

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

**AKTAŞ GÖLÜ (ARDAHAN, TÜRKİYE) SU KALİTE PARAMETRELERİNİN SU  
ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Neşat ULUTAŞ**

**Anabilim Dalı: Su Ürünleri**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Durali DANABAŞ**

**AĞUSTOS-2014**

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

**AKTAŞ GÖLÜ (ARDAHAN, TÜRKİYE) SU KALİTE PARAMETRELERİNİN SU  
ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Neşat ULUTAŞ  
(Enstitü No: 111106106)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:08.07.2014  
Tezin Savunulduğu Tarih: 01.08.2014**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Durali DANABAŞ (T.Ü.)**

**Diğer Jüri Üyeleri: Yrd. Doç. Dr. Önder AKSU (T.Ü.)**

**Yrd. Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR (T.Ü.)**

**AĞUSTOS-2014**

Neşat ULUTAŞ tarafından hazırlanan “**Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye) Su Kalite Parametrelerinin Su Ürünleri Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi**” başlıklı bu tezin “Yüksek Lisans Tezi” olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Durali DANABAŞ  
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir. Bu tez, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

Başkan : Doç. Dr. Durali DANABAŞ (T.Ü.)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Önder AKSU (T.Ü.)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR (T.Ü.)

Tarih :01.08.2014

## ÖNSÖZ

Ardahan İli sınırları içerisinde bulunan ve yüksek rakımlı göller grubunda yer alan Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye), içerisinde birkaç tür balığın yaşadığı Tepeli pelikanlar başta olmak üzere değişik kuş türlerinin konakladığı belli başlı sulak alanlarımızdandır. Aktaş Gölü, sınır aşırı sularımızdan olup, yarısı Gürcistan sınırları içerisinde kalmaktadır. Bu durum ise göl ekosistemine yapılan insan kaynaklı kirletici etmenlerin kontrol altına alınmasını olumsuz yönde etkileyebilecek bir faktördür. Bu güne kadar balık yetiştiriciliği açısından üzerinde herhangi bir çalışma yapılmamış bu gölün özellikle belirli su kalite parametreleri yönünden yetiştiriciliğe uygun olup olmadığının araştırılması bu tezin ana temasıdır.

Yüksek lisans tezimin hazırlanması ve yürütülmesi sırasında katkı ve desteklerini esirgemeyen Tez Danışmanım, Sayın Doç. Dr. Durali DANABAŞ ve Yrd. Doç. Dr. Önder AKSU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma **Tunceli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi** tarafından **YLTUB012-14** nolu proje ile desteklenmiştir.

**Neşat ULUTAŞ**  
**TUNCELİ-2014**

<b><u>İÇİNDEKİLER</u></b>		<b><u>Sayfa No</u></b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....		<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....		<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....		<b>IV</b>
<b>SUMMARY</b> .....		<b>V</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....		<b>VI</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....		<b>VIII</b>
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....		<b>IX</b>
<b>SİMGELER LİSTESİ</b> .....		<b>X</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....		<b>1</b>
1.1. İncelenecek Parametreler.....		<b>5</b>
<b>2. MATERTAL VE METOT</b> .....		<b>10</b>
2.1. Materyal.....		<b>10</b>
2.1.1. Çalışma Alanı.....		<b>10</b>
2.1.2. İstasyonların Belirlenmesi ve Tanıtımı.....		<b>11</b>
2.2. Yöntem .....		<b>12</b>
2.2.1. Su Örneklemesi.....		<b>12</b>
2.2.2. Analizler.....		<b>13</b>
2.2.2.1. Su Analizleri.....		<b>13</b>
2.2.2.1.1. Arazide Yapılan Su Analizleri.....		<b>14</b>
2.2.2.1.2. Laboratuvarında Yapılan Su Analizleri.....		<b>14</b>
2.2.2.2.1. Verilerin İstatistiksel Analizleri.....		<b>14</b>
<b>3. BULGULAR</b> .....		<b>15</b>
3.1. Sıcaklık.....		<b>15</b>
3.2. Çözünmüş Oksijen.....		<b>15</b>
3.3. pH.....		<b>19</b>
3.4. Amonyum.....		<b>19</b>
3.5. Nitrit.....		<b>20</b>
3.6. Nitrat.....		<b>21</b>
3.7. Çinko.....		<b>22</b>
3.8. Demir.....		<b>23</b>
3.9. Bakır.....		<b>24</b>
3.10. Potasyum.....		<b>25</b>

3.11. Sülfat.....	26
3.12. Sülfid.....	27
3.13. Fosfat.....	27
3.10. Serbest Klor .....	28
<b>4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Sıcaklık.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2. Çözünmüş Oksijen.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. pH.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4. Amonyum.....</b>	<b>35</b>
<b>4.5. Nitrit.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6. Nitrat.....</b>	<b>40</b>
<b>4.7. Çinko.....</b>	<b>41</b>
<b>4.8. Demir.....</b>	<b>42</b>
<b>4.9. Bakır.....</b>	<b>43</b>
<b>4.10. Potasyum.....</b>	<b>44</b>
<b>4.11. Sülfat.....</b>	<b>44</b>
<b>4.12. Süfid.....</b>	<b>45</b>
<b>4.13. Fosfat.....</b>	<b>45</b>
<b>4.14. Serbest Klor.....</b>	<b>46</b>
<b>5. ÖNERİLER.....</b>	<b>48</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>51</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>54</b>

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye)'nün bazı fiziko-kimyasal parametrelerini belirleyip su kalitesini irdelemek ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerindeki muhtemel etkisini araştırarak Aktaş Gölü'nde ekonomik bir yetiştiricilik faaliyetinin olup olamayacağını değerlendirmektir.

Aktaş Gölü, Ardahan İli, Çıldır İlçesinde bulunan ve yarısı Türkiye sınırları, yarısı da Gürcistan sınırları içerisinde kalan bir göldür. Göl içinde, 2 örnekleme noktası belirlenmiş ve 8 ay boyunca aylık su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, amonyum, nitrit, nitrat, çinko, demir, bakır, potasyum, sülfat, sülfid, fosfat ve serbest klor parametreleri incelenmiştir. Böylece göl suyunun su kalitesi ve su ürünleri üretimi açısından verimliliği saptanmıştır. Aktaş Gölü'nde doğal balıkçılık faaliyetleri yöre halkına tarıma ek olarak bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. Kışın yüzeyi 50-70 cm'yi bulan buz tabakasıyla kaplanmaktadır. Fiziksel ve kimyasal analiz verileri değerlendirildiğinde, Aktaş Gölü'nün mezotrof göllerin özelliğine sahip olduğu görülmektedir.

Sığ olan bu gölde yapılacak yetiştiricilik faaliyeti ortama ilave bir organik materyal yükü getireceğinden, bu dengenin bozulması ve ortamda toksik maddelerin aşırı birikmesi ve toplu ölümlerin görülmesi muhtemeldir. Bu nedenle Aktaş Gölü'nde yetiştiricilik yapılmasının uygun olmayacağı düşünülmektedir. Yapılması halinde ise, bu durumun göz önünde bulundurulması ve yoğun yetiştiricilikten kaçınılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktaş Gölü, Fiziksel ve Kimyasal Analizler, Su Kalitesi,

## **SUMMARY**

### **Assessment of Water Quality Parameters in Aktaş Lake (Ardahan, Turkey) for Aquaculture**

The aims of this study determine some physico-chemical parameters of Aktaş Lake (Ardahan, Turkey), probe water quality of lake, research its possible effects on aquaculture and assessment economically whether culture the fish in Aktaş Lake or not.

Aktaş Lake is Çıldır district of Ardahan province and half of surface area of lake is in Turkey and other parts are in Georgia.

Two research sites were determined in lake and sampled monthly water during 8 months. Temperature, dissolved oxygen, pH, ammonium, nitrite, nitrate, zinc, iron, copper, potassium, sulphate, sulphide, phosphate and free chlorine parameters were analyzed in water samples. Thus, it was determined water quality of lake and its productivity for aquaculture.

Natural fisheries activities in Aktaş Lake constitute source of income for local communities in addition to agriculture. The surface of lake was covered by a sheet of ice approximately 50-70 cm in winter. Aktaş Lake has properties of mesotrophic lake when the data of its physical and chemical analysis was evaluated.

It is possible the breaking of equivalence of organic materials, accumulation of toxicants in the environment and observing of intensive fish mortalities, because of creating an additional organic material loading to lake environment due to aquaculture activities in a shallow lake. Therefore, it is thinking that Aktaş Lake does not suitable for aquaculture. In case of, it is recommended that the present status of lake should consider and avoid intensive aquaculture activities.

**Keywords:** Aktaş Lake, Physical and Chemical Analysis, Water Quality.



## SEKİLLER LİSTESİ

## Sayfa No

Şekil 3.1. Dönemlere göre istasyonlara ait ölçülen su sıcaklığı değişimleri.....	18
Şekil 3.2. Dönemlere göre istasyonların çözülmüş oksijen değerleri değişimleri..	18
Şekil 3.3. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş ph değerleri değişimleri.....	19
Şekil 3.4. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş amonyum değerleri değişimleri.....	20
Şekil 3.5. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş nitrit değerleri değişimleri.....	21
Şekil 3.6. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş nitrat değerleri değişimleri.....	22
Şekil 3.7. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş çinko değerleri değişimleri.....	23
Şekil 3.8. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş demir değerleri değişimleri....	24
Şekil 3.9. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş bakır değerleri değişimleri.....	25
Şekil 3.10. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş potasyum değerleri değişimleri.....	26
Şekil 3.11. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş sülfat değerleri değişimleri...	26
Şekil 3.12. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş sülfat değerleri değişimleri...	27
Şekil 3.13. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş fosfat değerleri değişimleri...	28
Şekil 3.14. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş serbest klor değerleri değişimleri.....	29
Şekil 4.1. Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş sıcaklık değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı...	31
Şekil 4.2. Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş çözülmüş oksijen değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı...	32
Şekil 4.3. Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş ph değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı.....	34
Şekil 4.4. Ph-Amonyum ilişkisi.....	35
Şekil 4.5. Ph-Sıcaklık ilişkisi.....	35
Şekil 4.6. İyonize olmamış amonyağın pH değerine göre değişimi.....	36
Şekil 4.7. Aktaş Gölü'nde aylar itibariyle ölçülmüş amonyum değerlerinin EC direktifine göre dağılımı.....	38
Şekil 4.8. Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş nitrit değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı.....	39
Şekil 4.9. Aktaş gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş nitrit değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı.....	40
Şekil 4.10. Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş çinko değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama	41

esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı...	
<b>Şekil 4.11.</b> Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş demir değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı...	42
<b>Şekil 4.12.</b> Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş bakır değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1-a ve b sınır değerlerine göre dağılımı..	43
<b>Şekil 4.13.</b> Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş fosfat değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1-a ve b sınır değerlerine göre dağılımı..	46

## **TABLolar LİSTESİ**

## **Sayfa No**

<b>Tablo 1.1.</b> Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri.....	4
<b>Tablo 1.2.</b> Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	6
<b>Tablo 1.3.</b> İçme suyu standartlarında bazı parametrelerin en çok tavsiye edilen değerleri.....	7
<b>Tablo 1.4.</b> Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a.....	8
<b>Tablo 1.5.</b> Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1b.....	9
<b>Tablo 3.1.</b> Aylara göre araştırma istasyonlarının sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (mg l <sup>-1</sup> ), pH, amonyum (mg l <sup>-1</sup> ), nitrit (mg l <sup>-1</sup> ) ve nitrat (mg l <sup>-1</sup> ) değerleri ortalamaları.....	16
<b>Tablo 3.2.</b> Aylara göre araştırma istasyonlarının çinko (mg l <sup>-1</sup> ), demir (mg l <sup>-1</sup> ), bakır (mg l <sup>-1</sup> ), Potasyum (mg l <sup>-1</sup> ), sülfat (mg l <sup>-1</sup> ), sülfid (mg l <sup>-1</sup> ), fosfat (mg l <sup>-1</sup> ) ve serbest klor (mg l <sup>-1</sup> ) değerleri ortalamaları.....	17
<b>Tablo 4.1.</b> Çözünebilir oksijen ile yükseklik arasındaki ilişki.....	33
<b>Tablo 4.2.</b> Farklı Ph ve sıcaklıklarda sulu solüsyonlardaki toksik (iyonlaşmamış) amonyağın fraksiyonları.....	37

## **RESİMLER LİSTESİ**

## **Sayfa No**

<b>Resim 2.1.</b> Aktaş Gölü'nden genel bir görüntü.....	10
<b>Resim 2.2.</b> Gölde yaşayan kuş popülasyonlarından genel bir görüntü.....	11
<b>Resim 2.3.</b> Araştırma istasyonların harita üzerinde gösterimi.....	12

## SİMGELER LİSTESİ

<b>AKM</b>	:Askıda Katı Madde
<b>BOİ</b>	:Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>ÇO</b>	:Çözünmüş Oksijen
<b>EC</b>	:Elektriksel İletkenlik
<b>EPA</b>	:Çevre Koruma Ajansı. İçme ve Kullanma Suyu Standardı (Environmental Protection Agency)
<b>KOİ</b>	: Kimyasal Oksijen ihtiyacı
<b>TS-266</b>	:İçme ve Kullanma Suyu Standardı
<b>TSE</b>	:Türk Standartları Enstitüsü
<b>WHO</b>	:Dünya Sağlık Örgütü

## 1. GİRİŞ

Dünyada yaşamın sürdürülebilmesi için bulunan bileşiklerden hiçbiri su kadar önemli değildir. Canlıların yapısında yaklaşık % 60-90 oranında su vardır. Canlılar, metabolik aktivitelerini sürdürebilmek için hücre ve dokularında belli oranda su bulundurmaları zorundadır. Bununla birlikte su; sucul canlıların barındıkları, yiyecek buldukları, üredikleri yavrularına baktıkları ve çözülmüş gazlardan yararlandıkları bir ortam oluşturmaktadır. Dolayısıyla, susuz bir yaşam düşünülemez. Su içindeki yaşamı anlayabilmek için sadece organizmayı bilmek yeterli değildir. Aynı zamanda, organizmaya doğrudan veya dolaylı etki eden dış etmenlerde bilinmelidir. Her canlının varlığını koruyabilmesi için uygun yaşam ortamına ihtiyacı vardır. Çünkü yaşam organizma ile çevresi arasında temel maddelerin düzenli devamlı olarak değişimine bağlıdır (Tayhan, 2012).

İnsanlara besin değeri yüksek kaliteli ürünler sunabilen su ürünleri yetiştiriciliği yurdumuzda hızla yaygınlaşmaktadır. Doğal ortama yakın ürünler sağlayabilmek için ise, kafeslerde ve havuzlarda yapılan yetiştiricilik faaliyetlerinde su kalitesi oldukça önemlidir. Bu nedenle yetiştiricilik faaliyetlerinin gerçekleştirileceği ortamların su kalitesinin önceden belirlenmesi gerekmektedir (Şen ve Sönmez, 2005).

En önemli tatlısu rezervlerinden olan göller; doğal güzellikleri, biyolojik çeşitliliği, balıkçılık, rekreasyon, turizm ve hidrolojik döngüdeki rolü gibi birçok özellikleriyle önemli doğa alanlarıdır. Ancak; gelişen teknoloji, nüfusun hızla artması, küresel iklim değişikliği, evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlilik kaynakları göller üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. Bunlar içinde en yaygın ekolojik problem insan kaynaklı ötrofikasyondur. Dünya genelinde, azot ve fosforun aşırı şekilde girişiyle meydana gelen göl ötrofikasyonu, su kalitesinin kötüleşmesine ve biyoçeşitliliğin önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır (Taş, 2011).

Günümüzde kullanılabilir su kaynaklarına evsel, tarımsal ve endüstriyel kirleticilerin ulaşması sonucu suların özellikleri olumsuz yönde değişmektedir. Yaşam için gerekli ve değerli olan su, maalesef günümüzde en fazla tehdit altında olan madde haline gelmiştir (Cirik ve Cirik, 1999).

Sucul ekosistemlerde kendi içinde oluşan ve dışarıdan katılan pek çok zararlı madde bulunabilmektedir. Bu maddeler kısmen ekosistem içinde zararsız hale

getirilebilmektedir ve ya yok edilebilmektedir. Ancak, ekosistem için zararlı maddelerin miktarı ortam tarafından yok edilmeyecek düzeye ulaşırsa bu durum sistemdeki tüm canlılar için olumsuz bir yapıya dönüşmektedir (Tanyolaç, 2004).

Çeşitli insan aktiviteleri sonucunda oluşan ve çok değişken yapıya sahip olan atık sular nehir, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara boşaltıldıklarında ortam suyunun fiziko-kimyasal ve biyolojik yapısını önemli ölçüde değiştirmekte ve suyun dip yapısında da önemli değişikliklere neden olmaktadır (Çoban, 2007).

Su kirliliğinin suda yaşayan canlı organizmalara etkileri; kirleticinin fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik yapısı ile boşaldığı bölge sularının durgun veya akıntılı su kaynağı oluşuna göre değişmektedir. Bundan dolayı kirlilik etkisini doğrudan veya dolaylı olarak kısa veya uzun dönemde gösterir. Kirlenmenin meydana geldiği su kaynaklarında yaşayan mikro ve makro organizmaların kantitatif ve kalitatif özellikleriyle bunların dağılımında önemli değişimler meydana gelmektedir (Aydınalp, 2005).

Göller, evsel ve endüstriyel su temini ile rekreasyon, taşkın kontrolü, ticari balıkçılık, sulama ve enerji üretimi gibi amaçlarla kullanılırlar. Bu kullanımlara ek olarak göllere evsel ve endüstriyel atıklar da boşaltılır. Göller, oldukça büyük arazi parçalarının drenaj sularını da alırlar. Göl ve gölü çevreleyen kara arasında sürekli bir alışveriş vardır. Yüzey ve yüzey altı akışları göle girer ve çıkar. Bu akışlar da çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenleri, organik maddeleri, tortu ve diğer pek çok maddeyi beraberinde sürükler. Bu akışların hızı, gölün coğrafik yapısı, iklimsel ve mevsimsel şartlara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler ilk olarak akarsulara karışmakta ve yine akarsular yoluyla göllere ve denizlere ulaşmaktadır. Bu nedenle, doğal kaynaklardan temin edilen ve su ürünleri üretiminde kullanılan suların özellikleri çok iyi bilinmeli ve sulardaki çevre dengesi korunmalıdır. Gerekli önlemlerin alınabilmesi için su ortamında fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekmektedir (Küçükyılmaz vd., 2010).

Suyun göldeki bekleme süresi, göle giren ve çıkan akımlara, buharlaşmaya, yağışlara ve göldeki su hacmine bağlı olarak birkaç günden birkaç yıla kadar değişebilir. Akarsulara göre akış kısıtlaması olan göllerdeki kirliliğin boyutları daha farklıdır. Bir gölün drenaj alanındaki kaya tipi, göl suyunun anorganik bileşimini belirleyen en önemli unsurdur. Özellikle dışarıya akışı olmayan göller başta olmak üzere tüm havzadaki kirlilikler, örneğin ağır metaller, zor parçalanabilir pestisitler gibi bozunmayan

kirleticilerin giderek kirlilik potansiyelini arttırmaları, yüzeysel sular arasında kirlenmeye karşı en hassas su grubunu oluşturan göllerin muhafazasında ne denli hassas olunması gerektiğini ortaya koymaktadır (Çakmak ve Demir, 2007).

Göl kirlenmesinde temel taşınım yolları akarsular ve atmosferdir. Akarsuların partikül yükü çözünmüş yükün yaklaşık 3-5 katıdır. Akarsularla taşınan çözünmüş ve askıdaki maddelerin miktarının önemli bir bölümü erozyon ve kimyasal çözünme sonucu oluşur. Bu girdilerde arazi kullanımındaki değişim ve yağmurun asitlenmesi gibi nedenlerle artış olabilir (Çoban, 2007).

Göllerdeki termal tabakalaşma mevsimlik su hareketlerini kontrol etmektedir. Bir su kütlelerinde mevsimlik sıcaklık değişimleri olduğu gibi, su kalitesinde de mevsimlik değişimler vardır. Su kalitesi ile ilgili gradyan, termal gradyan, yazın ortaya çıkan sükûnet fazında çok belirgindir. Kışın sükûnet devresinde ise daha az barizdir. İlkbahar ve sonbahar karışımları ile bu gradyanlar ortadan kaldırılır. Bütün derinliklerde su kalitesi aynı olur. Bu karışım devrelerinde, tabanda bulunan ışığı seven organizmalar, yüzeye çıkarak üst tabakalarda daha bol bulunan güneş ışığı ve besin maddeleri sayesinde birden bire çoğalırlar ve su kalitesinin bozulmasına sebep olurlar. Alg patlaması ile sık sık karşılaşılabilir (Muslu, 2006).

İlkbahar ve sonbaharda yüzey ile dip kısımlarındaki sıcaklık farkı azaldığı için tabakalaşmalar etkisini kaybetmekte ve en küçük bir rüzgar hareketi ile günlük sıcaklık değişimleri suyu karıştırmaya yetmektedir. İlkbahar ve sonbahar sirkülasyonu denen bu karışım olayları ile suyun kalitesi önemli derecede bozulmaktadır. Bu devrelerde tabanda bulunan algler karışım sayesinde yüzeye çıkarak güneş ışığı ve besin ile birden bire çoğalarak su kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (Wetzel, 2005).

Göllere özgü en tipik kalite bozulmalarının bir çeşidi de ötrofikasyondur. Evsel ve bazı endüstriyel atık sular ile tarımsal drenaj suları, fosfor ve azotça zengindir. Bu nütrient maddeler, göllerde fotosentezle aşırı alg üremesine ve organik madde miktarının artmasına yol açar. Üreyen algler, dışarıdan atık sularla göle verilen organik kirleticilere çok benzeyen davranışlara girerler ve sudaki oksijen bilançosunu etkilerler. Alglerin dibe çökmesiyle de ikincil kirlenme oluşur. Alglerin göldeki biyokimyasal çevrimler sırasında tekrar parçalanması sonucunda, bu canlıların bünyesinde bağlanmış azot ve fosfor açığa çıkarak tekrar çevrime girer. Ötrofikasyon, sudaki azot ve fosfor konsantrasyonlarının belirli sınırların üzerine çıkması sonucunda hızlanır. Bu tür göller “*ötrofik*” olarak nitelendirilir. Fosfor ve azot konsantrasyonlarının ve üretimin düşük olduğu göller ise



“oligotrofik” olarak adlandırılır. Bu iki sınır durum arasındaki göller ise “mezotrofik” olarak adlandırılır. Ötrofikasyon, göllerin“ yaşlanması” olarak da tanımlanmaktadır.

*Göl bu sürece girdiği zaman meydana gelecek kimyasal ve fiziksel değişiklikler, aşağıda özetlenmiştir:*

- Patlama şeklindeki alg üremesi sebebiyle suyun ışık geçirgenliğinin azalması, bulanıklığın artması,
- Ölerek çökelen alglerin çoğalması sebebi ile dipte ayrılan organik madde miktarının fazlaşması ve buna bağlı olarak oksijen ihtiyacının ve su kütlelerinde tabakalaşma varsa, dipteki katmanların giderek oksijensiz kalması,
- Anaerobik koşulların meydana gelmesi halinde, havasız parçalanmanın başlaması ve hidrojen sülfür ( $H_2S$ ), bisülfid iyonu ( $HS^-$ ), sülfür anyonu ( $S^{2-}$ ), metan ( $CH_4$ ), amonyak ( $NH_3$ ) gibi toksik maddelerin üretimi,
- Doğal yaşam dengesinin bozulması ve çökelmelerin hızlanması sonucunda bataklıkların meydana gelmesidir (Çelik, 2004).

Ötrofikasyon olayı bir defa başladıktan sonra göle giren besin maddelerinin girişi tamamen önlenirse bile yukarıdaki olumsuzluklar uzun bir süre daha devam eder. Sadece dip çamurundaki fosforun geri çözünmesi bile, alglerin birkaç yıl kitlesel üremelerine yol açar (Sawyer vd., 2006).

Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri Tablo 1.1.’de verilmiştir.

**Tablo 1.1.** Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri (Tayhan, 2012)

İstenen özellikler	Kullanım alanı	
	Doğal koruma alanı ve rekreasyon	Çeşitli kullanımlar için (doğal tuzlu, acı ve sodalı göller dahil)
pH	6,5-8,5	6-10,5
Kimyasal Oksijen İht. ( $mg\ l^{-1}$ )	3	8
Çöz. Oksijen ( $mg\ l^{-1}$ )	7,5	5
Askıda Katı Mad. ( $mg\ l^{-1}$ )	5	15
Toplam koliform sayısı	1000	1000
Toplam azot ( $mg\ l^{-1}$ )	0,1	1
Toplam fosfor ( $mg\ l^{-1}$ )	0,005	0,1
Klorofil-a ( $mg\ l^{-1}$ )	0,008	0,025

Ülkemizde bulunan irili ufaklı yaklaşık 160 kadar gölün yüzölçümleri toplamı yaklaşık olarak 9.464 km<sup>2</sup>'yi bulmaktadır. Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye), Ülkemizin sınır aşan suları arasında olup, Türkiye–Gürcistan sınır bölgesindeki yüksek platoda yer almaktadır. Ardahan'a 55 km mesafede, Çıldır İlçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Sığ bir tektonik göl olan Aktaş Gölü'nün kapladığı alan 2.700 km<sup>2</sup> olup, denizden 1800 m yüksekliktedir. Gölde bir kısmı kayalık olmak üzere on iki küçük, ıssız ada vardır. Adalar seyrek bitki örtüsü ile kaplıdır. En büyük ada ile birlikte gölün 1.400 km<sup>2</sup>'lik kısmı Türkiye sınırları içinde bulunmaktadır. Birkaç küçük derenin beslediği Aktaş Gölü, su seviyesinin çok yüksek olduğu bahar aylarında Kura Nehri'ne boşalmaktadır. Suyun soda konsantrasyonu oldukça yüksek olup, çevresinde tarla ve çayırlar yer almaktadır. Göl kıyısında ve adaların çevresinde küçük sazlıklar bulunmakta olup, sazlıklar özellikle kuşlar için önemli bir barınma ve yuvalama alanı özelliği göstermektedir. Aktaş Gölü, Hozapın, Karsak veya Azap Gölü isimleriyle de bilinmektedir (URL-1, 2014).

Gölde sadece fiziksel ya da kimyasal parametre ile yetinmeyip önceden planlanan parametrelerin sürekli izlenip aylık değişimlerinin incelenmesi ve değişen bu parametrelerin göldeki biyolojik yaşamı dolayısıyla da su kalitesini nasıl etkilediğinin incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle göllerin hangi amaçlarla kullanılacağına tespit edilip, bu amaçlara uygun ölçümlerin yapılması, seçilen parametrelerin periyodik olarak izlenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra göllerin su kalitesinin değerlendirilmesi ve birbirleri ile karşılaştırılması amacıyla ülke şartlarına uygun değişik matematiksel modeller geliştirilebilmelidir (Çoban, 2007).

### **1.1. İncelenecek Parametreler**

Su kalitesinin belirlenmesinde çeşitli standartlardan yararlanılmaktadır. Bu değerler genellikle aynı olmakla beraber bazen ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Su kalitesinin tespitinde Ülkemizde “T.C Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği (TSE) TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartlarından” yararlanılmaktadır. Bu standart içinde yer alan su kalite parametreleri yine bu yönetmelikte yer alan ve suların daha sonra yapılacak kontrollerinde kullanılan gösterge parametreleriyle ilgili değerleri (EPA, 2006; WHO, 2006) “Avrupa Birliği İçme Suyu Standartları” olarak verilmiştir. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri Tablo 1.2.'de ve içme

suyu standartlarında bazı parametrelerin en çok tavsiye edilen değerleri de Tablo 1.3.'de verilmiştir.

**Tablo 1.2.** Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Tayhan, 2012)

**SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ TABLOLARI**  
(Değişik Tablo 1:RG-13/2/2008-26786)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
<i>A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler</i>				
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 <sub>2</sub> l <sup>-1</sup> )	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) <sup>a</sup>	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl <sup>-</sup> l <sup>-1</sup> )	25	200	400	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> l <sup>-1</sup> )	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N l <sup>-1</sup> )	0,2	1	2	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N l <sup>-1</sup> )	0,002	0,01	0,05	> 0,05
9) Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N l <sup>-1</sup> )	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P l <sup>-1</sup> )	0,02	0,16	0,65	> 0,65
11) Toplam çözünmüş madde (mg l <sup>-1</sup> )	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na <sup>+</sup> l <sup>-1</sup> )	125	125	250	> 250
<i>B) Organik parametreler</i>				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg l <sup>-1</sup> )	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg l <sup>-1</sup> )	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg l <sup>-1</sup> )	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg l <sup>-1</sup> )	0,5	1,5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg l <sup>-1</sup> )	0,02	0,3	0,5	> 0,5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg l <sup>-1</sup> )	0,05	0,2	1	> 1,5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg l <sup>-1</sup> )	0,002	0,01	0,1	> 0,1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg l <sup>-1</sup> )	0,02	0,1	0,5	> 0,5
9) Toplam pestisid (mg l <sup>-1</sup> )	0,001	0,01	0,1	> 0,1

**Tablo 1.3.** İçme suyu standartlarında bazı parametrelerin en çok tavsiye edilen değerleri (Tayhan, 2012)

<b>Parametreler</b>	<b>EC (1998)</b>	<b>TS-266 (2005)</b>	<b>WHO (2008)</b>	<b>EPA(2009)</b>
pH	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-8,0	6,5-8,5
Sıcaklık (°C)	-	25	-	-
Sertlik (CaCO <sub>3</sub> ) (mg l <sup>-1</sup> )	-	-	-	-

Balık yetiştiriciliği açısından ise daha çok Tablo 1.4. ve 1.5.'de verilen Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) genelge ekleri kriter olarak alınmaktadır. Balık yetiştiriciliği açısından suyun kalitesini belirlerken bu tablolarda verilmiş olan tüm parametrelerin tayinleri yapılabilir.

Bu çalışmanın amacı, Aktaş Gölü'nde belirlenmiş olan örnekleme noktalarından aylık olarak alınacak su numunelerinde yapılacak olan analizler ile göl suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerini belirleyip su kalitesini irdelemek ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerindeki muhtemel etkisini araştırarak Aktaş Gölü'nde ekonomik bir yetiştiricilik faaliyetinin olup olamayacağını araştırmaktır.

**Tablo 1.4.** Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a

<b>Alabalık Yetiştiriciliği İçin Su Kalite Kriterleri</b>				
<b>Parametreler</b>	<b>Yetiştiricilik</b>	<b>Kuluçkahane</b>	<b>Sert Sularda</b>	<b>Yumuşak Sularda</b>
Su Debi Miktarı** (1 sn <sup>-1</sup> )				
Sıcaklık (°C)	4-18	6-13		
Çözünmüş oksijen (mg l <sup>-1</sup> )			>5	
pH			6,5-8,5	
Amonyak (iyonize değil) (mg l <sup>-1</sup> )	0,1	0,02		
Nitrat (mg l <sup>-1</sup> )		0-40		
Nitrit (mg l <sup>-1</sup> )			<0,2	0,06- 0,1
Alkalinite* (CaCO <sub>3</sub> olarak) (mg l <sup>-1</sup> )		10-400		
Karbonat* (mg l <sup>-1</sup> )		0-25		
Bikarbonat* (mg l <sup>-1</sup> )		>100		
Toplam sertlik* (CaCO <sub>3</sub> olarak) (mg l <sup>-1</sup> )		10-400		
Kalsiyum* (mg l <sup>-1</sup> )		4-160		
Magnezyum*		Buffer sistemi için gereklidir.		
Manganez* (mg l <sup>-1</sup> )		0-0.01		
Demir (toplam)* (mg l <sup>-1</sup> )		<0,5		
Ferrous iyonu* (mg l <sup>-1</sup> )		0		
Ferric iyonu* (mg l <sup>-1</sup> )		0,5		
Fosfor* (mg l <sup>-1</sup> )		0,1-3		
Karbondioksit* (mg l <sup>-1</sup> )		<60		
Alüminyum* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,1	
Kadmiyum* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,003	<0,0004
Krom* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,05	
Bakır* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,01	<0,006
Kurşun* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,001	
Çinko* (mg l <sup>-1</sup> )			0-0,1	
Cıva* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,00005	
Nikel* (mg l <sup>-1</sup> )			<0,05	<0,1
Hidrojen sülfür* (mg l <sup>-1</sup> )		<0		
Askıda katı madde (mg l <sup>-1</sup> )	<25	<5		
Alabalıklarda klorür yumurta çıkışı için 50 mg l <sup>-1</sup> 'i, yetişkinler için ise 200 mg l <sup>-1</sup> 'i, bulanıklık ise 10 JTU'u aşmamalıdır.				
* İhtiyaç duyulduğunda aranılacak parametreler,				
** Su miktarlarına ait minimum ve maksimum debi raporu ile birlikte tesis için tahsis edilebilecek minimum su miktarına ilişkin belgenin DSİ teşkilatından alınması gerekmektedir (URL-2, 2014).				

**Tablo 1.5.** Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1b

<b>Sazan Yetiştiriciliği İçin Su Kalite Kriterleri</b>				
<b>Parametreler</b>	<b>Yetiştiricilik</b>	<b>Kuluçkahane</b>	<b>Sert Sular</b>	<b>Yumuşak Sular</b>
Su Debi Miktarı** ( l sn <sup>-1</sup> )				
Sıcaklık (°C)	16-28	18-20		
Çözünmüş oksijen (mg l <sup>-1</sup> )		5		
pH		6,5-8,5		
Alkalinite* (CaCO <sub>3</sub> olarak) (mg l <sup>-1</sup> )		50-400		
Karbonat* (mg l <sup>-1</sup> )		0-40		
Bikarbonat* (mg l <sup>-1</sup> )		75-100		
Toplam sertlik* (CaCO <sub>3</sub> olarak) (mg l <sup>-1</sup> )		50-400		
Demir (toplam)* (mg l <sup>-1</sup> )		0-0,9		
Ferrous iyonu* (mg l <sup>-1</sup> )		-		
Ferric iyonu* (mg l <sup>-1</sup> )		0,5		
Kalsiyum* (mg l <sup>-1</sup> )		10-160		
Magnezyum*	Buffer sistemi için gereklidir.			
Manganez* (mg l <sup>-1</sup> )		0-0,1		
Nitrat (mg l <sup>-1</sup> )		0-3		
Nitrit (mg l <sup>-1</sup> )	0,06-0,1			
Fosfor* (mg l <sup>-1</sup> )		0,01-3		
Amonyak (iyonize değil) (mg l <sup>-1</sup> )	0,02			
Karbondioksit* (mg l <sup>-1</sup> )		0-15		
Kadmiyum* (mg l <sup>-1</sup> )			0,012	0,004
Bakır* (mg l <sup>-1</sup> )			0,112	0,005
Kurşun* (mg l <sup>-1</sup> )		0,1		
Çinko* (mg l <sup>-1</sup> )		0-0,05	2,0	0,3
Nikel* (mg l <sup>-1</sup> )		0,5		
Hidrojen sülfür* (mg l <sup>-1</sup> )		<0		
Sazan ve ılık su balıklarında bulanıklık 25 JTU'u, elektrik geçirgenliği 2000 Mho X 10 <sup>6</sup> 'ı, BOD ya da organik madde 4 mg l <sup>-1</sup> 'i ve klorür 2000 mg l <sup>-1</sup> 'i aşmamalı, SO <sub>4</sub> ise 0,5 mg l <sup>-1</sup> 'den az olmamalıdır.				
* İhtiyaç duyulduğunda aranılacak parametreler,				
** Su miktarlarına ait minimum ve maksimum debi raporu ile birlikte tesis için tahsis edilebilecek minimum su miktarına ilişkin belgenin DSI teşkilatından alınması gerekmektedir (URL-2, 2014).				

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Ülkemizin sınır aşırı suları arasında yer alan ve Türkiye-Gürcistan sınırında  $43,12^{\circ}$  doğu boylamında,  $41,21^{\circ}$  kuzey enleminde denizden 1800 m yükseklikteki platoda bulunan ve tektonik özellikteki sodalı bir göl olan Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye) seçilmiştir (Resim 2.1.). Göl, Ardahan'a 55 km mesafede, Çıldır İlçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Sığ bir tektonik göl olan Aktaş Gölü'nün kapladığı alan  $2.700 \text{ km}^2$  olup, en büyük ada ile birlikte gölün  $1.400 \text{ km}^2$ 'lik kısmı Türkiye sınırları içinde bulunmaktadır. Gölde bir kısmı kayalık olmak üzere toplamda on iki küçük, ıssız ada vardır. Adalar seyrek bitki örtüsü ile kaplıdır. Birkaç küçük derenin ve kar sularının beslediği Aktaş Gölü, su seviyesinin çok yüksek olduğu bahar aylarında 1990 yılında açılan bir taşkın kanalı vasıtasıyla Kura Nehri'ne boşalmaktadır. Suyun soda konsantrasyonu oldukça yüksek olup, çevresinde tarla ve çayırlar yer almaktadır.



**Resim 2.1.** Aktaş Gölü'nden genel bir görüntü (URL-1, 2014)

Göl kıyısında ve adaların çevresinde küçük sazlıklar bulunmakta olup, sazlıklar özellikle kuşlar için önemli bir barınma ve yuvalama alanı özelliği göstermektedir. Göl

içerisinde sonradan getirilerek atılmış bulunan ve gölde önemli ölçüde çoğalmış olan pullu sazan (*Cyprinus carpio*), havuz balığı (*Carassius carassius*) ve kerevit (*Astacus leptodactylus*) bulunmaktadır. Bununla birlikte bol miktarda su kuşunun beslenme ve üremek için konakladığı bir alan olup genel olarak tepeli pelikan (Ülkemizdeki 7 alandan birisi) ve ak pelikan (Ülkemizdeki 3 alandan birisi) türlerinin birlikte ürediği tek yer olan Aktaş Gölünde kadife ördeği, sakar meke, angıt, martı, yaban kazı gibi su kuşları da sıkça görülmektedir (Resim 2.2.). Göl yüzeyi kışın tamamen buzla kaplanmaktadır. Doğa koruma ve arkeolojik amaçlı bir koruma statüsü bulunmamaktadır. Ancak birinci derecede sınır güvenlik alanı olduğundan göl bugüne kadar avcılık ve yetiştiriciliğe açılmamış bakir bir bölgedir. Gölün derinliği ortalama 2 m civarında olduğu ve yer yer 4 m, ye kadar çıktığı tahmin edilmektedir. Göl çevresi askeri bölge statüsündedir. Askeri bölge içerisinde olduğu için alana giriş çıkışlar sıkı denetim altındadır. Bu nedenle, insan baskısı yüksek değildir. Göl yakınlarında üç köyde tarım ve hayvancılık yapılmaktadır. Gölde sadece sportif olta balıkçılığı yapılmaktadır. Aktaş Gölü, Hozapın, Karsak veya Azap Gölü isimleriyle de bilinmektedir. Alan, Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği kapsamında korunmaktadır (URL-1, 2014).



**Resim 2.2.** Gölde yaşayan kuş popülasyonlarından genel bir görüntü

### **2.1.2. İstasyonların Belirlenmesi ve Tanıtımı**

Aktaş Gölü'nde fiziko-kimyasal özelliklerin belirlenmesi için 8 aylık süre içerisinde (Eylül 2012-Nisan 2013) aylık olarak su numuneleri alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda ulaşım kolaylığı, göl sahasının büyüklüğü ve göl içerisinde çevresel ve



yaşamsal aktivitelerde dikkate alınarak gölün batı yakasından 2 adet araştırma istasyonu belirlenmiştir. Bunlar; 1. İstasyon: Aktaş I ve 2. İstasyon: Aktaş II'dir (Resim 2.3.).



Birinci İstasyon (Aktaş I)  
E;41,194600° N; 43,167354°

İkinci İstasyon (Aktaş II)  
E;41,205721° N; 43,193475°

**Resim 2.3.** Araştırma istasyonların harita üzerinde gösterimi

## 2.2. Yöntem

Resim 2.3.'de gösterilmiş olan çalışma istasyonlarında aşağıda detayları verilen örnekleme çalışmaları ve analizler gerçekleştirilmiştir. Su numunelerinde laboratuvarda gerçekleştirilecek olan analizler Ardahan İli merkezindeki Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğüne kontrollü şartlar altında götürülerek Kurum laboratuvarında yapılmıştır.

### 2.2.1. Su Örneklemesi

Belirlenmiş olan 2 adet istasyonda aylık olmak üzere toplamda 8 ay süresince Eylül 2012 ile Nisan 2013 tarihleri arasında saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Su örnekleme, örnekleme sahasının iklimsel, sosyal ve güvenlik özellikleri göz önünde bulundurularak ilgili ayın aynı dönemlerinde alınmıştır. Örnekleme, daha önceden

kullanılmamış ve üzeri hangi istasyon ve döneme ait olduğunu gösterir şekilde etiketlenmiş, 1 lt'lik, koyu renkli, ağzı rodajlı cam su numune şişeleri ile yapılmıştır. Çalışmada gerçekleştirilmiş olan tüm su örneklemelelerinde gün içerisinde aynı saat diliminde öğle saatlerinde alınmaya çalışılmış, su yüzeyinin buz ile kaplandığı dönemlerde yüzeydeki buz şarjlı matkap, balta, kazma ve kürek yardımıyla kırılarak buz altından örneklemeleler gerçekleştirilmiştir. Su numuneleri, şişenin numunenin alınacağı su ile en az 3 defa çalkalanmasından sonra, kapağı açık olarak baş aşağı konumda suya 30 cm kadar daldırılıp, su içerisinde ters çevrilerek doldurulması ve kapağının yine su içerisinde kapatılmasıyla alınmıştır. Alınan numuneler ilgili analizlerin yapılması için ivedilikle laboratuvara intikal ettirilmiştir.

## **2.2.2. Analizler**

### **2.2.2.1. Su Analizleri**

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğinde, yetiştirilecek balığın türüne ve yapılacak yetiştiriciliğin çeşidine göre maksimum ve minimum değerleri verilen parametreler; yetiştiricilik için uygun olan su kalite kriterlerini belirlemek amacıyla uzun çalışmalar sonucu elde edilmiş bilimsel veriler doğrultusunda belirlenmiş parametrelerdir. Bu yönetmelikte iç sularda yapılacak alabalık ve sazan yetiştiriciliği için öne çıkan parametreler “sıcaklık, ÇO, pH, Amonyum (NH<sub>4</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), alkalinite, karbonat (CO<sub>3</sub>), bikarbonat (HCO<sub>3</sub>), toplam sertlik, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), fosfor (P), aliminyum (Al), kadmiyum (Cd), krom (Cr), bakır (Cu), kurşun (Pb), çinko (Zn), civa (Hg), nikel (Ni), H<sub>2</sub>S ve askıda katı madde (AKM)’dir. Bunlardan birçoğu özellikle ağır metaller daha çok sanayi atıklarıyla kirlenmeye maruz kalan bölgelerde görülmekle birlikte bazı parametreler ise tarımsal faaliyetler veya hayvanların doğada bıraktıkları atıklar sonucu ortamda değişik oranlarda görülebilmektedir. Aktaş Gölü, bir kısmı Türkiye ve bir kısmı da Gürcistan sınırları içerisinde kalan bir göldür. Gerek Türkiye tarafında gerekse Gürcistan tarafında gölü etkileyebilecek alanda sanayi tesislerinin bulunmaması, göl kenarında bulunan köylerden göle evsel atık taşıyacak kanalizasyon sistemlerinin olmaması nedeniyle sanayi ve evsel atıklara maruz kalmamaktadır. Bu nedenle tez çalışmasında yukarıda bahsi geçen parametrelerden

sıcaklık,  $\text{CO}$ , pH,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , Zn, Fe, Cu, Potasyum (K), sülfat ( $\text{SO}_4$ ), sülfid ( $\text{SO}_3$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ) ve serbest klor incelenecektir.

Çalışmada gerçekleştirilmiş olan su analizleri, sahada yerinde ve laboratuvarında yapılan analizler olmak üzere iki temel başlık altında değerlendirilmiştir.

#### **2.2.2.1.1. Arazide Yapılan Su Analizleri**

Sıcaklık,  $\text{CO}$  ve pH parametreleri saha çalışması sırasında her bir istasyonda her saha çalışması öncesinde tüm parametreler için kalibrasyonu yapılmış olan portatif multiparametre cihazı (Hach marka HQ40d model) ile yerinde ölçülmüştür. Prob suya daldırıldıktan sonra ölçülecek olan parametrelerin değerlerinin sabitlenmesi için bir müddet beklenilmiş ve sonraki 2 dakika boyunca her 15 saniyede bir ölçüm yapılarak toplamda 7 adet değer kaydedilmiştir. İlgili istasyonda çalışma tamamlandıktan sonra cihazın kullanma kılavuzuna bağlı kalınarak cihazın temizliği ve muhafaza kriterleri yerine getirilmiş ve cihaz bir sonraki istasyon analizine kadar kaldırılmıştır.

#### **2.2.2.1.2. Laboratuvarında Yapılan Su Analizleri**

Yukarıda belirtilmiş olan kriterler doğrultusunda alınmış ve laboratuvara getirilmiş olan numunelerde  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , Zn, Fe, Cu, K,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  ve serbest klor analizleri fotometre cihazında (Palintest marka 7000se model) kitler yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

#### **2.2.2.2.1. Verilerin İstatistiksel Analizleri**

Elde edilmiş olan verilere, aylık ortalama değerler arasındaki farkları belirlemek amacıyla Varyans Analizi ( tek yönlü ANOVA) metodu kullanılmış, gruplar arasında görülen farklılıkların saptanabilmesi amacıyla “Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi”, aynı aydaki araştırma istasyonları arasındaki farkları belirlemek amacıyla da “Bağımsız iki yönlü T-Testi” uygulanmıştır. Sonuçlar 0,05 önem düzeyinde değerlendirilmiş ve istatistiksel analizlerin uygulanmasında SPSS 18.0 paket programından yararlanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Çalışmada örnekleme dönemlerine ve istasyonlara göre analizleri gerçekleştirilmiş olan sıcaklık, ÇO, pH, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, Zn, Fe, Cu, K, SO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> ve serbest klor sonuçlarına ait bulgular Tablo 3.1. ve Tablo 3.2.'de verilmiştir.

#### 3.1. Sıcaklık

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait sıcaklık değerlerinin verildiği Tablo 3.1. ve Şekil 3.1. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük sıcaklık değerlerinin 1. istasyonda VI. dönemde (1,50±0,03 °C) ve 2. istasyonda ise IV. dönemde (1,12±0,02 °C) olduğu; en yüksek sıcaklık değerlerinin ise 1. istasyonda VIII. dönemde (1,12±0,02 °C) ve 2. istasyonda ise yine VIII. dönemde (21,50±0,29 °C) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasında sıcaklık değerleri kıyaslandığında kaydedilen sıcaklık farklarının VIII. dönemdeki istasyonlar arası fark hariç istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (P<0,05).

#### 3.2. Çözünmüş Oksijen

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait ÇO değerlerinin verildiği Tablo 3.1. ve Şekil 3.2. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük ÇO değerlerinin 1. istasyonda VI. dönemde (6,34±0,03 mg l<sup>-1</sup>) ve 2. istasyonda ise, I. dönemde (8,92±0,02 mg l<sup>-1</sup>) olduğu; en yüksek ÇO değerlerinin ise, 1. istasyonda IV. dönemde (11,46±0,03 mg l<sup>-1</sup>) ve 2. istasyonda ise yine IV. dönemde (12,04±0,01 mg l<sup>-1</sup>) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasında ÇO değerleri kıyaslandığında kaydedilen ÇO değeri farklarının bütün dönemlerde istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (P<0,05).

**Tablo 3.1.** Aylara göre araştırma istasyonlarının sıcaklık (°C), çözülmüş oksijen (mg l<sup>-1</sup>), pH, amonyum (mg l<sup>-1</sup>), nitrit (mg l<sup>-1</sup>) ve nitrat (mg l<sup>-1</sup>) değerleri ortalamaları

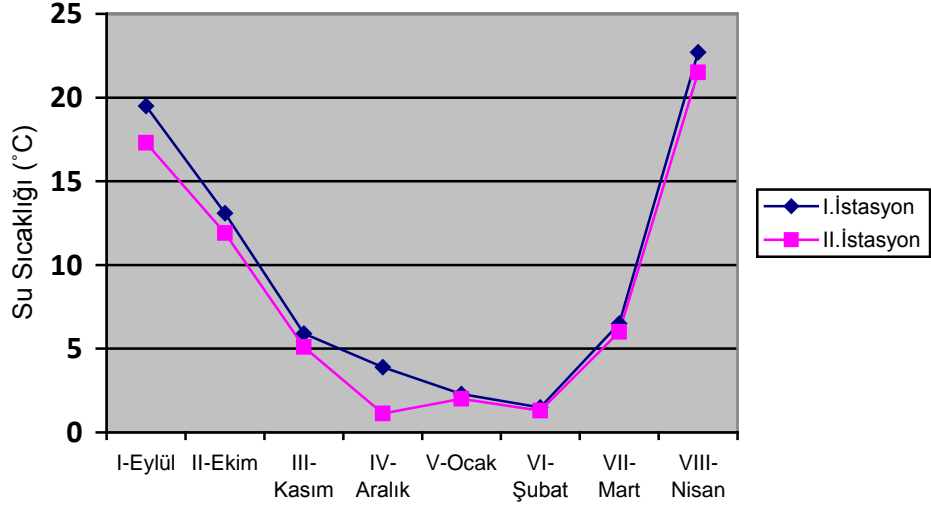
Aylar	İstasyonlar	Sıcaklık (°C)	Çöz. Oksijen (mg l <sup>-1</sup> )	pH	Amonyum (mg l <sup>-1</sup> )	Nitrit (mg l <sup>-1</sup> )	Nitrat (mg l <sup>-1</sup> )
I (Eylül 2012)	I	19,50±0,29*	7,90±0,06*	9,19±0,01	0,08±0,006	0,04±0,006*	0,00±0,00
	II	17,30±0,17	8,92±0,02	9,18±0,05	0,06±0,006	0,01±0,00	0,00±0,00
	Ortalama	18,40±0,64 <sup>b</sup>	8,41±0,29 <sup>c</sup>	9,19±0,00 <sup>b</sup>	0,07±0,01 <sup>bc</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>
II (Ekim 2012)	I	13,10±0,06*	9,71±0,05*	9,81±0,03	0,30±0,01*	0,01±0,00	0,01±0,00*
	II	11,90±0,17	10,78±0,10	9,84±0,01	0,05±0,01	0,02±0,00	0,30±0,02
	Ortalama	12,50±0,35 <sup>c</sup>	10,25±0,31 <sup>abc</sup>	9,83±0,01 <sup>a</sup>	0,18±0,07 <sup>a</sup>	0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,16±0,08 <sup>cde</sup>
III (Kasım 2012)	I	5,90±0,06*	10,80±0,03*	8,54±0,01*	0,11±0,01*	0,02±0,00	3,30±0,006*
	II	5,10±0,06	10,07±0,01	8,06±0,03	0,07±0,01	0,02±0,00	1,50±0,03
	Ortalama	5,50±0,23 <sup>d</sup>	10,44±0,21 <sup>ab</sup>	8,30±0,14 <sup>c</sup>	0,09±0,01 <sup>abc</sup>	0,02±0,00 <sup>a</sup>	2,40±0,52 <sup>a</sup>
IV (Aralık 2012)	I	3,90±0,03*	11,46±0,03*	8,07±0,03	0,04±0,00	0,04±0,01*	0,70±0,01*
	II	1,12±0,02	12,04±0,01	8,12±0,01	0,05±0,01	0,02±0,00	0,88±0,01
	Ortalama	2,51±0,80 <sup>e</sup>	11,75±0,17 <sup>a</sup>	9,09±0,02 <sup>c</sup>	0,05±0,00 <sup>c</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,79±0,05 <sup>bc</sup>
V (Ocak 2013)	I	2,30±0,01*	10,60±0,06*	7,25±0,02	0,04±0,00*	0,02±0,00	0,94±0,01*
	II	2,00±0,02	10,17±0,02	7,22±0,01	0,06±0,01	0,02±0,00	0,80±0,03
	Ortalama	2,15±0,09 <sup>e</sup>	10,39±0,12 <sup>ab</sup>	7,24±0,01 <sup>d</sup>	0,05±0,01 <sup>c</sup>	0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,87±0,04 <sup>b</sup>
VI (Şubat 2013)	I	1,50±0,03*	6,34±0,03*	6,84±0,01	0,10±0,01*	0,00±0,00	0,37±0,01*
	II	1,30±0,06	10,41±0,06	6,82±0,01	0,07±0,01	0,03±0,00	0,82±0,03
	Ortalama	1,40±0,06 <sup>e</sup>	8,38±1,17 <sup>c</sup>	6,83±0,01 <sup>e</sup>	0,09±0,01 <sup>abc</sup>	0,02±0,01 <sup>a</sup>	0,60±0,13 <sup>bcde</sup>
VII (Mart 2013)	I	6,50±0,06*	9,68±0,05*	6,18±0,04*	0,20±0,15	0,02±0,00	0,48±0,05*
	II	6,00±0,03	10,31±0,006	6,94±0,02	0,10±0,00	0,02±0,00	0,94±0,02
	Ortalama	6,25±0,14 <sup>d</sup>	10,00±0,18 <sup>abc</sup>	6,56±0,21 <sup>e</sup>	0,15±0,03 <sup>ab</sup>	0,02±0,00 <sup>a</sup>	0,71±0,13 <sup>bcd</sup>
VIII (Nisan 2013)	I	22,70±0,40	7,20±0,12*	8,05±0,03*	0,04±0,00*	0,00±0,00	0,04±0,00*
	II	21,50±0,29	10,74±0,14	8,18±0,01	0,07±0,01	0,00±0,00	0,10±0,01
	Ortalama	22,10±0,35 <sup>a</sup>	8,97±1,02 <sup>bc</sup>	8,12±0,04 <sup>c</sup>	0,06±0,01 <sup>bc</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,07±0,02 <sup>de</sup>

a, b, c, d, e; aylık ortalama değerler arasındaki "Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi" sonuçlarına göre istatistiksel farkları (P<0,05) ve \*; aynı aydaki araştırma istasyonları arasındaki "Bağımsız T-Testi" sonuçlarına göre istatistiksel farkları (P<0,05) göstermektedir.

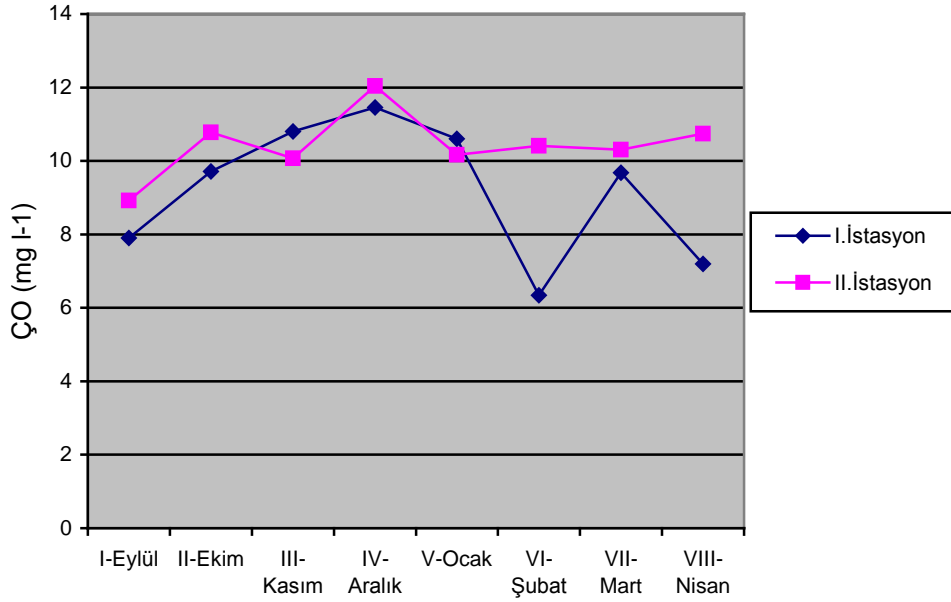
**Tablo 3.2.** Aylara göre araştırma istasyonlarının çinko (mg l<sup>-1</sup>), demir (mg l<sup>-1</sup>), bakır (mg l<sup>-1</sup>), potasyum (mg l<sup>-1</sup>), sülfat (mg l<sup>-1</sup>), sülfat (mg l<sup>-1</sup>), fosfat (mg l<sup>-1</sup>) ve serbest klor (mg l<sup>-1</sup>) değerleri ortalamaları

Aylar	İstasyonlar	Çinko (mg l <sup>-1</sup> )	Demir (mg l <sup>-1</sup> )	Bakır (mg l <sup>-1</sup> )	Potasyum (mg l <sup>-1</sup> )	Sülfat (mg l <sup>-1</sup> )	Sülfat (mg l <sup>-1</sup> )	Fosfat (mg l <sup>-1</sup> )	Serbest Klor (mg l <sup>-1</sup> )
I (Eylül 2012)	I	0,00±0,00	0,10±0,012*	0,00±0,00	14,50±0,17	0,00±0,00	0,01±0,00	17,00±0,63*	0,00±0,00
	II	0,001±0,00	0,05±0,006	0,00±0,00	15,00±0,12	0,00±0,00	0,01±0,00	3,00±0,03	0,00±0,00
	Ortalama	0,000±0,00 <sup>ab</sup>	0,08±0,01 <sup>abc</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	14,75±0,14 <sup>def</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,01±0,00 <sup>b</sup>	10,00±4,04 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
II (Ekim 2012)	I	0,00±0,00	0,05±0,00*	0,00±0,00	24,00±0,29*	0,00±0,00	0,02±0,00*	4,00±0,06*	0,00±0,00
	II	0,00±0,00	0,07±0,01	0,00±0,00	22,00±0,58	0,00±0,00	0,09±0,01	12,00±0,12	0,00±0,00
	Ortalama	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,06±0,01 <sup>bc</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	23,00±0,58 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,06±0,02 <sup>a</sup>	8,00±2,31 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
III (Kasım 2012)	I	0,00±0,00	0,00±0,00*	0,00±0,00	22,00±1,15	0,00±0,00	0,01±0,00	3,00±0,01*	0,00±0,00
	II	0,00±0,00	0,06±0,01	0,00±0,00	22,00±0,29	0,00±0,00	0,01±0,00	11,00±0,03	0,00±0,00
	Ortalama	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,03±0,02 <sup>d</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	22,00±0,00 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,01±0,00 <sup>b</sup>	7,00±2,31 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
IV (Aralık 2012)	I	0,001±0,00	0,07±0,006	0,00±0,00	17,00±0,29*	0,00±0,00	0,01±0,00	3,00±0,05	0,00±0,00
	II	0,00±0,00	0,06±0,03	0,00±0,00	22,00±0,58	0,00±0,00	0,01±0,00	3,00±0,03	0,00±0,00
	Ortalama	0,000±0,00 <sup>ab</sup>	0,07±0,0 <sup>abc</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	20,00±1,45 <sup>abc</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,01±0,00 <sup>b</sup>	3,00±0,00 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
V (Ocak 2013)	I	0,001±0,00	0,09±0,01	0,00±0,00	11,70±0,33*	0,00±0,00	0,02±0,00	4,00±0,05*	0,00±0,00
	II	0,00±0,00	0,07±0,01	0,00±0,00	21,00±0,58	0,00±0,00	0,00±0,00	6,00±0,06	0,00±0,00
	Ortalama	0,000±0,00 <sup>ab</sup>	0,08±0,01 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	16,35±2,68 <sup>cde</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,01±0,01 <sup>b</sup>	5,00±0,58 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
VI (Şubat 2013)	I	0,001±0,00	0,06±0,00	0,00±0,00	15,00±0,58*	0,00±0,00	0,00±0,00	3,00±0,01*	0,00±0,00
	II	0,001±0,00	0,07±0,01	0,00±0,00	21,00±1,15	0,00±0,00	0,01±0,00	6,00±0,02	0,00±0,00
	Ortalama	0,001±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>abc</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	18,00±1,73 <sup>bcd</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,01±0,00 <sup>b</sup>	4,50±0,87 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
VII (Mart 2013)	I	0,001±0,00	0,08±0,006	0,10±0,01*	11,00±0,23*	0,00±0,00	0,01±0,00	19,00±0,26*	0,00±0,00
	II	0,001±0,00	0,11±0,01	0,66±0,03	12,60±0,17	0,00±0,00	0,001±0,00	4,00±0,02	0,00±0,00
	Ortalama	0,001±0,00 <sup>a</sup>	0,10±0,01 <sup>a</sup>	0,38±0,16 <sup>a</sup>	11,80±0,46 <sup>f</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,005±0,00 <sup>b</sup>	11,50±4,33 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>
VIII (Nisan 2013)	I	0,001±0,00	0,04±0,00	0,00±0,00	12,00±0,06*	0,00±0,00	0,00±0,00	7,00±0,06*	0,00±0,00
	II	0,00±0,00	0,05±0,01	0,00±0,00	13,00±0,09	0,00±0,00	0,00±0,00	9,00±0,12	0,00±0,00
	Ortalama	0,000±0,00 <sup>ab</sup>	0,05±0,00 <sup>cd</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	12,50±0,29 <sup>ei</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	8,00±0,58 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>

a, b, c, d, e, f, aylık ortalama değerler arasındaki “Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi” sonuçlarına göre istatistiksel farkları (P<0,05) ve \*; aynı aydaki araştırma istasyonları arasındaki “Bağımsız T-Testi” sonuçlarına göre istatistiksel farkları (P<0,05) göstermektedir.



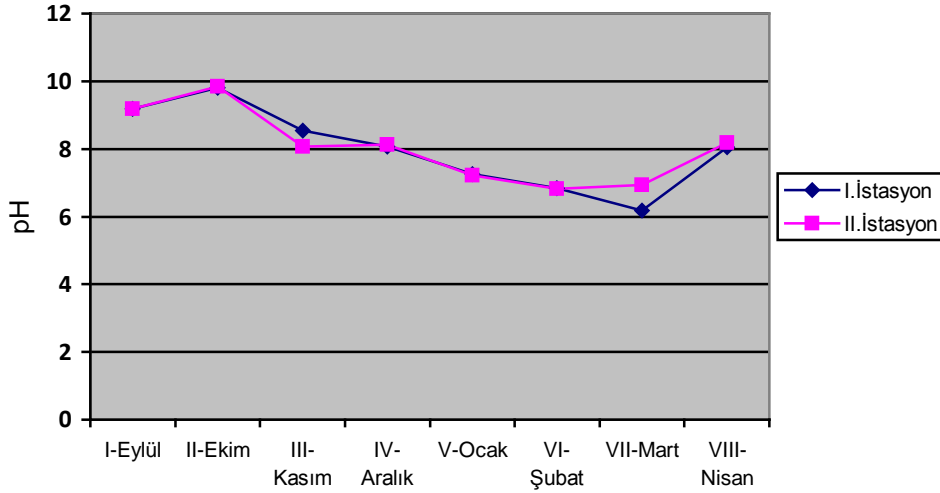
Şekil 3.1. Dönemlere göre istasyonlara ait ölçülen su sıcaklığı değişimleri



Şekil 3.2. Dönemlere göre istasyonların çözünmüş oksijen değerleri değişimleri

### 3.3. pH

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait ph değerlerinin verildiği Tablo 3.1. ve Şekil 3.3. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük ph değerlerinin 1. istasyonda VII. dönemde ( $6,18\pm 0,04$ ) ve 2. istasyonda ise VI. dönemde ( $6,82\pm 0,01$ ) olduğu; en yüksek pH değerlerinin ise 1. ve 2. istasyonlarda II. dönemde (sırasıyla,  $9,81\pm 0,03$  ve  $9,84\pm 0,01$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki ph değerleri kıyaslandığında kaydedilen ph farklarının III., VII. ve VIII. dönemlerde istasyonlar arasında ve dönemler arasında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $P<0,05$ ).



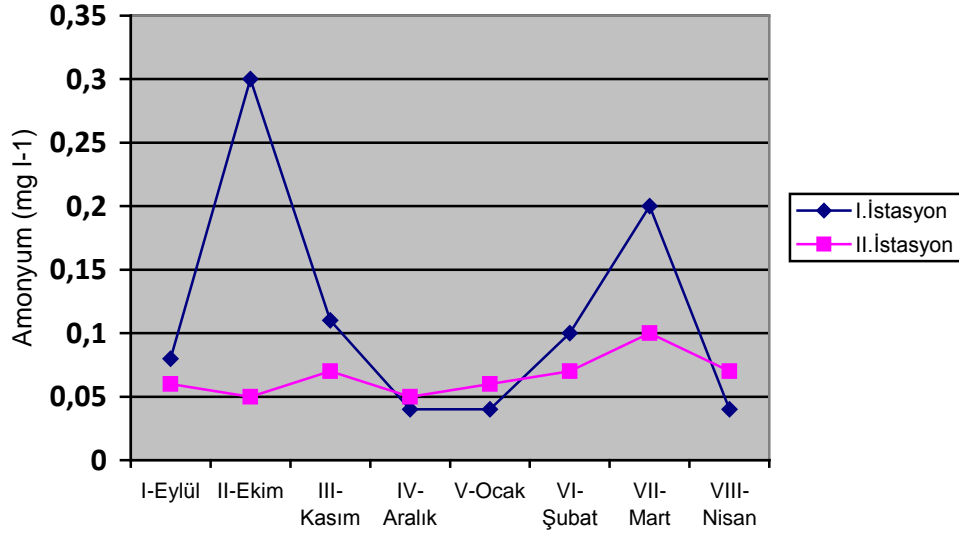
Şekil 3.3. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş ph değerleri değişimleri

### 3.4. Amonyum

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait  $\text{NH}_4$  değerlerinin verildiği Tablo 3.1. ve Şekil 3.4. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük  $\text{NH}_4$  değerlerinin 1. istasyonda IV., V. ve VIII. dönemlerde ( $0,04\pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise II. ve IV. dönemlerde ( $0,05\pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek  $\text{NH}_4$  değerlerinin ise 1. istasyonda II. dönemde ( $0,30\pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise yine VII. dönemde ( $0,10\pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki  $\text{NH}_4$  değerleri kıyaslandığında kaydedilen  $\text{NH}_4$  farklarının I., IV. ve VII. dönemlerdeki istasyonlar arası



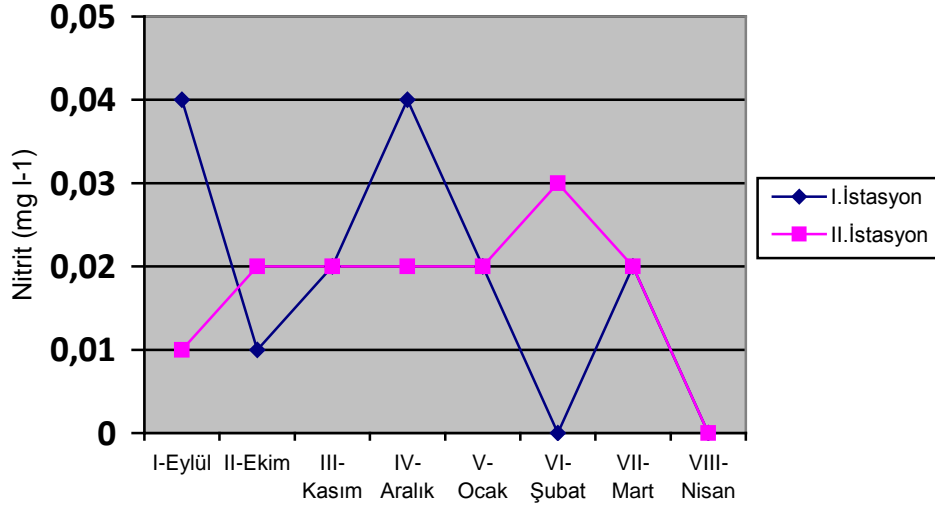
farklar hariç, diğer dönemlerdeki istasyonlar arası farklar ile dönemler arası farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).



Şekil 3.4. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş amonyum değerleri değişimleri

### 3.5. Nitrit

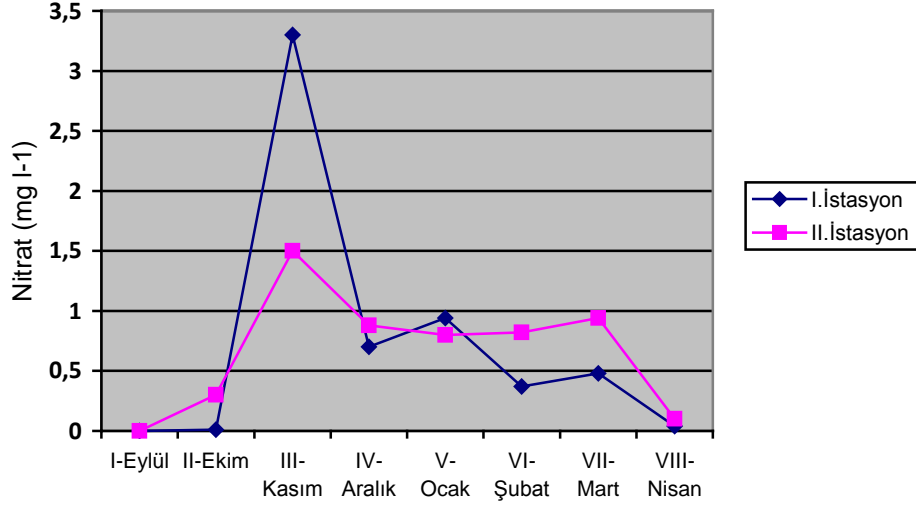
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait  $\text{NO}_2$  değerlerinin verildiği Tablo 3.1. ve Şekil 3.5. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük  $\text{NO}_2$  değerlerinin 1. istasyonda VI. ve VIII. dönemlerde ( $0,00\pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise VIII. dönemde ( $0,00\pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek  $\text{NO}_2$  değerlerinin ise 1. istasyonda I. ve IV. dönemlerde ( $0,04\pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, yine VI. dönemde ( $0,03\pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki  $\text{NO}_2$  değerleri kıyaslandığında kaydedilen  $\text{NO}_2$  değerleri farklarının I. ve IV. dönemlerde istasyonlar arasında ve dönemler arasında istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ( $P<0,05$ ).



Şekil 3.5. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş nitrit değerleri değişimleri

### 3.6. Nitrat

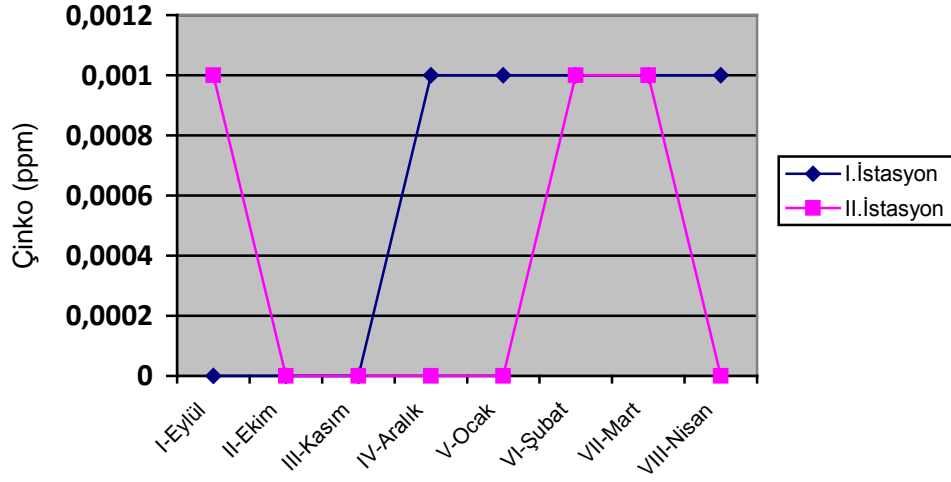
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait  $\text{NO}_3$  değerlerinin verildiği Tablo 3.1. ve Şekil 3.6. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük  $\text{NO}_3$  değerlerinin 1. ve 2. istasyonlarda I. dönemde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek  $\text{NO}_3$  değerlerinin ise 1. ve 2. istasyonlarda III. dönemde (sırasıyla,  $3,30 \pm 0,006 \text{ mg l}^{-1}$  ve  $1,50 \pm 0,03 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki  $\text{NO}_3$  değerleri kıyaslandığında kaydedilen  $\text{NO}_3$  değerleri arasındaki farkların, I. dönem hariç diğer dönemlerde istasyonlar arasında farklı ve dönemler arasındaki farklarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3.6. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş nitrat değerleri değişimleri

### 3.7. Çinko

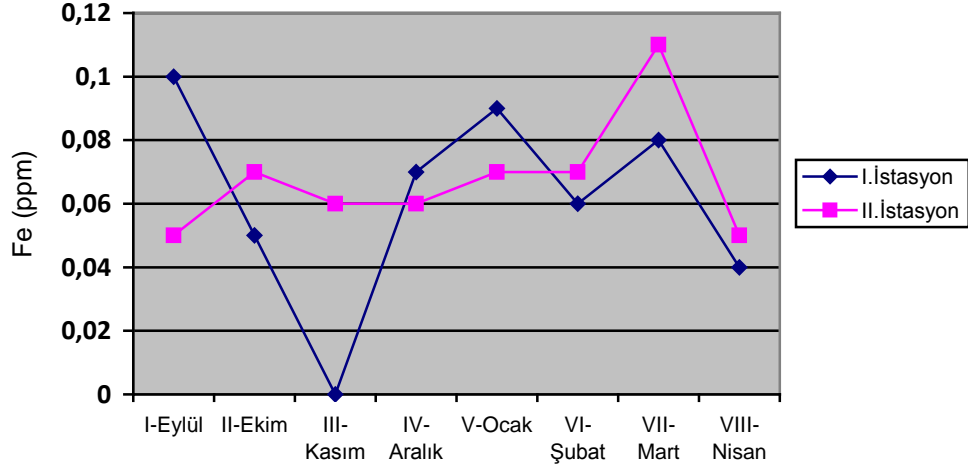
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait Zn değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.7. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük Zn değerlerinin 1. istasyonda I., II. ve III. dönemlerde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, II., III., IV., V. ve VIII. dönemlerde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek Zn değerlerinin ise 1. istasyonda IV., V., VI., VII. ve VIII. dönemlerde ( $0,001 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, I., VI. ve VII. dönemlerde ( $0,001 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki Zn değerleri kıyaslandığında kaydedilen Zn değerleri farklarının sadece dönemler arasında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3.7. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş çinko değerleri değişimleri

### 3.8. Demir

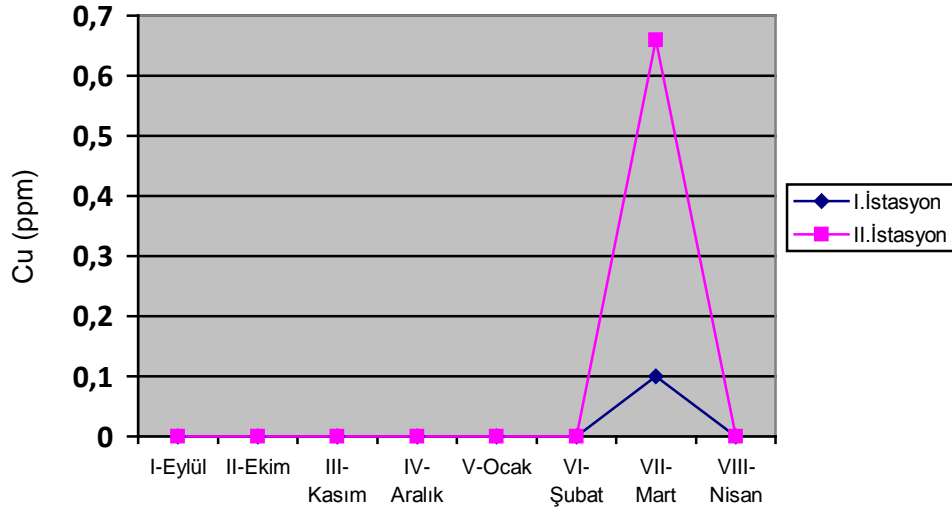
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait Fe değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.8. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük Fe değerlerinin 1. istasyonda III. dönemde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, I. ve VIII. dönemlerde ( $0,05 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek Fe değerlerinin ise, 1. istasyonda I. dönemde ( $0,10 \pm 0,012 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, VII. dönemde ( $0,11 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki Fe değerleri kıyaslandığında kaydedilen Fe değerlerinin I., II. ve III. dönemlerde istasyonlar arasında ve dönemler arasında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3.8. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş demir değerleri değişimleri

### 3.9. Bakır

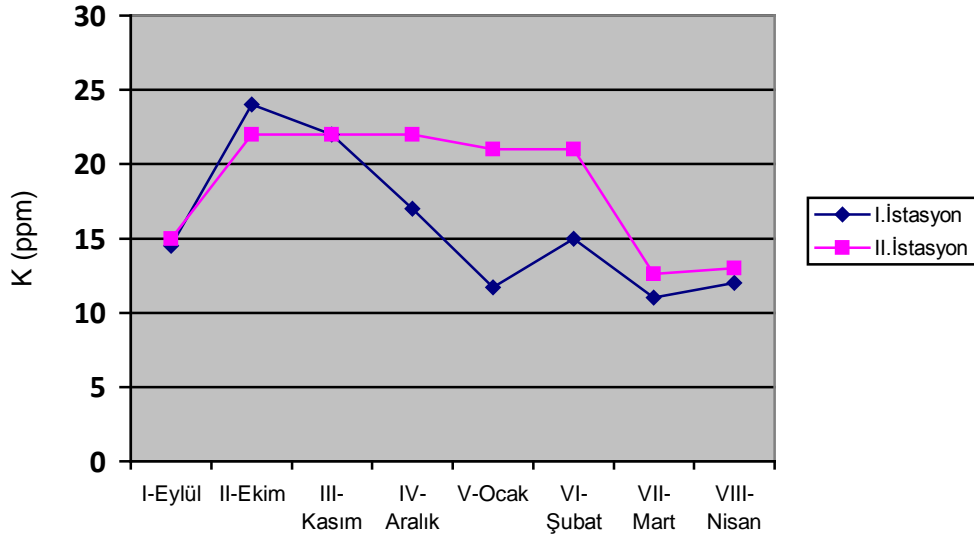
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait Cu değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.9. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük Cu değerlerinin 1. ve 2. istasyonlarda VII. dönem hariç tüm diğer dönemlerde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek Cu değerlerinin ise 1. ve 2. istasyonlarda VII. dönemde (sırasıyla,  $0,10 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$  ve  $0,66 \pm 0,03 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki Cu değerleri kıyaslandığında kaydedilen istasyonlar arası Cu değerleri arasında sadece VII. dönemde istatistiksel farkların olduğu ve dönemler arasındaki farkların da önemli olduğu bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3.9. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş bakır değerleri değişimleri

### 3.10. Potasyum

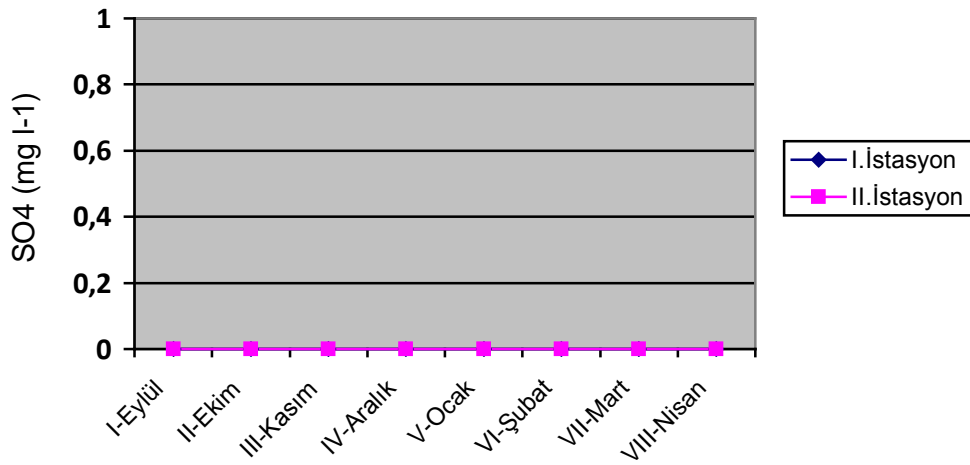
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait K değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.10. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük K değerlerinin 1. ve 2. istasyonlar için VII. dönemde (sırasıyla,  $11,00 \pm 0,23 \text{ mg l}^{-1}$  ve  $12,60 \pm 0,17 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek K değerlerinin ise, 1. istasyonda II. dönemde ( $24,00 \pm 0,29 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, II., III. ve IV. dönemlerde ( $22,00 \pm 0,58 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki K değerleri kıyaslandığında kaydedilen K değerlerinin, I. ve III. dönemler hariç, diğer tüm dönemlerde istasyonlar arasında istatistiksel olarak farklı olduğu ve dönemler arasındaki farkların da istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3.10. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş potasyum değerleri değişimleri

### 3.11. Sülfat

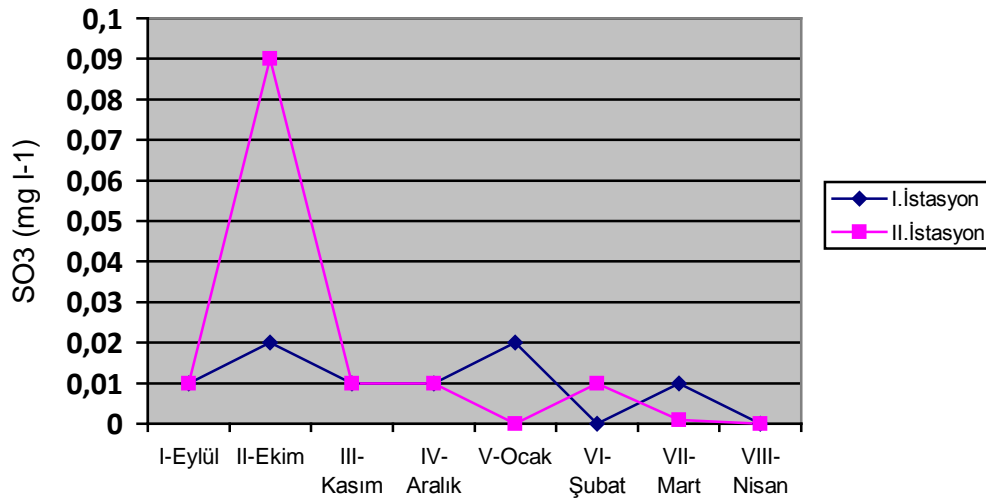
Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait  $SO_4$  değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.11. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki istasyonlarda ölçülen Sülfat değerlerinin (  $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$  ) olduğu görülmektedir. Kaydedilen  $SO_4$  değerleri kıyaslandığında her dönemdeki istasyonlar arası ve dönemler arası farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ( $P > 0,05$ ).



Şekil 3.11. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş sülfat değerleri değişimleri

### 3.12. Sülfüt

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait  $\text{SO}_3$  değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.12. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük  $\text{SO}_3$  değerlerinin 1. istasyonda VI. ve VIII. dönemlerde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, V. ve VIII. dönemlerde ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek  $\text{SO}_3$  değerlerinin ise 1. istasyonda II. ve V. dönemlerde ( $0,02 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise II. dönemde ( $0,09 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki  $\text{SO}_3$  değerleri kıyaslandığında kaydedilen  $\text{SO}_3$  değerleri arasındaki farkların sadece II. dönemde istasyonlar arasında ve dönemler arasında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



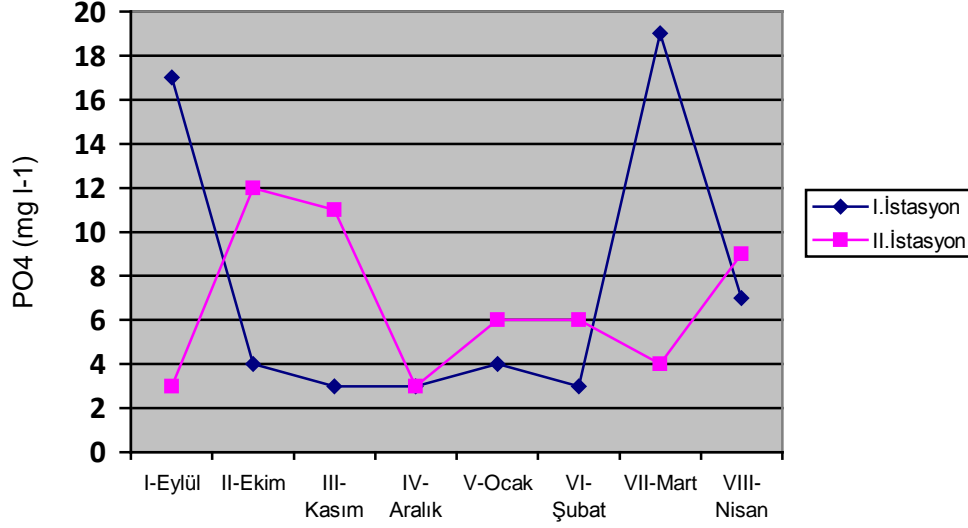
Şekil 3.12. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş sülfüt değerleri değişimleri

### 3.13. Fosfat

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait  $\text{PO}_4$  değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.13. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki nispeten en düşük  $\text{PO}_4$  değerlerinin 1. istasyonda III., IV. ve VI. dönemlerde ( $3,00 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, I. ve IV. dönemlerde ( $3,00 \pm 0,03 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu; en yüksek  $\text{PO}_4$  değerlerinin ise 1. istasyonda VII. dönemde ( $19,00 \pm 0,26 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve 2. istasyonda ise, II. dönemde ( $12,00 \pm 0,12 \text{ mg l}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir. Hem dönemlere göre hem de istasyonlar arasındaki  $\text{PO}_4$



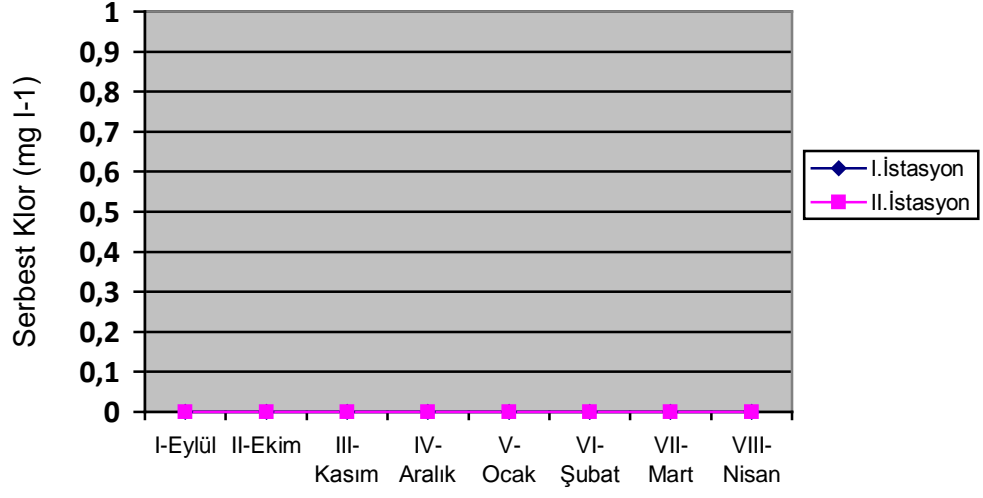
değerleri kıyaslandığında kaydedilen PO<sub>4</sub> değerleri farklarının sadece IV dönem hariç diğer tüm dönemlerde istasyonlar arasında ve dönemler arasında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (P<0,05).



Şekil 3.13. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş fosfat değerleri değişimleri

### 3.14. Serbest Klor

Araştırma dönemlerine göre istasyonlara ait serbest klor değerlerinin verildiği Tablo 3.2. ve Şekil 3.14. incelendiğinde, araştırma dönemlerindeki ölçülen bütün serbest klor değerlerinin  $0,00 \pm 0,00$  mg l<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Kaydedilen istasyonlar ve dönemler arası serbest klor değerleri farklarının istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05).



Şekil 3.14. Dönemlere göre istasyonlarda ölçülmüş serbest klor değerleri değişimleri

## 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

### 4.1. Sıcaklık

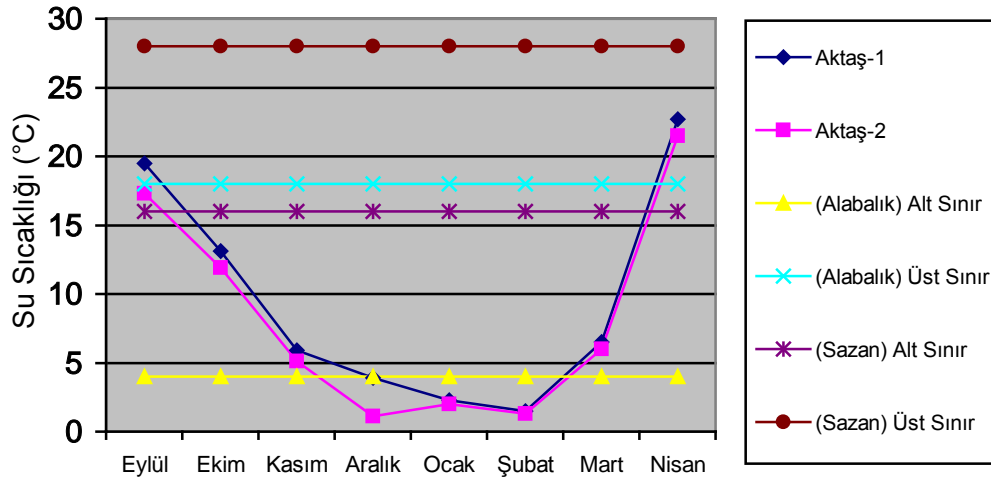
Balıklar, ihtiyaç duydukları optimum su sıcaklığına göre;

- 15 °C ve altında su sıcaklığına ihtiyaç duyanlar; soğuk su balıkları,
- 24 °C ve altında yaşayanlar; ılık su balıkları
- 25 °C'nin üzerinde yaşayanlar; sıcak su balıkları olarak adlandırılır.

Sıcaklığın kimyasal ve biyolojik olaylar üzerinde etkisi çok büyüktür. Su sıcaklığında 10 °C'lik bir artış kimyasal ve biyolojik reaksiyonlarda iki misli artışa sebep olur. Diğer taraftan 30 °C su sıcaklığında bulunan su ürünlerinin oksijen ihtiyaçları 20 °C'de yaşayanlardan iki kat daha fazladır. Balıklar, ani ısı değişmelerine karşı pek fazla tolerans gösteremezler. Su sıcaklığındaki 5°C'lik ani değişmeler balıkları öldürebilir.

Balıklardan soğuk su balıkları 4-15 °C, ılık su balıkları 4-25 °C ve sıcak su balıkları 20-35 °C arasındaki sulara tolerans gösterirler. Sıcaklığa adaptasyon; balığın yaşına, mevsime ve fizyolojik şartlara bağlıdır.

Su sıcaklığının balıkların gelişimi üzerinde direkt etkisi bulunmaktadır. Sazanlar, Orta ve Kuzey Avrupa'da 1 kg ağırlığa 3 ve daha fazla yılda gelirken, Akdeniz Bölgesi'nde 1,5 yılda erişebilirler. Alabalıklar ise, 15 °C'lik sularda bir yılda pazar ağırlığına ulaşırken, 7 °C'lik sularda 2-3 yılda aynı ağırlığa ulaşabilmektedirler. Bu iki örnek, su sıcaklığının balıkların gelişmesi üzerine etkisini göstermektedir. Ilık su balıklarında 15 °C'nin altında yem alımı azalır ve 10 °C'nin altında hemen hemen durur. Soğuk su balıklarında ise, 20 °C'nin üzerinde yem alımı azalır ve 25 °C'nin üzerinde durma noktasına gelir (URL-5, 2014).



**Şekil 4.1.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş sıcaklık değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye)'nün örnekleme noktalarında sıcaklık yüzey suyunda  $1,12 \pm 0,02$  °C ile  $22,70 \pm 0,4$  °C arasında oldukça fazla bir değişim göstermektedir. Bunda etkili olan en büyük faktörlerin, Aktaş Gölü'nün deniz seviyesinden 1800 m yükseklikte olması ve sığ bir göl derinliğine sahip olan göl yüzeyinin kışın 50-60 cm kalınlıkta buzla kaplanabilmesinin olduğu düşünülmektedir.

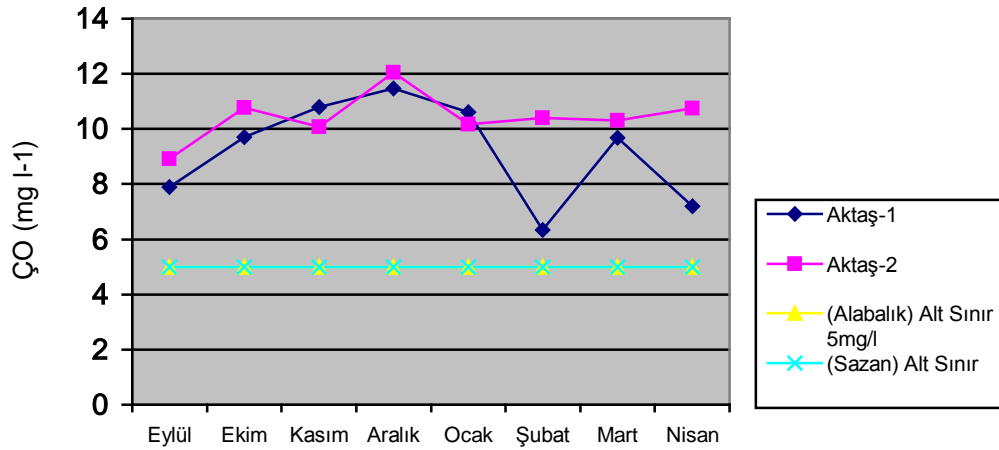
Aktaş Gölü, “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına” göre su kalite kriterleri açısından I. ve II. sınıf sularındadır. Ancak, gerek “Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a ve b” tablolarındaki değer aralıklarından sapmalar göz önüne alındığında, gerekse yukarıda anlatılan yem alımı ve ani sıcaklık değişimleri göz önünde bulundurulduğunda, Aktaş Gölü'nün, su sıcaklığındaki değişim yönüyle gerek alabalık gerekse sazan için, yetiştiriciliğe uygun olmadığı görülmektedir.

## 4.2. Çözünmüş Oksijen

Su ürünleri üretiminde su kalitesini en çok etkileyen faktörlerden biri sulardaki ÇO miktarıdır. Sular için en büyük oksijen kaynağı atmosferdir. Atmosferik oksijenin suda çözünebilirliği, suyun sıcaklığına, tuzluluğuna ve atmosfer basıncına bağlı olarak değişmektedir. Çözünmüş oksijen miktarının düşük olması, balıkları öldürmese bile onların parazitlere ve hastalıklara dayanma gücünü azaltmaktadır.

Oksijenin çözünebilirliği gayet yavaş olduğundan sudaki çözünmüş oksijenin başlıca kaynaklarından biri de fitoplankton ve su bitkilerinin fotosentezle ürettikleri oksijendir. Suda bulunan ÇO, fitoplankton türleri dahil sudaki organizmaların solunumları ve atmosfere dağılımı ile tüketilmektedir. Fotosentez olayı ile su derinliği arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Derinlik arttıkça fotosentez olayı yavaşlayıp ve oksijen üretimi azalmaktadır (URL-3, 2014).

Düşük oksijen, yaklaşık  $2 \text{ mg l}^{-1}$ 'de, bütün balıklarda yem alımını durdurmaktadır. Aktivite azalmakta ve alınan oksijen yaşama payı ihtiyaçlarına kullanılmaktadır. Bütün balıklar  $5 \text{ mg l}^{-1}$  ve üzerinde ÇO derişimlerinde rahatsız olmadan aktivitelerini sürdürürler. Aktaş Gölü gerek yüksek rakımlı bir göl olması nedeniyle atmosferik basıncın düşük olması, gerekse kışın göl yüzeyinin buzla kaplanması sonucu atmosferden suya oksijen geçişinin durması, ve de su bitkilerinin ölmesiyle fotosentezin durması ile birlikte organik maddelerin çürümeye başlaması sonucunda, özellikle kış aylarında ÇO seviyesini bazı bölgelerde  $1 \text{ mg l}^{-1}$ 'ye kadar düşürebilmektedir. Bu durum ise, yetiştiricilik yoluyla su ürünleri üretimini neredeyse imkansız kılmaktadır.



**Şekil 4.2.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş çözünmüş oksijen değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

Aktaş Gölü gerek fitoplankton, gerekse su bitkileri yönünden zengin bir yapıya sahiptir. Yükseklikle (rakım) ÇO oranı ters ilişki göstermesine rağmen, yaz aylarında Aktaş Gölü'ndeki yüksek diyebileceğimiz orandaki oksijen konsantrasyonunun sıcaklıkla alakalı olması kadar, su bitkileri ve fitoplankton türleri ile doğrudan alakalı olduğu görülmektedir. Ayrıca, 1. istasyondaki oksijen değerleri 2. istasyondakine göre çoğunlukla

bir miktar daha yüksek çıkmıştır. Bunun 1. istasyonun yerleşim yerine yakın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aktaş Gölü’ndeki ÇO değeri gerek alabalık gerekse sazan yetiştiriciliği için ideal düzeydedir. Rakıma göre olması gereken değer ise çok üstündedir (Tablo 4.1.). Aktaş Gölü “Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a”ya göre gerek sazan gerekse alabalık için yetiştiriciliğe uygundur.

**Tablo 4.1.** Çözünbilir oksijen ile yükseklik arasındaki ilişki (URL-4, 2014 )

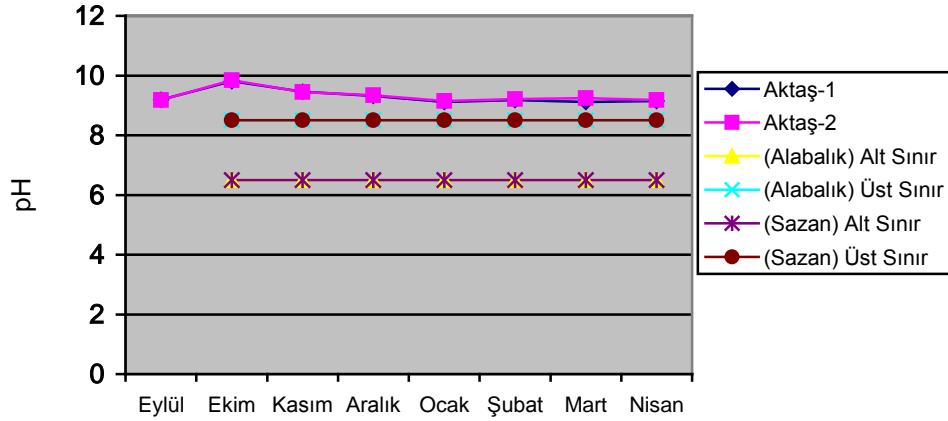
<b>Yükseklik (m)</b>	<b>Oksijen (mg l<sup>-1</sup>)</b>
0	8,4
500	7,9
1000	7,4
1500	7,0
2000	6,6
2500	6,2
3000	5,8

### 4.3. pH

Sucul bir ekosistemin pH değerinin canlı yaşamını tehlikeye sokmaması ve bu su ortamının su ürünleri yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilmesi için pH değerinin 6,5-8,5 değerleri arasında olması gerekmektedir (Taş, 2011).

Suların pH’sı hidrojen iyonu üreten veya oluşturan, birbirleri ile ilişkili kimyasal reaksiyonlar tarafından kontrol edilmektedir. Doğal yeraltı sularının pH’ sı 6,0–8,5 arasında değişmektedir. Fakat termal sularda düşük pH değerleri de görülebilmektedir. Kirlenmemiş suların pH’sı 6,5–8,5 arasındadır. Sudaki karbonat, hidroksit ve bikarbonat iyonları suyun alkalilik özelliğini artırırken, serbest mineral asitleri ve karbonik asitler suyun asitliğini arttırmaktadır (Cici vd., 2004).

Bir gölün pH’sı ölçülerek o gölün serbest karbondioksit miktarı, alkalik veya asidik olduğu saptanabilir. Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Suyun yüksek pH değerleri göstermesi durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri artmaktadır. Bu nedenle, alabalık yetiştiriciliği yapılacak sularda pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması gerekir (Çelikkale, 1994).



**Şekil 4.3.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş ph değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

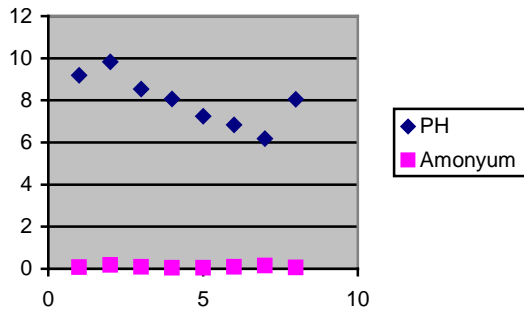
pH, 1. istasyonda 6,18 ile 9,81 ve 2. istasyonda ise, 6,82 ile 9,84 arasında birbirine yakın değerlerde ölçülmüştür. Bununla birlikte Aktaş Gölü'nde ölçülen pH, aylık periyotlarda, 1. istasyonda, 2. istasyonuna göre az da olsa fazla ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre istasyonlar, yaz ve güz aylarında bazik özellik göstermekle birlikte, Göl'ün yüzeyinin buzla kaplandığı kış aylarında asidik özellik göstermiştir. Bu durumun, su bitkilerinin ölümüyle birlikte dipteki organik maddelerin çürümesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aslında bu durum Aktaş Gölü'ndeki su canlıları (özellikle balıklar) açısından olumlu gelişme olarak değerlendirilebilir. Çünkü çürümeler sonucunda suda oluşan amonyağın zehirli etkisi yüksek pH değerlerinde kat kat artabilmektedir. Dolayısıyla, kışın suyun asidik özellik kazanması bu riski ortadan kaldırabilmesi nedeniyle olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Alkali suların verimliliği yüksek, asidik suların verimliliği ise düşüktür. Ölçülen bu değerlere göre Aktaş Gölü, pH açısından "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfları Kalite Kriterlerine" göre III. ve IV. sınıf sularındadır. "Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a ve b" tablolarında verilen pH değerleriyle ölçülen pH değerleri kıyaslandığında gerek alabalık gerekse sazanda arzu edilen aralığın dışındadır. Bu değişken ve yüksek pH değerleri yetiştiricilik açısından arzu edilen bir durum değildir. Dolayısıyla Aktaş Gölü'nün pH değerleri bakımından alabalık ve sazan (özellikle kuluçka dönemi) için yetiştiriciliğe uygun olmadığı düşünülmektedir.

#### 4.4. Amonyum

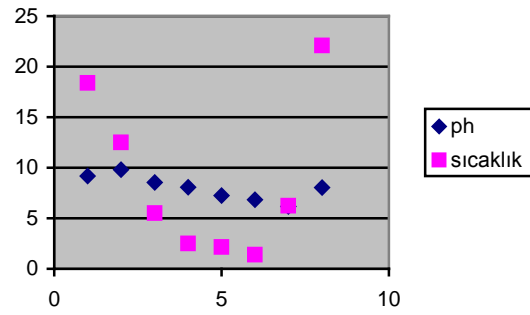
Amonyak, sulara balıkların metabolizma ürünü olarak ve organik maddelerin parçalanması sonunda girmektedir. Amonyak azotu sulara iyonize olmuş veya iyonize olmamış formlarında bulunur. Su ürünlerinin sağlıklı yetiştiriciliği açısından suda iyonize olmamış  $\text{NH}_3$  düzeyi  $0,22 \text{ mg l}^{-1}$ ,den az olmalıdır.

pH değerinin bir birim artması iyonize olmamış  $\text{NH}_3$  miktarını 10 kat artırır.

Örneğin; pH 7,0 ve  $10^\circ\text{C}$ 'da,  $\text{NH}_3$ 'ın yalnız % 0,2'si iyonize olmamış " $\text{NH}_3$ " formda, geriye kalanı " $\text{NH}_4$ " iyonize formdadır. pH 8,0'de ise,  $\text{NH}_3$  düzeyi, % 1,8'dir. Amonyak balıklara çok zehirleyici olmasına rağmen havuzlarda balıkların büyümesini etkileyecek düzeyde  $\text{NH}_3$  miktarı nadiren teşekkül etmektedir (Şekil 4.4. ve 4.5.) (URL-6, 2014).



Şekil 4.4. Ph-Amonyum ilişkisi



Şekil 4.5. Ph-Sıcaklık ilişkisi

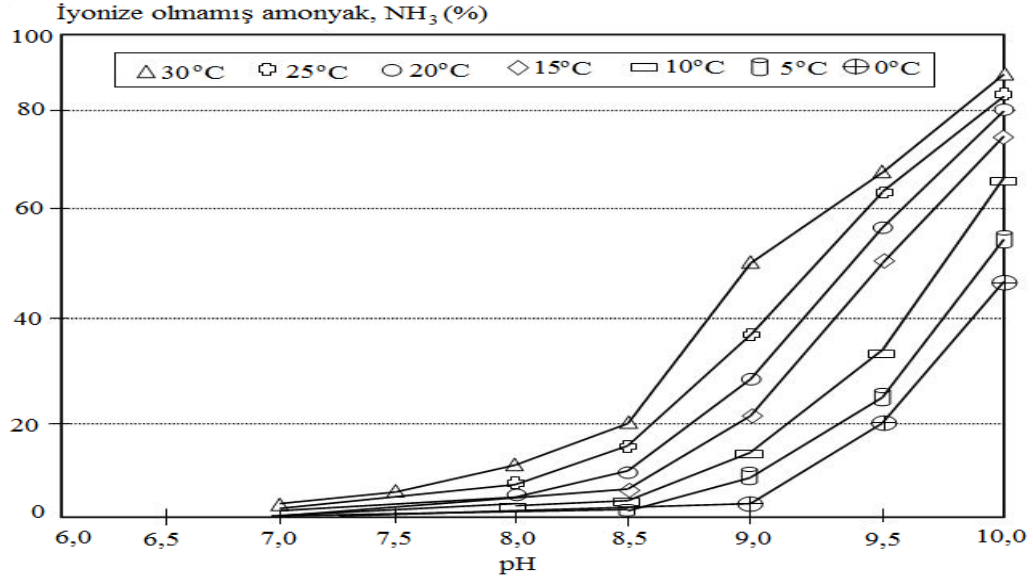
Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ 'a dönüşerek su ortamı içindeki balık yaşamı ve diğer canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Ünlü vd., 2008).

Amonyum iyonları birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilmektedir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir (Haralambous vd.,1992).

Uzun süredir bilindiği gibi,  $\text{NH}_4$  bileşikleri belli şartlar altında balıklar için zehir etkisi gösterir. Amonyak oranı, pH nötr noktasına ne kadar yaklaşırsa o derece azalır ve  $\text{NH}_4$  oranı da o derece artar. Alkali yönde olan pH artışı ile  $\text{NH}_3$ 'ın zehir etkisi de o derece fazlalaşır (Şekil 4.6.). Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık üründür.



Aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması sonucu da açığa çıkmaktadır (Tomasso, 1994).



Şekil 4.6. İyonize olmamış amonyakın pH değerine göre değişimi

Temiz ve bol oksijenli sularda  $\text{NH}_4$  bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Sucul canlıların atık maddesi olup tekrar organizmalar tarafından absorblanır (Cirik ve Cirik, 1999).

Suda  $\text{NH}_3$  birikimi sucul organizmalara toksik etki gösterir. Amonyak, yaklaşık  $0.2 \text{ mg l}^{-1}$  gibi düşük derişimlerde balık ve diğer sucul yaşama toksiktir (Haralambous vd., 1992). Farklı pH ve sıcaklıklarda sulu solüsyonlardaki toksik (iyonlaşmamış) amonyakın fraksiyonları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Farklı Ph ve sıcaklıklarda sulu solüsyonlardaki toksik (iyonlaşmamış) amonyağın fraksiyonları (URL-7, 2014)

pH	Temperature													
	42.0 (°F)	46.4	50.0	53.6	57.2	60.8	64.4	68.0	71.6	75.2	78.8	82.4	86.0	89.6
	6 (°C)	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
7.0	.0013	.0016	.0018	.0022	.0025	.0029	.0034	.0039	.0046	.0052	.0060	.0069	.0080	.0093
7.2	.0021	.0025	.0029	.0034	.0040	.0046	.0054	.0062	.0072	.0083	.0096	.0110	.0126	.0150
7.4	.0034	.0040	.0046	.0054	.0063	.0073	.0085	.0098	.0114	.0131	.0150	.0173	.0198	.0236
7.6	.0053	.0063	.0073	.0086	.0100	.0116	.0134	.0155	.0179	.0206	.0236	.0271	.0310	.0369
7.8	.0084	.0099	.0116	.0135	.0157	.0182	.0211	.0244	.0281	.0322	.0370	.0423	.0482	.0572
8.0	.0133	.0156	.0182	.0212	.0247	.0286	.0330	.0381	.0438	.0502	.0574	.0654	.0743	.0877
8.2	.0210	.0245	.0286	.0332	.0385	.0445	.0514	.0590	.0676	.0772	.0880	.0998	.1129	.1322
8.4	.0328	.0383	.0445	.0517	.0597	.0688	.0790	.0904	.1031	.1171	.1326	.1495	.1678	.1948
8.6	.0510	.0593	.0688	.0795	.0914	.1048	.1197	.1361	.1541	.1737	.1950	.2178	.2422	.2768
8.8	.0785	.0909	.1048	.1204	.1376	.1566	.1773	.1998	.2241	.2500	.2774	.3062	.3362	.3776
9.0	.1190	.1368	.1565	.1782	.2018	.2273	.2546	.2836	.3140	.3456	.3783	.4116	.4453	.4902
9.2	.1763	.2008	.2273	.2558	.2861	.3180	.3512	.3855	.4204	.4557	.4909	.5258	.5599	.6038
9.4	.2533	.2847	.3180	.3526	.3884	.4249	.4618	.4985	.5348	.5702	.6045	.6373	.6685	.7072
9.6	.3496	.3868	.4249	.4633	.5016	.5394	.5762	.6117	.6456	.6777	.7078	.7358	.7617	.7929
9.8	.4600	.5000	.5394	.5778	.6147	.6499	.6831	.7140	.7428	.7692	.7933	.8153	.8351	.8585
10.0	.5745	.6131	.6498	.6844	.7166	.7463	.7735	.7983	.8207	.8408	.8588	.8749	.8892	.9058
10.2	.6815	.7152	.7463	.7746	.8003	.8234	.8441	.8625	.8788	.8933	.9060	.9173	.9271	.9389

*Ortamda var olan iyonlaşmamış amonyağın miktarını elde etmek için;*

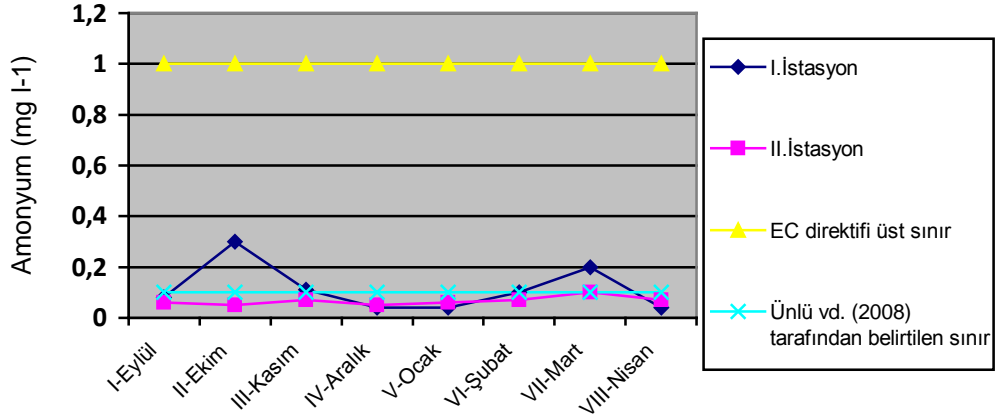
a-Tablodan belirli bir sıcaklık ve pH değeri için verilmiş olan iyonlaşmamış amonyağın fraksiyonu bulunur,

b-Ölçülen toplam amonyum nitrojen miktarıyla fraksiyon çarpılarak toksik (iyonlaşmamış) amonyak bulunur (Yanık ve Aras, 1995).

Ülkemizde balık yaşayan sularda amonyum için tolerans sınırı  $0,10 \text{ mg l}^{-1}$ 'dir (Ünlü vd., 2008).

EC Direktiflerine göre  $\text{NH}_4$  değerinin sularda salmonidler ve cyprinidler için  $1 \text{ mg l}^{-1}$  ve aşağı değerlerde olması gerektiği bildirilmiştir (Şekil 4.7.) (Bulut vd., 2012).

Aktaş Gölü için belirlenen her iki istasyon için de yıl boyunca ölçülen değerlerinin  $1 \text{ mg l}^{-1}$ 'den düşük olduğu belirlenmiştir. Aktaş Gölü'nde ölçülen  $\text{NH}_4$  değerleri ( $0,30 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) ile ( $0,04 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ ) arasında değişmektedir. Aktaş Gölü, " Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfları Kalite Kriterleri" açısından ölçülen  $\text{NH}_4$  değerleri itibariyle I. Sınıf sulardan sayılabilir.



Şekil 4.7. Aktaş Gölü'nde aylar itibariyle ölçülmüş amonyum değerlerinin EC direktifine göre dağılımı

Su ürünlerinin sağlıklı yetiştiriciliği açısından suda iyonize olmamış amonyak düzeyi  $0,22 \text{ mg l}^{-1}$ 'den az olmalıdır. Ancak Aktaş Gölü'nde ölçülmüş olan pH değerinin 9,84 olduğu ve sıcaklığın  $19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  olduğu düşünülürse yetiştiricilikle gelecek organik kirlenme ve kışın yüzeyinin buzla kaplandığı da göz önünde bulundurulursa, Aktaş Gölü'nde ölçülmüş olan  $\text{NH}_4$  değerleri itibariyle yetiştiriciliğin riskli olacağı düşünülmektedir.

#### 4.5. Nitrit

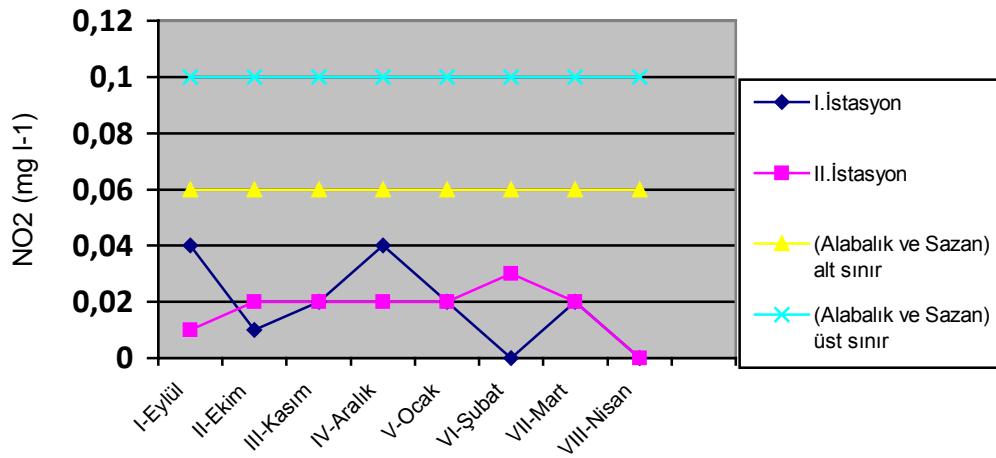
Nitritin zararlı olduğu uzun zamandan beri bilinmesine rağmen balıklar için zehirliliği, yoğun balık yetiştiriciliğinden sonra önem kazanmıştır. Nitrit, nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonlarında ara ürün olduğundan sularda  $\text{NH}_3$  ve  $\text{NO}_3$ 'a göre daha düşük oranlarda bulunmaktadır. Ancak, yoğun balık yetiştiriciliğinin yapıldığı tekrar dolaşımli sistemlerde oldukça fazla zehir etkisi gösterebilir. Nitrit suda; fitoplankton ölümleri veya herbisitlerle su bitkilerinin öldürülmesini takiben,  $\text{NH}_3$  konsantrasyonlarındaki ani artışlardan sonra birikebilir. Nitrit balıklar için toksiktir. Nitrit zehirlenmesi ortamın klor, pH ve kalsiyum derişimlerine bağlı olarak değişir. Hemoglobini kahverenkli methemoglobine dönüştürerek oksijen transferini engeller ve kahverengi kan hastalığına neden olur.

Yüzey sularında  $10 \text{ } \mu\text{g NO}_2\text{-N l}^{-1}$ 'den fazla bulunması lağım suları ile bulaşmanın işareti olarak kabul edilmektedir. Nitrit kirlenmesi, kömür, gaz ve gübre sanayii atık

sularıyla ve gübrelerle gelen  $\text{NH}_3$ 'ün nitrifikasyonu sonucunda da meydana gelebilir. (URL-8, 2014).

Nitrit, N döngüsünün ara ürünüdür, ortamda birikmez, hemen  $\text{NO}_3$ 'a dönüşür. Nitrit de  $\text{NO}_3$  gibi plankton gelişimine katkıda bulunurlar (Nisbet ve Verneaux, 1970). Sudaki  $\text{NO}_2$  miktarının  $1 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürülmektedir.

Araştırma alanında  $\text{NO}_2$  sonbaharda eser olarak bulunmuş, ortalama olarak  $0,02 \text{ mg l}^{-1}$  olarak kaydedilmiştir. Bu parametre bakımından Aktaş Gölü SKKY (2008)'ye göre II. sınıftır. Bu ortalama değer, sucul organizmalar için toksik alt değer ( $0,3 \text{ mg l}^{-1}$ ) çok altındadır. Nitritin çoğunlukla doğal sularda konsantrasyonu düşüktür, fakat organik pollusyonun ve oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir (Egemen, 2006). Göl suyu balık yetiştiriciliği için uygun değeri taşımaktadır. İçme suyunda ise  $\text{NO}_2$ 'nin hiç olmaması gerekir (Taş, 2011) (Şekil 4.8.).



**Şekil 4.8.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş nitrit değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

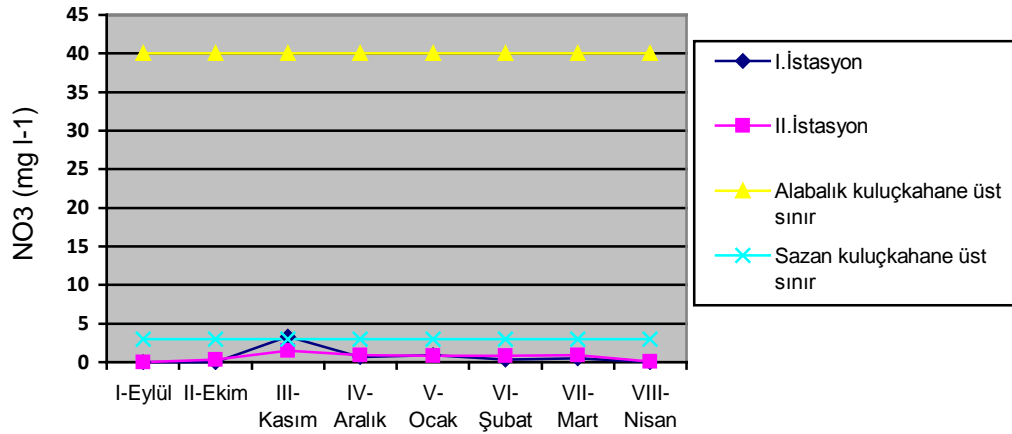
Aktaş Gölü'nde ölçülen  $\text{NO}_2$  değerleri ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ile ( $0,04 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) arasında ölçülmüştür. “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” açısından ölçülen  $\text{NO}_2$  değerleri itibariyle I. Sınıf sulardan sayılabilir. “Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a ve b”

tablolarında verilen veriler baz alındığında  $\text{NO}_2$  değerleri itibariyle yetiştiriciliğe uygun olduğu düşünülmektedir.

#### 4.6. Nitrat

Azotlu bileşik ürünlerinden  $\text{NO}_3$ 'ın, su ürünlerine etkisi diğer bileşiklere göre daha azdır. Nitrat, oksijence zengin sularda çok yaygın olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir mineraldir. Yüzeysel sularda  $\text{NO}_3$  miktarı genellikle düşüktür. Oligotrofik sularda N miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Azotlu bileşiklerden  $\text{NO}_3$ 'ın su ürünlerine zararlı etkisi diğer N bileşiklerine göre daha azdır. Bununla birlikte yüksek  $\text{NO}_3$  konsantrasyonları, balıkların osmoregülasyon sistemini, oksijen taşınımını olumsuz etkileyebilir; sucul ortamlarda ise ötrofikasyona ve alg patlamalarına yol açar. Su ürünleri yetiştiriciliğinde, sudaki  $\text{NO}_3$  düzeyi  $0-3 \text{ mg l}^{-1}$  arasında olmalıdır (Taş vd., 2010).

Nitratın toksiditesi düşük olmakla birlikte, sudaki konsantrasyon miktarının  $80 \text{ mg l}^{-1}$ 'nin üzerine çıkması halinde sazanlar için toksik etki yaratmaktadır (Svobodá vd., 1993) (Şekil 4.9.).



**Şekil 4.9.** Aktaş gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş nitrit değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

Aktaş Gölü'nde ölçülen  $\text{NO}_3$  değerleri ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ile ( $3,3 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) arasında ölçülmüştür. Aktaş Gölü, "Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları Genelgesi Ek-1 (Alabalık yetiştiriciliği için su kalite kriterleri) ve Ek-2

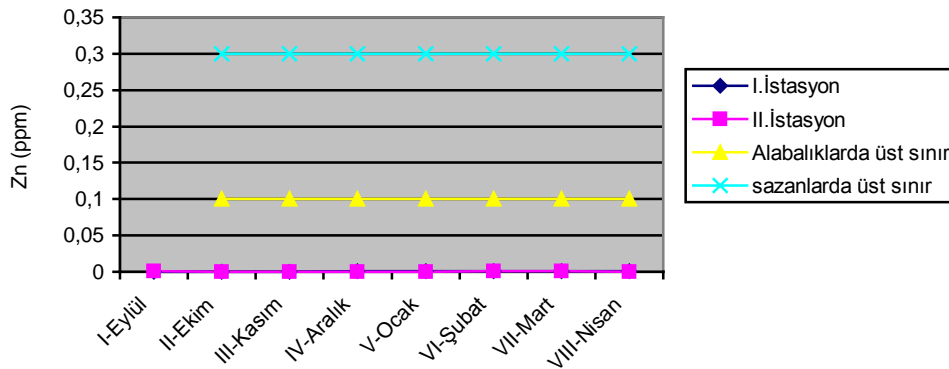
(Sazan yetiştiriciliği için su kalite kriterleri)” tablolarında verilen sınır değerlere göre yetiştiricilik için uygundur.

#### 4.7. Çinko

Çinko temel iz elementlerden biri olarak çevrede ve canlı organizmada yaygın bir şekilde bulunur. Balık vücudunda en yüksek konsantrasyonda bulunan iz element Zn'dur. Canlılarda normal bir büyüme ve gelişme için zorunludur. Suda ve yemlerin içerisinde az miktarda bulunması esansiyeldir. Balıklar Zn'yu sudan ve yemle birlikte alırlar. Suyun Zn kapsamı balık vücudundaki Zn durumu üzerinde kayda değer bir öneme sahiptir. Sudaki Zn artışı alabalıkta vücut ve plazma Zn oranını yükseltmektedir. Suda bulunan yeterli Zn yemdeki eksikliği karşılayabilir.

Bununla birlikte akut toksisiteye sahip Zn konsantrasyonları solungaç epitel dokusunu tahrip ederek balığın ölümüne yol açar. Sazanlarda Zn için toksik konsantrasyon  $2 \text{ mg l}^{-1}$ 'dir. Alabalıklar sazanlara göre daha hassastır (Çetinkaya, 1998).

Kurşun, Hg, Cu, Zn gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi su hayvanları için toksiktir. Çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür (URL-9, 2014) (Şekil 4.10.).



**Şekil 4.10.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş çinko değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

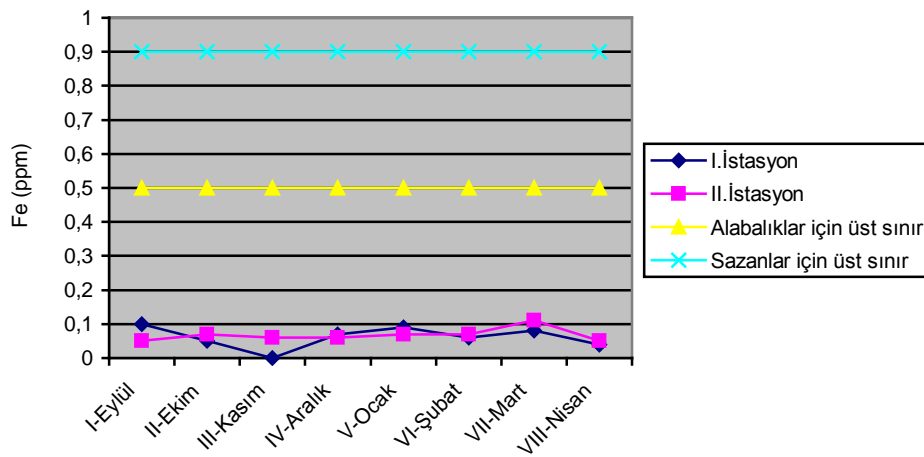
Aktaş Gölü'nde ölçülen Zn değerleri ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) ile ( $0,001 \pm 0,00 \text{ mg l}^{-1}$ ) arasında ölçülmüştür. “Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1-a ve b” tablolarında verilen veriler baz alındığında ölçülen Zn

değerleri yetiştiricilik açısından sakıncalı olan sınırın altında kalmaktadır. Çinko konsantrasyonu yönüyle yetiştiriciliğe uygun olduğu düşünülmektedir.

#### 4.8. Demir

Demir birçok organizmanın özellikle alglerin gelişmesinde önemli rol oynar. Klorofilin yapısına katılmadığı halde, sentezi için katalizör görevi yapan demir, enzimatik reaksiyonlarda önemli olduğu gibi, hayvansal organizmaların solunum metabolizmasında da etkilidir (Cirik ve Cirik, 1999).

Mangan ve Fe, ağır metaller arasında en zehirsiz metaller sayılırlar. Katyon olarak Mn'nin stabilite sınırı alabalık için  $75 \text{ mg l}^{-1}$  ve sazanlar için ise,  $600 \text{ mg l}^{-1}$ 'dir. Litrede  $0,5 \text{ mg l}^{-1}$  Fe veya Mn içeren içme suları, mürekkep tadını vermektedir (veya mürekkep kokusu hissedilir). Demir de Mn gibi, tedrici olarak zehirsiz sayılmaktadır. Buna rağmen sulardaki yüksek Fe konsantrasyonu mikrofloranın büyük ölçüde değişmesine neden olur. Demir oksit, demir hidroksit ve iki değerlikli Fe bileşikleri fazla zararlı değildir. Çeşitli Fe bileşikleri sert olmayan sularda pH'yı düşürmek suretiyle balıklara zehir etkisi yapmaktadır. Demir hidroksit balıkların solungaçlarını tıkayarak ölmelerine neden olur.  $1 \text{ mg Fe l}^{-1}$  balıklar için zararlı bir konsantrasyondur. İçme sularında ise  $0,5 \text{ mg Fe l}^{-1}$ , renk ve tat ile anlaşabilecek bir konsantrasyondur (URL-10, 2014) (Şekil 4.11).

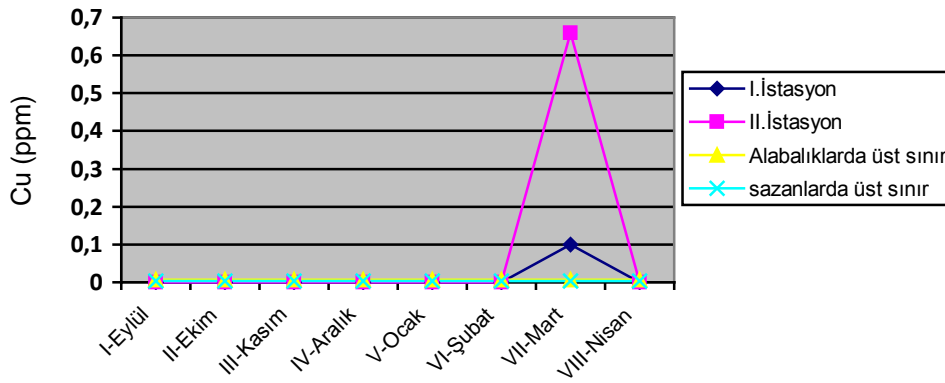


**Şekil 4.11.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibariyle ölçülmüş demir değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

Aktaş Gölü'nde ölçülen Fe değerleri  $0,00\pm 0,00$  mg l<sup>-1</sup> ile  $0,11\pm 0,01$  mg l<sup>-1</sup> arasında ölçülmüştür. Göl, “Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a ve b” tablolarında verilen veriler baz alındığında Fe değerleri verilen sınır değerlerinin çok altında kalmaktadır. Bu yönüyle yetiştiriciliğe uygun olduğu düşünülmektedir.

#### 4.9. Bakır

Bakır özellikle küçük canlılar için yüksek derecede zehirlidir. Hafif alkali sularda hidroksit, çürüten organik madde içeren sularda sülfür şeklinde çöker. Bakır, balıklar içinde kuvvetli bir zehirdir. Alabalıklar toksidite sınırı  $0,14$  mg Cu l<sup>-1</sup>'dir. Sert sularda zehir etkisi daha azdır. Suda erimiş halde bulunan diğer tuzlar bakırın zehir etkisini azaltmaktadır. Yüksek su bitkilerine  $2,5$  mg l<sup>-1</sup> Cu zarar vermez. İçme sularında en fazla  $0,05$  mg Cu l<sup>-1</sup> bulunmalıdır (URL-11, 2014) (Şekil 4.12.).



**Şekil 4.12.** Aktaş Gölü (Ardahan)'nde aylar itibarıyla ölçülmüş bakır değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1-a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

Aktaş Gölü'nde yapılan ölçümlerde sadece 1. istasyonda VII. dönemde ( $0,10\pm 0,01$  mg l<sup>-1</sup>), 2. istasyonda yine VII. dönemde ( $0,66\pm 0,03$  mg l<sup>-1</sup>) olarak ölçülmüştür. Bu dönemde ölçülen değer balıklarda toksidite sınırını aşmış olarak görünmekle birlikte bunun ilgili dönemde kontrol dışı bir Cu kaynağının göle karışmış olması veya ölçüm ya da cihaz (şarj v.s) hatasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



#### 4.10. Potasyum

Potasyum yumuşak, gümüş-beyaz renkli alkali bir metaldir. Doğada deniz suyunda ve pek çok mineralde diğer elementlere bağlı olarak bulunur. Havada hızla oksitlenir ve suya karşı da çok aktiftir. Potasyum, su içindeki yüksek çözünürlüğünü  $K^+$  iyonunun sudaki yüksek çözünme enerjisine borçludur. Su içindeki K iyonları renksizdir. Sudaki K tadı nedeniyle tespit edilebilir; seyreltik çözeltileri tatlı, derişik çözeltileri ise ekşi, bazik veya tuzludur (URL-12, 2014).

Potasyum suya tat veren inorganik tuzlardan biridir. Su ortamında  $K_2SO_4$  şeklinde bulunan K minerali, bitkisel organizmaların gelişmesinde rol oynayan besleyici bir elementtir. Plankton türlerinin gelişmesini hızlandırır. Balıkların beslenmesinde dolaylı olarak fayda sağlar (Özdemir, 1994). Doğal sularda potasyum konsantrasyonu genellikle 1-10 mg  $l^{-1}$  arasında değişim gösterir ( Taş, 2011).

Potasyum tuzları fazla olunca balıklara toksik etki eder. TS 266'da belirtilen  $K^+$  değeri 12 mg  $l^{-1}$ 'dir (Özdemir, 1994; TS 266, 2005). Aktaş Gölü'nde ölçülen potasyum değerleri yüksektir.

#### 4.11. Sülfat

Sülfat değeri doğal sularda 5 - 100 mg  $l^{-1}$  arasında değişim gösterir (Tepe vd. 2006) Sucul ortamlarda çeşitli endüstri atıkları, tarımsal faaliyetler ve evsel atıkların neden olduğu  $SO_4$  artışı kirliliğin bir göstergesidir. Sülfat içeriğinin 250 mg  $l^{-1}$ 'den fazla olması ciddi derecede kirlenmeye işaret etmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970). Bu parametre bakımından Aktaş Gölü kirli değildir

Doğal sularda biyolojik verimin artması için ortamda  $SO_4$ 'ın bulunması gereklidir. Sülfatın ortamda yeterince bulunmaması fitoplankton gelişimini engeller ve bitkilerin büyümesini yavaşlatır. Doğal göllerin  $SO_4$  değeri 3-30 mg  $l^{-1}$ arasındadır (Atıcı ve Obalı, 1999).

Aktaş Gölü'nde ölçülen  $SO_4$  değerleri tüm dönemlerde  $0,00\pm 0,00$  mg  $l^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Göl verimliliği açısından bu bir dezavantaj görünmektedir. "Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" açısından ölçülen  $SO_4$  değerleri itibariyle Aktaş Gölü I. sınıf sularındadır.

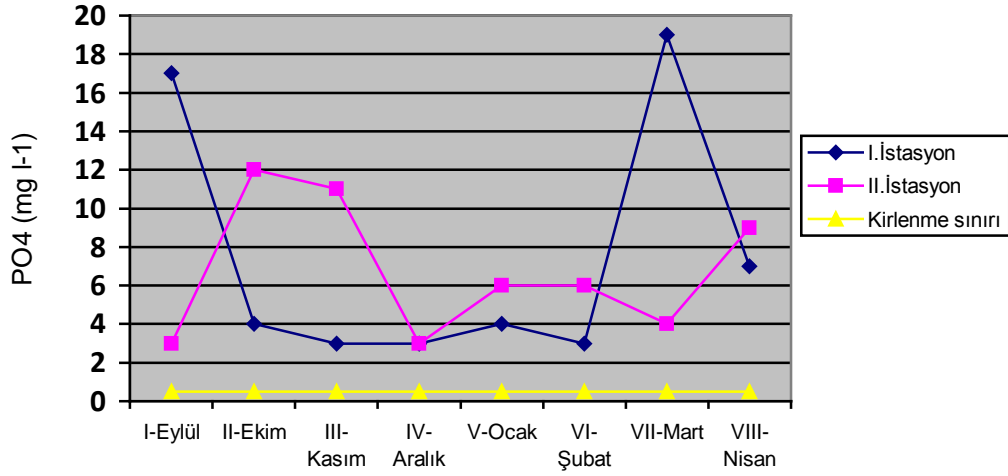
#### 4.12. Sülfid

Deniz akarsu ve göllerdeki en belirgin kirlenme çeşitlerinden biri de aşırı üretim yani ötrofikasyondur. Suyun, yeşil ve bulanık bir renge dönüşmesine, kıyılarda algal (yosun) birikmesine yol açar. Aşırı ötrofikasyon durumunda, çok büyük miktarlarda alg üretmesi ve bu alglerin dibe çöküp ayrışması sonucu, dip sularında oksijen tükenir ve hidrojen sülfid gazı ortaya çıkar. Besleyici tuzların gölü zenginleştirmesiyle artan alg üretimi ve bu alglerinde dibe çöküp ayrışmasıyla dipteki oksijen tüketilmektedir. Dolayısıyla dipte hidrojen sülfid gazı birikmektedir. Bu zehirli gaz da suyun karışmasıyla zaman zaman yüzeye çıkarak hem kötü kokuların yayılmasına, hem de balık ölümüne neden olmaktadır (URL-13, 2014).

#### 4.13. Fosfat

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atık özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Göllerde ve akarsularda çözülmüş inorganik  $PO_4$ , çözülmüş organik  $PO_4$  ve organik partiküler  $PO_4$  şeklinde bulunur. Çözülmüş inorganik  $PO_4$  fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır (Schwörbel, 1987). Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun da en temel elementidir (Taş, 2011). Kirlenmemiş doğal sularda oldukça küçük miktarlarda bulunur ve göllerin verimliliğini belirler (Tepe ve Boyd, 2003).

Çoğu göllerde ortalama toplam fosfor içeriğinin 0,010 ile 0,030 arasında değiştiği bildirilmiştir (Tanyolaç, 2004). Fosfat içeriğinin 0,15-0,30 mg  $l^{-1}$  olan sularda produktivitenin yüksek olduğunu, ancak bu değer 0,30 mg  $l^{-1}$ 'yi aşması halinde suyun kirlenmiş sayılacağını belirtmektedir. Fosfat içeriğinin 0,50 mg  $l^{-1}$ 'yi aşması halinde ise aşırı kirlenme ve ötrofikasyon söz konusudur. (Nisbet ve Verneaux, 1970) (Şekil 4.13).



**Şekil 4.13.** Aktaş Gölü (Ardahan)’nde aylar itibariyle ölçülmüş fosfat değerlerinin su ürünleri yetiştiriciliği yönetmeliğine ilişkin uygulama esasları (genelge 2006/1) ek-1-a ve b sınır değerlerine göre dağılımı

Aktaş Gölü’nde ölçülen  $PO_4$  değerleri  $3,00 \pm 0,03 \text{ mg l}^{-1}$  ile  $17,00 \pm 0,63 \text{ mg l}^{-1}$  arasında ölçülmüştür. Bu ölçüm sonucuna göre Aktaş Gölü  $PO_4$  yönünden aşırı kirlenmiş sulardan olduğu görülmektedir.

#### 4.14. Serbest Klor

Tabii şartlarda suda bulunmayan, insanın suya eklediği “ $ClO^-$ ” iyonu ölçülebilir ve bu ölçümde elde edilen değere “serbest klor miktarı” denir. “Klorür” kelimesi ise, su içinde iyon halinde bulunan klor maddesine denir (URL-14, 2014).

Klor canlı metabolizması için önem taşımaktadır. Tüm doğal suların önemli bir kimyasal bileşeni olan klorür iyonunun konsantrasyonu genellikle düşüktür. Tuzlu su girişi veya kirlenmenin olmadığı sularda klorür içeriği  $10\text{--}20 \text{ mg l}^{-1}$  arasında değişir (Taş vd., 2010)

Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan normal ve pis sularda en çok bulunan iyonlardan birisidir. Normal sularda  $1 \text{ mg l}^{-1}$ ’den birkaç bin  $\text{mg l}^{-1}$ ’ye kadar klorür iyonuna rastlanılır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Klorür değerlerinin yüksek oluşu, tuzluluğun ve buna bağlı olarak elektriksel iletkenliğin de yüksek değerde olduğunun göstergesidir. Klorür konsantrasyonunun alacağı değerler gerek içme ve endüstriyel su

kalitesi gerekse de sulama suyu kalitesi açısından doğrudan önem taşımaktadır (nl vd., 2008).

Aktaş Gölü'nde ölçülen serbest klor değerleri tüm dönemlerde  $0,00\pm 0,00$  mg l<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Aktaş Gölü serbest klor yönüyle yetiştiriciliğe uygundur.

## 5. ÖNERİLER

Aktaş Gölü'nde Eylül 2012-Nisan 2013 tarihlerinde yüzeysel su örneklerinde yapılan fiziko-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları Tablo 3-1 ve 3-2'de aylar bazında verilmiştir. Analiz sonuçları, SSKY (2008)'deki "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri", "Göllerin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri" ve "Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları (Genelge 2006/1) Ek-1a ve b" sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğine uygun olup olmadığı irdelenmiştir.

Aşağıda özellikle bazı parametreler bazında Aktaş Gölü'nün su ürünleri yetiştiriciliği potansiyeli değerlendirilmiş ve tavsiyelerde bulunulmuştur.

Aktaş Gölü'nde su sıcaklığı  $1,12\pm 0,02$  °C ile  $19,50\pm 0,29$  °C arasında ölçülmüş olup, ortalama  $8,85$  °C olarak ölçülmüştür. SSKY'ye göre gölün su kalitesi I. sınıftır. Dönemsel olarak ölçülen değerler arasında büyük farklılıklar olmuştur. Bunda en önemli etken gölün bulunduğu bölgenin sahip olduğu iklimsel özellik olmakla birlikte yüksek rakımlı göller arasında yer almasıdır. Bu ölçülen değerlerin çok değişken olması yetiştiricilikte arzu edilen bir durum değildir. Hem bu rakımda havanın fazla soğuması sonucu göl yüzeyinin buzla kaplanması nedeniyle balıkların beslenmesi imkansız hale gelebilmekte ve buz nedeniyle kafesler parçalanabilmektedir. Bu durum yakında bulunan Çıldır Gölü'nde yaşanmıştır. Bu nedenle Aktaş Gölü'nde kafeslerde balık yetiştiriciliği bu sıcaklık değerlerinde uygun ve ekonomik değildir. Bu nedenle sadece göl yüzeyindeki buzların çözüldüğü ve tekrar buzla kaplandığı zamana kadarki periyotta kafes balıkçılığı önerilmektedir.

Sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerden biri pH'dır. Birçok balık türü pH 6,5–8,5 aralığında olan sularda iyi gelişim gösterir (Arrignon, 1976; Dauba, 1981). Aktaş Gölü'nde yaptığımız ölçümlerde pH'nın özellikle yaz aylarında yüksek alkalilik (bazik) özellik gösterdiği bunun da besin zincirini tetiklediği, güz, kış ve bahar aylarında ise kademeli olarak pH'nın düştüğü suyun asitlik özelliğinin arttığı görülmüştür (Tablo 3.1.). Bu durum aslında yetiştiricilikte çok arzu edilen bir durum değildir. Göl ekosistemi incelendiğinde bu durumun dipteki organik maddelerin çürümesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İlk bakışta olumsuz gibi gözükse de bu durum ölçülen diğer parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde (amonyum, nitrit, v.b.) göldeki canlı yaşamının devamı için

kilit rol oynadığı görülecektir. Zira yüksek pH'da toksik maddelerin ortamda artması (amonyak v.b) riski yüksektir. Aktaş Gölü'nün yüzeyinin buzla kaplanması da atmosferdeki oksijenin suya geçişini büyük oranda engellediği için pH'nın düşmesinin hayati bir önem taşıdığı düşünülmektedir.

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade etmektedir (Ünlü vd., 2008). Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan ÇO değeri, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin ötrofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir. Aktaş Gölü'ndeki ÇO değeri gerek alabalık gerekse sazan yetiştiriciliği için ideal düzeydedir. Rakıma göre olması gereken değer çok üstündedir. Bu durumun bölgede yaptığımız inceleme sonucunda yaz aylarında su bitkilerinin göl ekosistemlerinde fazlaca bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kış aylarında bu bitkilerin çürümesine rağmen oksijen seviyesi  $10 \text{ mg l}^{-1}$ 'nin üzerinde ölçülmüştür. Ancak bu durum şaşırtıcıdır. Çünkü Aktaş Gölü su yüzeyi kış aylarında buzla kaplanmaktadır. Bu durum atmosferdeki oksijenin suya geçişine engel olabilecek bir durum olarak düşünülmektedir. Oysa Aktaş Gölü'nde ölçülen oksijen değerleri bulunduğu rakım da göz önünde bulundurulduğunda oldukça yüksektir. Bu durumun su sıcaklığının aşırı düşmesinden kaynaklandığı düşünülse de sebebinin geniş çaplı ve detaylı bir çalışmayla belirlenmesinin gerek yetiştiricilik için gerekse başka alanlarda faydalı olacağı düşünülmektedir.

Doğal sulara en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  ve organik azottur. Bu bileşikler ölçülerek suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Bu azotlu maddelerin kaynağı yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot, toprak yapısında bulunan  $\text{NO}_3$  tuzları olabildiği gibi, tarımsal faaliyetler sırasında topraktan yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler de olabilir. Ayrıca azot bağlayan mavi-yeşil alg ve bitkiler tarafından atmosferik azotun bağlanması da söz konusudur. Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretimi teşvik ederek ötrofikasyona neden olabilir. Ancak ötrofikasyonun asıl kaynağı fosforlu bileşiklerdir (Henry vd., 1984).

Aktaş Gölü'nde ölçülen  $\text{NO}_2$  ve  $\text{NO}_3$  değerleri su kalitesini etkileyecek düzeyde çıkmamıştır. Bununla birlikte Göl kenarında köy bazında da olsa yerleşim yerlerinin olması organik azotun göle taşınması olasılığını güçlendirmektedir. Fazla miktarda taşınması halinde göldeki hassas dengenin bozulması muhtemeldir. Bu konuda gerekli tedbirin alınması gerekir.

Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ 'a dönüşerek su ortamı içindeki balık yaşamı ve diğer canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Ünlü vd., 2008). Temiz ve bol oksijenli sularda  $\text{NH}_4$  bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Sucul canlıların atık maddesi olup tekrar organizmalar tarafından absorblanır (Cirik ve Cirik, 1999). Amonyum iyonları birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir (Haralambous vd., 1992). Aktaş Gölü'nde ortalama  $0,09 \text{ mg l}^{-1} \text{ NH}_4^+-\text{N}$  ölçülmüştür. SKKY (2008)'e göre Aktaş Gölü su kalitesi I. sınıftır. İçme suyu standartları ile karşılaştırıldığında uygun aralıklar arasında yer alır. Ancak gölün yüzeyinin buzla kaplanıyor olması ve bentik çürüme nedeniyle gölde  $\text{NH}_3$  zehirlenmesi riski her zaman mevcuttur. Bu nedenle yoğun yetiştiricilik tavsiye edilmemektedir.

Klorür iyonlarının miktarı sağlıklı su için bir göstergedir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı  $30 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi geçmemektedir (Egemen, 2006). Aktaş Gölü çevresinde tuzluluk oranını artıracak endüstriyel atık su girdisi olmayıp, evsel atık su da yok denecek kadar azdır. Bu nedenle serbest klor saptanmamıştır. Bu parametreye göre su kalitesi I. sınıftır. Araştırma alanındaki bulgular içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin oldukça altındadır. Gölün bu yönüyle korunması gerekir.

Yine Fe, Cu, Zn,  $\text{SO}_4$  ve  $\text{SO}_3$  yönüyle Aktaş Gölü kirlenmemiş sulardan olup yetiştiriciliğe uygundur. Ancak K ve  $\text{PO}_4$  değerleri oldukça yüksek ölçülmüştür. Doğal sularda K konsantrasyonu genellikle  $1-10 \text{ mg l}^{-1}$  arasında değişim gösterir. Fosfat içeriğinin  $0,15-0,30 \text{ mg l}^{-1}$  olan sularda produktivitenin yüksek olduğunu, ancak bu değer  $0,30 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi aşması halinde suyun kirlenmiş sayılacağını belirtmektedir. Fosfat içeriğinin  $0,50 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi aşması halinde ise aşırı kirlenme ve ötrofikasyon söz konusudur (Nisbet ve Verneaux, 1970).

Aktaş Gölü'nde K değeri ortalama  $17,24 \text{ mg l}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Fosfat ise ortalama  $6 \text{ mg l}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler doğal ortamda olabilecek sınırların çok üstündedir.

Sığ olan bu gölde yapılacak yetiştiricilik faaliyeti ortama ilave bir organik materyal yükü getireceğinden, bu dengenin bozulması ve ortamda toksik maddelerin aşırı birikmesi ve toplu ölümlerin görülmesi muhtemeldir. Bu nedenle Aktaş Gölü'nde yetiştiricilik yapılmasının uygun olmayacağı düşünülmektedir. Yapılması halinde bu durumun göz önünde bulundurulması ve yoğun yetiştiricilikten kaçınılması gerekir.

## 5. KAYNAKLAR

- Arrignon, J.**, 1976. Aménagement ecologique et piscicole des eaux douces. Bordas, Paris, 32p.
- Atıcı, T. ve Obalı, E.O.**, 1999. Susuz Göleti (Ankara) algleri ve su kalite değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **19(3)**:99-104.
- Aydınalp, C.**, 2005. Çevre kirliliğinin nedenleri ve etkileri, *Çevre ve İnsan Dergisi*, **37**:37-41.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Çınar, Ş., Küçükbara, R., Savaşer, S., Tokatlı, C., Öztürk, G.N. ve Köse, E.**, 2012. Kestel Deresi (Burdur) su kalitesinin belirlenmesi ve alabalık yetiştiriciliği açısından değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **28**.
- Cici, M., Cuci, Y. ve Saatçi, Y.**, 2004. Çevre mühendisliği el kitabı, *Fırat Üniversitesi Basımevi, Elazığ*.
- Cirik, S. ve Cirik, Ş.**, 1999. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 21, *Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir*, 166 s.
- Çakmak, L. ve Demir, T.**, 2007. Su kirliliği ve etkileri. *Çevre ve İnsan Dergisi*, **36**:27-29.
- Çelik, A.**, 2004. GAP. *Harran Üniversitesi Mühendislik ve Ziraat Fakültesi, Çevre Kongresi Bildiri Kitabı*, 1775-781.
- Çelikkale, M. S.**, 1994. İçsu balıkları ve yetiştiriciliği. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları*, Cilt I, No: 2, Trabzon, 420s.
- Çetinkaya**, 1998. Balıklarda çinko (Zn) ihtiyacı ve toksisitesi *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Dergisi*.
- Çoban, F.**, 2007. Hazar Gölü su kalitesinin araştırılması. Fırat Üni. Yüksek lisans tezi, Elazığ.
- Dauba, F.**, 1981. Etude comperative de la fauna des poissons dans les ecosystemes de deux reservoirs, Luzech (Lut) et Chastang (Dordogone): These de troisieme cycle L'Institut National Polytechnique de Toulouse, 179 p.
- Egemen, Ö.**, 2006. Su kalitesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi*, Yayın no:14, 6. baskı, Bornova-İzmir, 150s.
- EPA**, 2006. Ground water and drinking water, Environmental Protection Agency, U.S.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z.**, 1997. Su kirliliği. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci baskı, ISBN 975-7572-60-8, Ankara, 92s.



- Haralambous, A., Maliou, E. and Malamis, M.,** 1992. The use of zeolite for amonium uptake. *Water Science and Technology*, **25(1)**: 139-145.
- Henry, R., Tundisi, J. G., and Curi, P. R.,** 1984. Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on the phytoplankton in a tropical reservoir. *Hydrobiologia*, **118**: 177-85.
- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örnekeçi, N.G., Yıldız, N. ve Şeker, T.** 2010. Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin incelenmesi. *International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium*, 26-28 October 2010, Konya, Turkey.
- Muslu, Y.,** 2006. Göl ve haznelerde su kalitesi yönetimi ve alg kontrolü, İSKİ, İstanbul.
- Nisbet, M. and Verneaux, J.,** 1970. Composants chimiques des eaux courantes: discussion et proposition de classes entant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales De Limnologie*, **6(2)**: 161-190.
- Özdemir, N.** 1994. Tatlı ve tuzlu sularda alabalık üretimi. Fırat Üniversitesi Yayınları, Elazığ.
- Saywer, C.N., McCarty, P.L. and Parkin, G.F.,** 2006. Chemistry for environmental engineering science, 5<sup>th</sup> Ed; McGraw Hill, New, York USA
- Schwörbel, J.,** 1987. Einführung in die limnologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 269p.
- Svobodá, Z., Lloyd, R., Máchová, J. and Vykusová, B.,** 1993. Water quality and fish health, EIFAC Technical Paper. No. 54. FAO Rome, 59 p.
- Şev ve Sönmez,** 2005. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der. **17 (4)**, 599-603.
- SKKY,** 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara.
- Tanyolaç, J.,** 2004. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara, 239s.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. ve Topkara, S.,** 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fizikokimyasal özellikleri. *Journal of FisheriesSciences.com*, **4(3)**:254-263.
- Tepe, Y. and Boyd, C.E.,** 2003. A reassessment of nitrogen fertilization for sunfish ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, **34 (4)**: 505-511.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. ve Töre, Y.,** 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) bazı fizikokimyasal özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23 (1/1)**:155-161.
- Taş, B.,** 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **1(3)**:43-61.

- Tayhan, N.**, 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) fizikokimyasal su kalitesinin periyodik izlenmesi. Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tunceli.
- Tomasso, J. R.**, 1994. The toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Reviews of Fisheries Science*, **2**: 291-314.
- TS 266**, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, sular-içme ve kullanma suları, Türk Standartları, Ankara.
- URL-1**, 2014. <http://www.turkiyesulakalanlari.com/aktas-golu-ardahan/>. 01.06.2014.
- URL-2**, 2014. [www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Genelgeler/2006\\_1genelge.pdf](http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Genelgeler/2006_1genelge.pdf). 01.06.2014.
- URL-3**, 2014. [www.agri.ankara.edu.tr/su/1326\\_SU\\_TARLA\\_5.pp](http://www.agri.ankara.edu.tr/su/1326_SU_TARLA_5.pp) . 01.06.2014.
- URL-4**, 2014. [www.ekoloji.com.tr/resimler/19-2.pd](http://www.ekoloji.com.tr/resimler/19-2.pd). 01.06.2014.
- URL-5**, 2014. [www.agri.ankara.edu.tr/su/1326\\_SU\\_TARLA\\_5.pp](http://www.agri.ankara.edu.tr/su/1326_SU_TARLA_5.pp) . 01.06.2014.
- URL-6**, 2014. [http://www.yunus.gov.tr/yunus/uploads/Makale\\_110302.pdf](http://www.yunus.gov.tr/yunus/uploads/Makale_110302.pdf) . 01.06.2014.
- URL-7**, 2014. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=> . 01.06.2014.
- URL-8**, 2014. [www.agri.ankara.edu.tr/su/1326\\_SU\\_TARLA\\_5.ppt](http://www.agri.ankara.edu.tr/su/1326_SU_TARLA_5.ppt) . 01.06.2014.
- URL-9**, 2014. <http://lisanskimya.balikesir.edu.tr/> . 01.06.2014.
- URL-10**, 2014. <http://duzce.ormansu.gov.tr/Duzce/AnaSayfa/suKirliligi> . 01.06.2014.
- URL-11**, 2014. <http://tr.wikipedia.org/> . 01.06.2014.
- URL-12**, 2014. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Potasyum> . 01.06.2014.
- URL-13**, 2014. <http://fanclub.cizimokulu.com/index.php?topic=913.0;wap2> . 01.06.2014.
- URL-14**, 2014. <http://www.suvecevre.com/>. 01.06.2014.
- Ünlü, A., Çoban, F. ve Tunç, M.S.**, 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **23 (1)**: 119-127.
- Wetzel, R.G.**, 2005. Limnology. Saunders London.
- WHO**, 2008. Guidelines for drinking-water quality, World Health Organization, Geneva, Switzerland. *Müdürlüğü Yayınları* No:1, Sa.345. Ankara.
- Yanık, T. ve Aras, M.**, 1995. Balık havuzlarında amonyak nitrit problemleri ve çözüm yolları. *Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 14-16 haziran 1995 Erzurum.

## ÖZGEÇMİŞ

1973 Yılında Ardahan'ın Uzunova Köyünde doğdum. Annem ev hanımı olup, babam çiftçilikle uğraşmaktadır. Yedi çocuklu ailenin en küçük ferdiyim. İlk ve Orta öğrenimimi 1980-1988 yılları arasında Ardahan'da Ardahan Yatılı İlköğretim Bölge Okulu'nda tamamladıktan sonra, Lise öğrenimimi 1989-1991 yılları arasında Gümüşhane Mareşal Çakmak Öğretmen Lisesinde, Üniversite Lisans öğrenimimi 1992-1997 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümünde tamamladım. İş hayatıma özel sektörde başladım. Önce bir bilgisayar firmasında çalıştım. Yaklaşık 5 yıl halı-mobilya üzerine bir firmada çalıştıktan sonra 3 yıl kendim ticaretle iştiğal ettim. 2006 yılında KPSS sınavıyla Kamu personeli olarak Ardahan'a atandım. Ziraat Mühendisi unvanıyla halen Ardahan Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'nde görev yapmaktayım. Evliyim 1 çocuğum var.