitim verilerek, kendi değerlerini koruma bilinci aşılanmalıdır.

vi-Avlanma yasaklarına uyulmaması; üzerinde, küçük bir kuş cenneti barındıran Akgöl'de, bazı nesli tükenen kuşlar için tehlike arz etmektedir. İnsanlar tarafından çeşitli şekillerde kuşlara uygulanan baskı sonucu kuş türlerinin sayısı azalmaktadır. Bu yüzden kaçak avlanma önlenmelidir. Hatta mümkünse, ekolojik denge tekrar sağlanıncaya kadar, bölgede avlanma kesinlikle yasaklanmalıdır.

vii-Akgöl'de ki ekolojik dengenin bozulmasına yol açacak, izinsiz kum alımı ve turba çıkarılması önlenmelidir.

viii-Sulak alan içerisinde kalan tarlalarda, su çekilen zamanlarda tarım yapılması önlenmeli, gerektiği takdir de kamulaştırmalar yapılmalıdır.

ix-Akgöl ve çevresi erozyona açık bir havzadır ve bölgede şiddetli bir erozyon yaşanmaktadır. Bölgede erozyona karşı tedbirler alınmalı, tuza dayanıklı bitki ve ağaç türleriyle erozyon setleri oluşturulmalıdır. Akgöl ve çevresinde, yeşil alanların arttırılması için bölgede yapılacak ağaçlandırma çalışmaları, hem estetik değeri arttıracak hem de erozyonu azaltıp, bölgenin daha fazla yağmur almasını sağlayacaktır.

x- Bölgede kıt olan su kaynakları nedeniyle suyun akılcı kullanımı sağlanmalı, bu konuda projeler geliştirilerek, bölge insanına eğitim verilmelidir. Özellikle tarımsal amaçlı yapılan sulamalarda, ileri sulama tekniklerinin kullanılması ve ekolojik tarım uygulamaları konusunda, çiftçilere eğitim verilmeli ve teşvikler sağlanmalıdır. Hatta, küçük baş ve büyük baş hayvancılık teşvik edilerek, kıt olan su kaynaklarının büyük bir bölümünün tarımsal sulama amacıyla kullanılması önlenmelidir. Bölgede üretilen tarımsal ürünlerin, suya daha az ihtiyaç duyan ürünlerle ikame edilebilirliğine dair tarımsal planlamalar ve araştırmalar yapılmalıdır.

xi- Akgöl'ü korumakla görevli kurum ve kuruluşlarda, personel sayısının ve teknik imkanların artması sağlanmalıdır. Teknolojik imkanlardan mümkün mertebe yararlanılmalı, Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama uygulamaları kullanılarak, sulak alandaki korunan alanlar ve su çekilmeleri belli aralıklarla, uydu fotoğrafları ile izlenmelidir.

xii-Tüm önlemler alınıp, Akgöl tamamen kurtulduğunda, turistik yatırımların yapılması sağlanmalıdır. Bu sayede bölgenin korunmasındaki hassasiyetin artacağı bir gerçektir. Son yıllarda ornitoloji (Kuş bilimi) turizmi dünyada, özellikle Avrupa'da yükselen bir değer olarak göze çarpmaktadır. Tabiatı koruma ve turizm arasında koruma – kullanma dengesine dayanan, bir ilişki kurulmalıdır. Bir rekreasyon alanı özelliği kazandırılmış, estetik değerleri yüksek düzeyde bir alanın, bilimsel ve kültürel önemi artacaktır ve alandan sağlanan gelirler, koruma ve yeni projelerin geliştirilmesi için kullanılabilecektir. Ayrıca, bölgeye yapılacak turizm

yatırımları Akgöl ve etrafındaki yerleşim bölgelerine yeni ekonomik kazançlar sağlayacak, özellikle Karaman ve Ereğli gibi şehirlerde turizm gelirleri artacak, ekonomik hayat daha canlanacaktır.

Araştırmalar için bir açık hava laboratuvarı görevi gören, bölgedeki en büyük sulan alan Akgöl'de bu güne kadar, yapılan bilimsel çalışmaların eksikliği son derece düşündürücüdür. Halbuki Akgöl, bir sulak alan ekosistemi olması itibarıyla; daha çok multi-disipliner çalışmalara ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmanın, daha kapsamlı araştırmalar için, araştırıcılara cesaret vermesini umut ediyorum. Bölgeyle ilgili araştırma yapmak isteyenlere, araştırma dönemlerini, alandaki su çekilmesine göre seçmelerini ve özellikle hava koşulları da uygun olursa Mart-Temmuz arası dönemlerde çalışmalarını, ayrıca alanın genişliği sebebiyle; mutlaka bölge halkından bir rehberin yardımını alarak çalışmalarını tavsiye ediyorum.

6. KAYNAKLAR

Acu, A. 2000. Beytepe Göletinin Su Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Ünv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Akkuş, A., Bozyiğit, R., Kaya, M.A., Ünal, A., Çiftçi, N., Tamkoç, A., Tunç, H. 1998. Ereğli-Akgöl Tabiatı Koruma Alanının Düzenlenmesi, Selçuk Ünv., Konya.

Akman,M. 1961. Su, Süt ve Türevlerinin Rutin Bakteriyolojik Muayenesi, SSYB, Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsü, Yayın no:24, Ege Matbabası, Ankara.

Akman,Y.,Ketenoğlu, O., Evren, H. , Kurt, L., Düzenli, S. 2000. Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi), Palme Yayıncılık, Ankara.

Aksoy, A., Şahin, U., Demirezen, D. 1998. Sultansazlığı ve Çevresinde Ağır metal Kirlenmesi ve *Nymhaea alba L.* (Nilüfer) Bitkisinin Ağır Metal Kirlenmesinde Bioindikatör Olarak Kullanılması, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu 22-24 Haziran 1998, Kayseri, sa: 205-208.

Altınkale, S. 2001. Eğirdir ve Burdur Göllerinin Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Anonymous. 1971. 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu, 04.04.1971 tarih ve 13799 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous. 1980. Gıda Maddeleri ve Sulardan Numune Alma Rehberi, Sağlık Bakanlığı Yayınları, Yayın no: 389, Ankara.

Anonymous. 1983. 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 23.07.1983 tarih ve 18113 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous. 1983. 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, 11.08.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous. 1991. Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, 07.01.1991 tarih ve 20748 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous. 1995. Su Ürünleri Yönetmeliği, 10.03.1995 tarih ve 22223 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous 1997. Ulusal Çevre Eylem Planı, Arazi Kullanımı ve Kıyı Alanlarının Yönetimi, Devlet Planlama Teşkilatı, ISBN: 973-19-1676-3, Ankara.

Anonymous. 2003. 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu, 11.07.2003 tarih ve 25165 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous. 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous. 2005. Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, 17.05.2005 tarih ve 25818 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Aydemir, S., Sönmez, O., Sakin, E. 2005. The Effects of Commonly Used Chemical Substances on Water Quality, Journal of Agriculture Fac., Harran Unv., 9, 2: 1-10.

Aydın, M. E., Yıldız, S. 2004. Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal Kirliliğinin ICP-AES Tekniği ile İncelenmesi, Çevre 2004 I.Ulusal Çevre Kongresi, 13-15 Ekim 2004, sa: 259-265.

Başıbüyük, M. 1992. Göksu Deltası Su Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Bayan, A.S. 2002. The Effects of Wastewater on The Ecological Integrity of Wadi Gaza Wetland, Gaza Strip, Palestine. An Ecological and Socio-Economical Study, M.S. Thesis Abstract, Agricultural Unv. Management of Nutral Resources and Sustainable Agriculture, Norway.

Bebek, M.T. 2001. Uluabat Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ünv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Berzas, J.J., Garcia, L.F., Rodriguez, R.C., Martin-Alvarez, P.J. 2000. Evolution of The Water Quality of A Managed Natural Wetland: Tablas De Daimiel National Park (Spain), Wat. Res. Vol. 34, No: 12, pp. 3161-3170.

Boniardi, N., Rota, R., Nano, G. 1999. Effect of Dissolved Metals on The Organic Load Removal Efficiency of Lemna Gibba, Wat. Res. Vol. 33, No:2, pp: 530-538.

Ceran, Y. 2001. Kimyasal Gübreler ve Sulak Alanlar, Çevre ve İnsan, T.C. Çevre Bakanlığı Yayın Organı, sayı: 50, sa: 14-19.

Ceyhan, N., Pekerşen, Ş., Söyleyici, F.D. 2001. Ereğli Sazlıkları ve Sorunları, Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi, 25-27 Nisan, Mersin, sa: 733-745.

Darville, R., Dwight, K.S., Darville, R. 1998. Intensive Water Quality Monitoring at Caddo lake, A Ramsar Wetland in Texas and Louisiana, USA, Conference Paper: Team Wetlands, Arlington, VA, 5-17 April 1998, pp: 1002-1021.

Chapman, D., Kimstach, V. 1996. Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition, Chapman, D. (ed), pp 1-56, UNESCO / WHO/ UNEP.

Demirel, A. 2002. Akgöl'de (Gölkent-Sakarya) Ötrofikasyon ve Su Kalite Sınıfının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Detenbeck, N.E., Johnston, C.A., Niemi, G.J. 1993. Wetland Effects on lake Water Quality in The Minneapolis / St. Paul metropolitan Area, Landscape Ecology, Vol. 8, No:1, pp: 39-61.

Dişli, M., Akkurt, F., Alıcılar, A. 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt: 19, No: 3, sa: 287-294.

Doğan, F. 1998. Suyun Mikrobiyolojik Kirlenmesi, T.C. Ege Ünv. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çevre Bilimi Bahar Okulu II ders Notları, Karaburun-İzmir, sa: 75-80.

Dugan, J.P. 1990. Sulak Alanların Korunması: Güncel Konuları ve Gerekli Çalışmalar Üzerine Bir İnceleme, DHKD, İstanbul.

Eltem, R. 1998. Bakteriyolojik Ölçümler ve Standartlar, T.C. Ege Ünv. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çevre Bilimi Bahar Okulu II ders Notları, Karaburun-İzmir, sa: 100-118.

Erdem, O. 1994. Türkiye'nin Kuş Cennetleri, Çevre Bakanlığı Yeşil Seri: 4, Ankara.

Fleet,K. 2002. The Use of Constructed Wetlands to Improve The Water Quality of The Bourne-Stream, Dorset. BSc (Hons) Enviromental Protection Bournemouth Unv. U.K.

Gabor, T.S., North, A.K., Ross, L.C., Murkin, H.R., Anderson, J.S., Roven, M. 2004. Natural Values; The Importance of Wetlands & Upland Conservation Practices in Watershed Management: Functions & Values for Water Quality & Quantity, Ducks

Unlimited Canada, Canada's Conversation Company.

Garcia-Ferrer, I., Camacho, A., Armengol, X., Miracle, M.R., Vicente, E. 2003. Seasonal and Spatial Heterogeneity in The Water Chemistry of Two Sewage-affected Saline Shallow Lakes from Central Spain, Hydrobiologia, 506-509: 101-110.

Green, M.B., Griffin, P., Seabridge, J.K., Dhobie, D. 1997. Removal of Bacteria in Subsurface Flow Wetlands, Water Science and Technology, Vol. 35, pp: 109-116.

Gündoğdu, V., Torusdağ, E., Sarıkaya, D. 2005. İzmir Kuş Cenneti Sulak Alanının Ekolojik Yapısı ve Su Kirliliği İzleme Çalışması, Ekoloji, 14, 54: 31-36.

Gür, K., Uyanöz, R., Zengin, M. 1998. Konya'da Şehir Atık Suları ile Sulanan Tarım Topraklarında Kimyasal Kirlenme, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu 22-24 Haziran 1998, Kayseri, sa: 326-331.

Gür, K., Özcan, S. 2002. Microbiological pollution of beach waters of Içel Province Located at the North-Eastern Coast of The Mediterranean Sea, Turkiye, 2nd International Conference On Marine Waste Water Discharges, MWWD 2002, Istanbul,16-20.

Gür, K., Ahmedli, G., Özcan, S., Yılmaz, Z. 2002a. A Case Study upon The Microbiological Pollution of Some Beaches on The North-Eastern Coast of The Mediterranean Sea in The Southern Part of Turkiye, EPMR-2002, International Conference, Enviromental Problems of The Mediterranean Region, 12-15 April 2002, NEU, Nicossia-Northern Cyprus,2002, pp.355-358.

Gür, K., Özcan, S., Yılmaz, Z. 2002b. The Enviromental Impact of Uncontrolled Urbanization and Agricultural Applications in The Göksu Delta Region Located on The North-Eastern Coast of The Mediterranean Sea in The Southern Part of Turkiye, EPMR-2002, International Conference, Enviromental Problems of The

Mediterranean Region, 12-15 April 2002, NEU, Nicossia-Northern Cyprus,2002, pp.505-511.

Hambright, K.D., Bar-Ilan, I., Eckert, W. 1998. General Water Chemistry and Quality in A Newly-Created Subtropical Wetland Lake, Wetlands Ecology and Management, Vol. 6, No:2-3, pp: 121-132.

Ibekwe, A.M., Grieve, C.M., Lyon, S.R. 2003. Characterization of Microbial Communities and Composition in Constructed Dairy Wetland. Wastewater Effluent, Applied and Enviromental Microbiology, Vol. 69, No: 9, pp: 5060-5069.

Kara, C., Bahadıroğlu, C. 2001. Kumaşır Gölü (Kahramanmaraş)'nün Bazı Ekolojik Özellikleri, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 1, sa: 57-62.

Kara, Y., Kara, İ., Başaran, D. 2004. Investigation of Some Physical and Chemical Parameters of Water in The Lake Işıklı in Denizli, Turkey, International of Journal Agriculture & Biology, Vol. 6, No: 2, pp:275-277.

Karafistan, A., Çolakoğlu-Arık, F. 2005. Physical, Chemical and Microbiological Water Quality of The Manyas Lake, Turkey, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 10, pp: 127-143.

Kartal, Ş., Tokalıoğlu, Ş. 1994. Sultansazlığı Doğal Çevresinin Kimyasal Kirlilik Bakımından İncelenmesi, Kayseri Sultansazlığı-Erciyes Çevre Sorunları Sempozyumu, Kayseri Çevre Koruma Vakfı Yayınları No:2, Kayseri, sa: 134-140.

Köleli, N., Kantar, Ç. 2005. Fosfat Kayası, Fosforik Asit ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (CD, Cr, Ni, As) Konsantrasyonu, Ekoloji, 14, 55: 1-5.

Lavid, N., Barkay, Z.,Tel-Or, E. 2001. Accumulation of Heavy metals in Epidermal Glandsof The Waterlily (*Nymphaeaceae*), Planta, 212: 313-322.

Mansour, S.A., Sidky, M.M. 2003. Ecotoxilogical Studies.6. The First Comparative Study Between Lake Quarun and Wadi El-Rayan Wetland (Egypt), with Respect to Contamination of Their Major Components, Food Chemistry, 82: 181-189.

Muslu,Y. 1985. Su Temini ve Çevre Sağlığı, İTÜ Matbaası, Cilt III, İstanbul.

Mutluay, H.,Demirak, A. 1996. Su Kimyası, 1. Bası, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. , İstanbul.

Novotny, V., Olem, H. 1994. Water Quality: Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution, John Wiley & Sons, New York.

Özdemir, C. 2002. Konya Ana Tahliye Kanalında Trihalometan Potansiyeli, DEÜ Müh. Fak. Fen ve Mühendislik Dergisi, cilt: 4, sayı: 3, sa:1-12.

Ramachandra, T.V., Ahalya, N. 2002. Status and Socio-Economics of Wetlands, Karnataka Enviroment Research Foundation, Bangalore-India.

Somay, A.M., Filiz, Ş. 2003. Hydrology, Hydrogeology and Hydrochemistry of Wetlands: A Case Study in Izmir Bird Paradise, Turkey, Enviromental Geology, 43: 825-835.

Söyleyici, F.D. 2003. Konya İlinin Sulak Alanları, Konya Çevre Bülteni, Yıl: 2, Sayı: 4, sa: 9-12.

Stoltz, E., Greger, M. 2002. Accumulation Properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by Four Wetland Plant Species Growing on Submerged Mine-Tailings, Enviromental and Experimental Botany, 47: 271-280.

Suangkiattikun, C. 2003. Solute Balance Modeling of Lake Naivasha (Kenya): Application of DMS, M.S. Thesis, International Instute for Geo-Information Science

and Earth Observation, Enschede-Netherlands.

Şahin, M. 2001. Yeni Bin Yıla Girerken Çevrenin Durumu, Çevre ve İnsan, T.C. Çevre Bakanlığı Yayın Organı, sayı: 51, sa: 42-53.

Şengül, F., Türkman, A. 1998. Su ve Atıksu Analizleri, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir.

Tekin, F., ESKOD. 2004. Ereğli Sazlıklarının Yaşatılması İçin Suyun Etkin Kullanımı Projesi, UNDP/GEF Tur 02-03.

USEPA. 2005. Current National Recommended Water Quality Criteria, May 25,USA

Uslu, O., Türkman, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control), T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1, İzmir.

Verep, B., Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E. 2002. Uzulgöl'ün Bazı Limnolojik ve Hidrografik Özellikleri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, cilt: 19 sayı: 1-2, sa: 233-240.

Windham, L., Weis, J.S., Weis, P. 2001. Lead Uptake, Distribution, and Effects in Two Dominant Salt Marsh Macrophytes, *Spartina alterniflora* (Cordgrass) and *Phragmites australis* (Common Reed), Marine Pollution Bulletin, Vol.42, No.10, pp: 811-816.

Yalçın, N., Sevinç, V. 2001. Heavy Metal Contents of Lake Sapanca, Türk J. Chem 25, 521-525, Tübitak.

Yarar, M., Magnin, G. 1997. Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları, DHKD, İstanbul.

Ye, Z.H., Baker, A.J.M., Wong, M.H., Willis, A.J. 1997. Zinc, Lead and Cadmium Tolerance, Uptake and Accumulation By The Common Reed, *Phragmites australis*

(Cav.) Trin. ex Steudel, Annals of Botany, 80: 363-370.

Ye, Z.H., Baker, A.J.M., Wong, M.H., Willis, A.J. 2003. Copper Tolerance, Uptake and Uptake and Accumulation By *Phragmites australis*, Chemosphere, 50: 795-800.

Yıldırım, E.M., Uygan, N. 1993. Su Kalitesi ve Kontrolü, Çevre Sağlığı, Varcan, N (ed), sa: 234-266, Anadolu Ünv. Yayınları No: 723, Eskişehir.

Yılmaz, F. 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri, Ekoloji, 13, 50: 10-17.

Zengin, M., Karakaplan, S., Ersoy, İ. 2002. Determination of Irrigation Water Quality of Lake Beysehir and Other Water Sources Used in Irrigation of Çumra Plain, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16, 29:72-78.

Zengin, M., Gür, K. 1999. Konya ve Çevresinden Toplanan Bazı Su Örneklerinde Nitrit ve Nitrat Kirliliği, S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 19, 13, sa: 17-24, Konya.