

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN VE PERTEK İLÇELERİNDE ALABALIK
YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN TESİSLERİN KEBAN BARAJ
GÖLÜ SU KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Fatih AKLİMAN

Yüksek Lisans Tezi
Anabilim Dalı: Su Ürünleri Temel Bilimler
Programı: Deniz Biyolojisi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Feray SÖNMEZ

TEMMUZ-2013

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEBAN VE PERTEK İLÇELERİNDE ALABALIK YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN
TESİSLERİN KEBAN BARAJ GÖLÜ SU KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih AKLİMAN

(Enstitü No: 091127106)

Anabilim Dalı: Su Ürünleri Temel Bilimler

Programı: Deniz Biyolojisi

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Feray SÖNMEZ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Bülent ŞEN

Doç. Dr. Feray SÖNMEZ

Doç. Dr. Vesile YILDIRIM

(Handwritten signatures of the thesis advisor and jury members)

TEMMUZ-2013

ÖNSÖZ

Tez konumun seçiminde ve yürütülmesinde gerekli bilgi ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Feray SÖNMEZ'e içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmalarımın yürütülmesi için imkânlarını kullanımına sunan Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na ve Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü'ne, bu çalışmada bilgi, beceri ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Bülent ŞEN'e, yine laboratuvar çalışmam süresince yardım ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Ayşegül PALA'ya, bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ve görsel olarak belgelendirilmesinde yardımcı olan Arş. Gör. Tuncay ATEŞŞAHİN'e, Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Mücahit YÜNGÜL'e, Yüksek Lisans Öğrencisi M. Malik ÖZMEN'e ve Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü personeli Yüksek Mühendis Gökhan KARAKAYA'ya teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca yanımda olan ve beni maddi manevi her konuda destekleyen sevgili aileme ve ailemize yeni katılan sevgili nişanlım Seda ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamı 1105 nolu proje ile destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Fatih AKLİMAN
ELAZIĞ-2013

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VII
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
2.1. Çalışma Alanı.....	10
2.2. Numune Alımı	11
2.3. Analiz Yöntemler.....	11
3. BULGULAR.....	14
3.1. Sıcaklık	14
3.2. Elektriksel İletkenlik.....	16
3.3. Çözünmüş Oksijen	18
3.4. Toplam Sertlik	19
3.5. Alkalinite	20
3.6. Amonyum	21
3.7. Nitrit.....	23
3.8. Nitrat	24
3.9. Sülfat.....	25
3.10. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	27
3.11. Toplam Fosfor.....	28
3.12. Toplam Azot	29
3.13. Silika	31
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	34
5. KAYNAKLAR	42
6. ÖZGEÇMİŞ.....	46

ÖZET

Bu araştırma Keban (Elazığ) ve Pertek (Tunceli) İlçelerinde alabalık yetiştiriciliği yapılan tesislerin Keban Baraj Gölü su kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Mayıs 2011-Nisan 2012 tarihleri arasında sekiz (dört aylık yaz döneminde kafeslerde alabalık bulunmamaktadır) ay süre ile su örnekleri alınarak analiz edilmiştir.

Örnekleme, ayda iki kez biri Keban'da, diğeri Pertek'te olmak üzere iki istasyondan yapılmıştır. Araştırma süresince su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, toplam sertlik, alkalinite, amonyum, nitrit, nitrat, sülfat, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfor, toplam azot, silika gibi fiziksel ve kimyasal parametrelere ait değerler belirlenmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen verilerden istatistiksel analizler yapılmış ve sonuçlar daha önce yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kafes balıkçılığı, Su kalitesi, Keban Baraj Gölü, Keban, Pertek

SUMMARY

IN KEBAN AND PERTEK REGION ON WATER QUALITY IN THE RESEVOIR EFFECT OF KEBAN DAM LAKE

In this study, effects of cage fishing farms in Keban and Pertek region on water quality in Keban Dam Lake were investigated between May 2011 and April 2012. For this purpose, four stations were selected in the region. Water samples were taken for eight months since the cages were empty in other four months.

Since physical and chemical such as water temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, total hardness, alkalinity, ammonium, nitrite, nitrate, sulphate, chemical oxygen demand, total phosphorus, total nitrogen and silica were measured and analysed for water quality.

Statistical analyses were conducted, and the results obtained from the analysis of the data were compared with previous studies done before.

Key Words: Cage fishing, Water quality, Keban Dam Lake, Keban, Pertek

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Ülkemizde yıllara göre denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik üretimi (ton),.....	1
Şekil 1.2. Ülkemizde türler itibariyle su ürünleri yetiştiriciliğinin dağılımı (%)	2
Şekil 1.3. Kafeslerde yetiştiricilikten kaynaklanan ana girdi (düz çizgiler) ve çıktılar (kesikli çizgiler).....	7
Şekil 2.1.1. Keban Baraj Gölü'nün uydudan görünümü ve örnekleme istasyonları	10
Şekil 3.1.1. Su sıcaklığı değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi	14
Şekil 3.2.1. pH değerlerinin aylara göre dağılımı.....	15
Şekil 3.3.1. Elektriksel İletkenlik değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı	17
Şekil 3.4.1. Çözülmüş oksijen değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı (mg/L) ..	18
Şekil 3.5.1. Toplam sertlik değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi	19
Şekil 3.7.1. Amonyum değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı	22
Şekil 3.8.1. Nitrit değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı	23
Şekil 3.9.1. Nitrat değerlerinin aylara göre değişimi	24
Şekil 3.10.1. Sülfat değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi	26
Şekil 3.11.1. Kimyasal Oksijen ihtiyacı değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı ..	27
Şekil 3.12.1. Toplam Fosfor değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi	28
Şekil 3.13.1. Toplam Azot değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi	30
Şekil 3.14.1. Silika değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi	31

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1.1. Su sıcaklığı, ortalama ve standart sapma değerleri (°C)	15
Tablo 3.2.1. pH'ın ortalama ve standart sapma değerleri	16
Tablo 3.3.1. Elektriksel iletkenliğin ortalama ve standart sapma değerleri	17
Tablo 3.4.1. Çözülmüş Oksijen'in ortalama ve standart sapma değerleri (mg/L).....	19
Tablo 3.5.1. Toplam sertliğin ortalama ve standart sapma değerleri.....	20
Tablo 3.6.1. Alkalinite'nin ortalama ve standart sapma değerleri.....	21
Tablo 3.7.1. Amonyum'un ortalama ve standart sapma değerleri.....	22
Tablo 3.8.1. Nitrit'in ortalama ve standart sapma değerleri.....	23
Tablo 3.9.1. Nitrat'ın ortalama ve standart sapma değerleri	25
Tablo 3.10.1. Sülfat'ın ortalama ve standart sapma değerleri.....	26
Tablo 3.11.1. Kimyasal Oksijen ihtiyacının ortalama ve standart sapma değerleri	28
Tablo 3.12.1. Toplam Fosfor'un ortalama ve standart sapma değerleri	29
Tablo 3.13.1. Toplam Azot'un ortalama ve standart sapma değerleri.....	30
Tablo 3.14.1. Silikanın ortalama ve standart sapma değerleri	32
Tablo 3.1. Keban Baraj Göl'ündeki örnekleme istasyonlarının fiziksel ve kimyasal ölçüm değerleri.....	33
Tablo 3.3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (kaynak).....	40

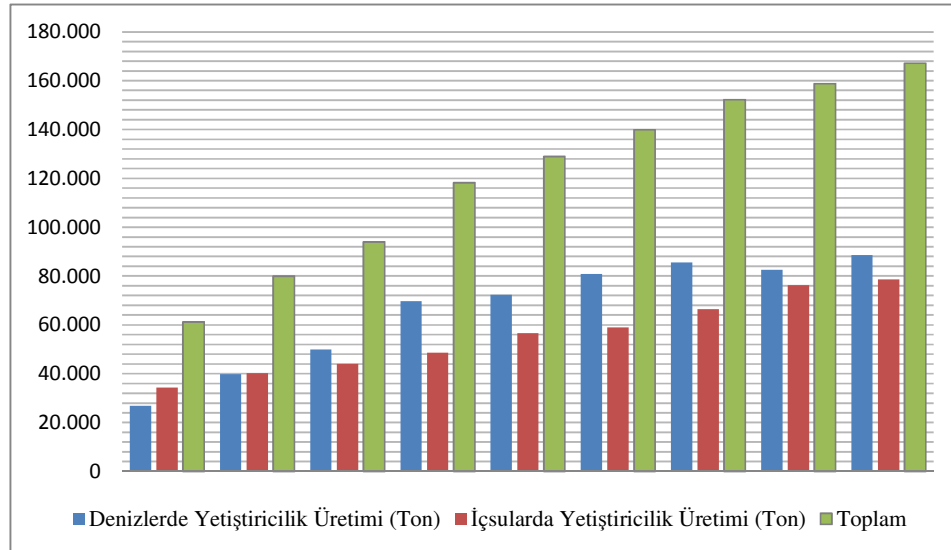
1. GİRİŞ

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de su ürünleri yetiştiriciliği ve özellikle gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretimi hızla gelişirken, yetiştiriciliğin ekosistem üzerindeki etkilerinin belirlenmesi bilimsel araştırmalarla irdelenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmaların odak noktasını kafes-çevre etkileşimi oluşturmaktadır (Beveridge, 1984; Gowen ve McLusky, 1988; Enell ve Ackefors, 1991).

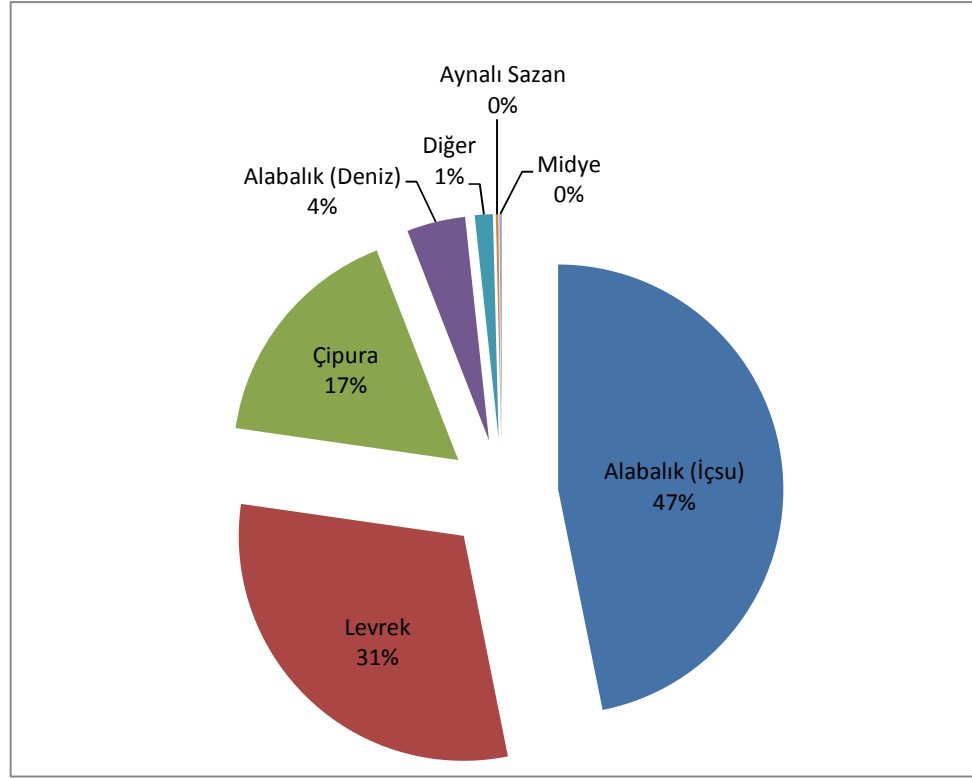
Kafeslerde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan organik atıkların sebep olduğu etkiler, tesisin büyüklüğüne, suyun akıntı hızı ve şekline, su değişim oranı, tabakalaşma, toplam su hacmi gibi ortamın hidrografik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Gowen ve McLusky, 1988; Folke ve Kautsky, 1989; Anonim, 1993; Okumuş, 1997; Çelikkale vd., 1999).

2001-2010 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde yetiştiricilik üretimimiz, 67.244 ton'dan, yaklaşık % 149 artarak 167.141 tona ulaşmıştır (Şekil 1.1). Sektörde üretim, artan teknik gelişmeler ve mevcut kapasitenin etkin bir şekilde kullanımına bağlı olarak artmaktadır. Bu gelişmeler sonucunda;

- Türkiye 25 Avrupa Birliği ülkesi arasında yetiştiricilik üretimde 5. sıraya,
- Ülkemiz alabalık üretiminde AB ülkeleri arasında 1. sıraya yükselmiş olup,
- GFCM-FAO tarafından yapılan bir çalışmada, ülkemizin Avrupa Çipura-Levrek pazarında % 25'lik paya ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 1.2.).



Şekil 1.1. Ülkemizde yıllara göre denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik üretimi (ton), (Anonim, 2010)



Şekil 1.2. Ülkemizde türler itibariyle su ürünleri yetiştiriciliğinin dağılımı (%), (Anonim, 2010)

Yetiştiriciliğin su ortamı üzerine etkileri beş grupta toplanabilir (Atay ve Pulatsü, 2000):

1. Alıcı sedimentlerin organik zenginleşmesi,
2. Su kalitesi, besin maddesi bakımından zenginleşme ve alg patlamaları,
3. Yabani balık stokları, yabani hayat, nadir türler, hastalık, ekolojik/biyolojik etkileşimler ve besin ağı etkileşimleri,
4. Hidrolojik düzen, drenaj, fiziki yapıların rahatsız edilmesi ile habitatın bozulması, rahatsızlık ve atık boşalmaları,
5. Kimyasal maddelerin kontrolsüz kullanılması.

Kafeslerde balık yetiştiriciliğinin avantaj ve dezavantajları şunlardır (Atay, 1987):

Avantajları

- Bütün su kaynaklarının en ekonomik şekilde kullanımının sağlanması,
- Arazi alan ihtiyacını azaltması,
- Su kaynağında çeşitli yetiştirme tiplerini kombine imkânı,
- Gerekğinde yer değiştirmeye uygun olması,

- Yetiştirme periyodunun kısa olması,
- Fazla stoklama, optimum yemleme imkanı sağlaması,
- Yemin optimum değerlendirilmesini sağlayarak yem değerliliğini arttırması,
- Predatörlerin kontrol edilmesini kolaylaştırması,
- Stokların günlük kontrolü ile hastalıkların belirlenmesini sağlaması,
- Parazit ve hastalıkların tedavisinin ekonomik olması,
- Balık hasadında kolaylık sağlaması,
- Hasadın uniform olmasını sağlaması,
- Balığın canlı olarak muhafaza ve nakliyesinin kolay olması,
- İlk yatırım sermayesinin düşük olması.

Dezavantajları

- Su yüzeyi çok hareketli olduğunda kafeslerin yönetiminin zor olması,
- Metabolik artıkların uzaklaştırılması ve oksijen seviyesinin muhafazası için yeterli akıntının olması,
- Beslenmede yüksek kaliteli yem gereği,
- Kafes duvarlarından yem kaybı olması,
- Kafeslerin çabuk kirlenmesi ve sık sık temizlenmesi gereği,
- Doğal ortamdan küçük balıkların kafese girip yeme ortak olması,
- Doğal ortamdaki balık popülasyonlarının kafeslerdeki balıklara hastalık ve parazit bulaştırma riski,
- Hastalık ve parazitlerin tedavisinin zor olması,
- Balıkların çalınma riskinin fazla olması,
- İşçiliğe ihtiyacın fazla olması,
- Üretim yoğunluğu arttıkça risklerin artması.

Dünya’da ve ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinin iç su ve deniz ortamında yayılıp gelişmesi beraberinde bazı endişeler getirmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıkların alıcı ortam üzerine yaptığı etkiler konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Su kaynakları tüm dünyada önemli gıda rezervleri olarak kabul görmektedir. Bu açıdan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde deniz ve iç su kaynaklarının beslenmeye ve ekonomiye katkısının artırılması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Anonim, 2006).

Gelişmiş ülkelerde, kişi başına hayvansal protein ihtiyacının % 40’ının su ürünlerinden sağlanması hedeflenmekte ve bu durum gelişmişliğin bir göstergesi olarak

kabul görmektedir. Dünya toplam su ürünleri üretimi 133 milyon ton olup; bunun % 30'u yetiştiricilik yoluyla sağlanmaktadır. Kirlilik ve aşırı avcılık nedeniyle her geçen yıl balık stokları azalırken, yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretimi yer yıl % 10 oranında artarak büyümeyi sürdürmektedir (Anonim, 2006).

Su ürünleri yüksek kalitede protein içermesinden dolayı değerli bir besin kaynağıdır ve ülkemiz su ürünleri potansiyeli açısından zengin bir ülkedir. Bu nedenle balık yetiştiriciliği ülkemizin sanayi sektörü içinde önemli bir ekonomik paya sahiptir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin beslenmeye katkısı, doğal kaynakların tüketilmesi üzerindeki baskının azaltılması, iş istihdamı ve kırsal kalkınmaya katkısı da düşünüldüğünde sektörün önemi daha da önemli hale gelmektedir. Ülkemizde su ürünleri ihtiyacının karşılanmasında kültür balıkçılığının geliştirilmesi bir zorunluluk halini almıştır (Ural ve Balcı, 2007; Burhan vd., 2010).

Balık yetiştiriciliği yapılan kafes çiftliklerinden kaynaklanan atıklar tüketilmeyen yem, dışkılar ve boşaltım ürünlerinin oluşturduğu çözünmeyen ve çözünebilir formda maddelerdir. Bunlar organik karbon, azot ve fosfor olup, bunların etkileri çiftliğin büyüklüğü ve ortamın sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir (Beveridge, 1984; Brown vd., 1987; Gowen ve McLusky 1988; Enell ve Ackefors 1991; Johnsen vd., 1993; Stewart, 1997).

Kafes çiftliklerinden meydana gelen besin elementi kayıp oranları yemin tipi ve içeriğine, yemleme miktarı ve tipine, yem dönüşüm oranına, yemin sindirilebilirliğine ve protein/enerji oranına bağlıdır (Beveridge, 1984; Ackefors ve Enell, 1990; Enell ve Ackefors, 1991; Foy ve Rosell, 1991). Yemlemede sindirilebilirliği yüksek, az fosfat içeren, yüksek enerjili, kuru ve yüzeyde kalan yemlerin kullanımı, yemlemenin elle yapılması organik birikimi engellemeye yardımcı olur (Anonim, 1993).

Entansif balık yetiştiriciliğinde yemdeki besin elementlerinin yaklaşık 1/4'ü balıketi olarak hasat edilirken, 3/4'ü ortamda kalmaktadır. Entansif balık yetiştiriciliğinde yem ve dışkı atıkları sediment tabakasında birikirken, çözünebilir atıklar su kolonunda dağılmaktadır. Balık tarafından tüketilen azotlu bileşiklerin yaklaşık % 70'i çözünebilir amonyum ve üre olarak atılır (Çelikkale vd., 1999).

Yemlerle sucul ortama giren bu organik maddeler, suda çözünmeleri veya sedimentten salınmaları durumunda belirli bir su kolonunda besleyici elementlerin seviyelerinde artışa yani hipernütrifikasyona neden olabilmektedirler. Hipernütrifikasyon ise, özellikle besin elementlerinin sınırlayıcı olduğu birincil üretimde artışa, ötrofikasyona

yol açabilmekte ve ışık geçirgenliğini azaltabilmektedir (Atay, 1987; Gowen ve McLusky, 1988; Aura ve Stigebrandt, 1990; Chua, 1993; Çelikkale vd., 1999).

Hipernütrifikasyonun ötrofikasyondan başka, toksik fitoplanktonların aşırı çoğalmalarına ve alg patlamasına, kültürü yapılan balıkların zehirlenmelerine ve akut rahatsızlıklara, aşırı çoğalan fitoplanktonların geceleri solunumu ile çözünmüş oksijen konsantrasyonunda düşüslere ve balıklarda hastalıklara karşı dayanıksızlığa, amonyak konsantrasyonundaki artıştan ileri gelen zehirlenmelere sebep olabileceği belirtilmiştir (Anonim, 1993).

Rast ve Holland (1988), yetiştiricilikten kaynaklanan ötrofikasyonun bir göl veya baraj gölünde su kalitesinde bir takım değişimlere, genellikle ışık geçirgenliğinde azalmaya, besin elementi, elektrik iletkenliği, klorofil a miktarında artışlara sebep olabildiğini belirtmektedirler.

Balık kafeslerinden ortama giren besin elementi yükü tarımsal, orman, endüstriyel kaynaklar gibi diğer kirletici kaynaklarla karşılaştırıldığında daha az bir öneme sahiptir. Fakat balık kafeslerinin besin elementi yükü genellikle temiz, oligotrofik, sığ ortamlara verildiğinden lokal olarak önemlidir (Enell ve Ackefors, 1991; Çelikkale vd., 1999; Atay ve Pulatsü, 2000).

Kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapılacak göllerde su sıcaklığının 20 °C'nin altında, çözünmüş oksijen miktarının 6 mg/L'nin üstünde, pH'ın 8 ve amonyumun 0,5 mg/L'nin altında olması gerekmektedir (Atay 1987). 1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ile mezkur kanunda ek değişiklik yapan Kanun Hükümlerine göre hazırlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre; sıcaklığı 25 °C, pH 6,5-8,5, çözünmüş oksijen miktarı 8 mg/L, nitrit-azotu 0,002 mg/L, nitrat azotu 5 mg/L, toplam fosfor miktarı 0,02 mg/L olan 1.sınıf kalitedeki sular alabalık yetiştiriciliği için uygun sulardır (Anonim, 1992).

Kafes yetiştiriciliğinde yeterli akıntı hızı önemli bir etkidir. Göl ve rezervuarlarda yüzey akıntı hızı 0,2 - 2 cm/s arasında değişmekte iken, nehir ve deniz ortamlarında akıntı hızı daha yüksektir (Lawson, 1995). Yetiştiricilik kaynaklı atık maddelerin uzaklaştırılmasında akıntı hızı yardımcı olmaktadır. 10- 20 cm/s'lik bir akıntı hızı balıkların ihtiyacı olan oksijeni sağlayabilmektedir. Akıntı hızının gerekenden fazla olması ise yemlerin uzaklaşması, balığın akıntıya karşı yüzerken enerji kaybetmesine sebep olmaktadır (Anonymous, 1984).

Kafeslerde balık yetiştiriciliğinin alıcı ortama etkilerine ilişkin çalışmalarda iki yöntem kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar bu etkileri incelerken kafes ve kafeslerden

belli uzaklıkta seçilen kontrol alanlarını karşılaştırırken, bazı araştırmacılar kafes ünitesi kurulmadan önce ve taşındıktan sonraki durumu karşılaştırmaktadırlar. Söz konusu bu yöntemler, yetiştiriciliği yapılan balık türüne ve kafes işletmesinin büyüklüğüne göre farklılık gösterse de, kafeslerde balık yetiştiriciliğinin askıda katı madde, alkalinite ve besin elementi (toplam fosfor, organik azot ve karbon) düzeyinde artış, oksijen miktarında düşüşe neden olduğu belirtilmiştir (Beveridge, 1984; Enell ve Ackefors, 1991).

Beveridge (1984), Phillips vd. (1985), Weglenska vd. (1987), kafes sistemlerinde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıkların su sütununa yapmış olduğu etkilere ilişkin farklı çalışmalarında da, yukarıda bildirildiği gibi bu tip yetiştiriciliğin ortamın besin elementi ve askıda katı madde miktarını arttırdığını, ışık geçirgenliği, çözünmüş oksijen, elektrik iletkenliği ve pH değerlerini düşürdüğünü bildirmektedirler.

Ackeforsand ve Enell (1990), Kuzey Avrupa Ülkelerinde giderek yaygınlaşan balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan besin elementi yükünün diğer besin elementi kaynakları yüküyle karşılaştırıldığında önemsiz olduğunu, ancak bunun önemli lölal etkilerinin olabileceğini ifade etmişlerdir

Okumuş (1997), İskoçya'da deniz ortamında kafeslerde entansif balık yetiştiriciliğinin ekolojik bazı etkilerini araştırdığı çalışmasında; yetiştiriciliğin yakın çevresindeki su sütununda organik maddece zenginleşmeye ve canlı topluluklarında önemli değişikliklere sebep olduğunu saptamıştır. Ortama yetiştiricilikten gelen organik madde ve bu sebeple artan fitoplankton biyomasının filtrasyonla beslenen çift kabuklu türleri ile azaltılabileceğini açıklamıştır.

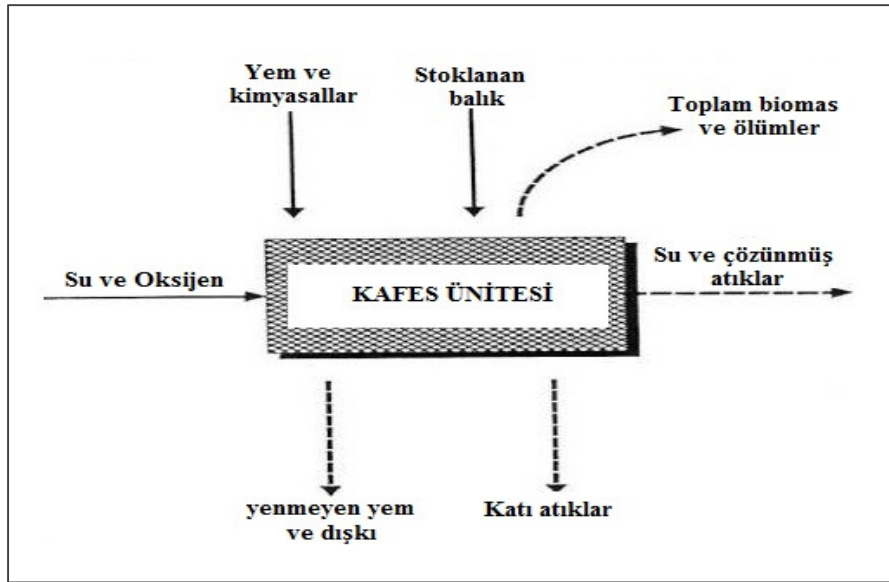
Azotun sınırlayıcı element olduğu ekosistemlerde, kafes sisteminin alıcı ortama etkisini belirlemede çözünmüş inorganik besin elementlerinden amonyum, nitrit ve nitratın geniş çapta kullanıldığı belirtilmiştir. Fitoplankton biyomasının bir ölçüsü olan klorofil tayininin ise tek başına kafes sisteminin etkisini belirlemede yeterli olmadığı bildirilmiştir (Anonymous, 1996a).

Gowen (1990), İrlanda'da balık kafes işletmelerinin bulunduğu koylarda amonyum konsantrasyonunda lokalize artışlar tespit etmiş, ancak nitrit ve nitrat düzeylerine ilişkin belirgin bir değişiklik belirlememiştir (Genç, 1997).

Korzeniewski (1982), Letowa ve SzczytroMakeGölleri'nde kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinin ötrofikasyonda, tüm nitrogen ve fosfor formlarında artışa, sedimentte kirlenme, ve ışık geçirgenliğinde azalmaya sebep olduğunu ifade etmiştir (Weglenska vd., 1987).

Ryding ve Rast (1988), göl ve baraj göllerinde ötrofikasyon sonucunda besin elementi konsantrasyonu, klorofil a miktarı, elektrik iletkenliğinin artacağını, ışık geçirgenliğinin azalacağını belirtmişlerdir (Rast ve Holland, 1988).

Kafeslerde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan partiküler atıklar organik ve inorganik tabiattadır. Organik atığın kaynağı yemler ve balıkların dışkısı olup, bu tip atığın ekosisteme girmesiyle bir seri kimyasal ve biyokimyasal olaylar meydana gelmektedir. Ölü bitkisel ve hayvansal organizmalarla doğal olarak sisteme giren karbon, mikroorganizmaların aerobik topluluklarını desteklemektedir. Bu durum ise makro omurgasız ve balıklara yönelik besin zincirinin temelini oluşturur. Zemine çökelen herhangi fazla karbon (katı ve dışkı şeklinde) mevcut oksijeni tüketir ve sedimentler yavaş yavaş anoksik hale gelir. Mikro flora anaerobik türlere doğru değişerek, metan ve hidrojen sülfid üreten bakteriler ortaya çıkar. Kafeslerde yetiştiricilikten kaynaklanan ana girdi (düz çizgiler) ve çıktıları Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 1.3. Kafeslerde yetiştiricilikten kaynaklanan ana girdi (düz çizgiler) ve çıktıları (kesikli çizgiler) (Kelly ve Elberizon, 2001)

Besin elementleri incelendiğinde; nitrit-azotu açısından istasyonlar arasında önemli bir fark olmadığı, amonyum ve nitrat-azotu ile ortalama fosfat değerlerinin istasyonlar arasında değişim gösterdiği ve bu parametrelerin en yüksek değerlerinin kafes istasyonunda olduğu tespit edilmiştir

Kafeslerde yetiştiriciliğin yapıldığı alanlarda kafes çevresinde;

- Kafesin tam altını kapsayan azoik zon,
- Kafes kenarından 3 m'lik uzaklığa kadar olan organik materyalde zengin sedimentte karakteristik fırsatçı Polycheta türlerinin dominant olduğu, çeşitliliği düşük bir makro fauna zonu,
- Kafesten 3-15 m arasında tür kompozisyonu 2. ve 4. zonlardan farklılık gösteren, organik zenginleşmenin belirgin, fakat anoksik sediment oluşumu için yetersiz olduğu, organik materyali tüketen toleranslı türlerin baskın olduğu zon,
- 120 m'den sonraki normal zon olmak üzere 4 farklı zon gözlenebilmektedir (Çelikkale vd., 1999).

Gowen ve McLusky (1988), İskoçya'da 5 kafes işletmesinde yaptıkları bir araştırmada; tüm işletmelerde organik zenginliğin kafeslerin altında ve yakınında fazla olduğunu kaydetmişlerdir. Birikimin maksimum olduğu kafeslerin altında bentik makrofauna bulunmadığını, bu bölgenin dışında organik birikime uyum sağlayabilen fırsatçı türlerin dominant olduğunu saptamışlardır. İşletme kaynaklı organik atıkların etkilerinin kafeslerden 15 m. uzağa kadar yoğun olduğunu, 60 m. uzaklıkta ise etkinin hemen hemen hiç olmadığını belirlemişlerdir.

Üretim işletmelerinde balık türü göz önüne alınmaksızın suya bırakılan atıklar başlıca üç grup altında toplanabilir:

- a. Tüketilmeyen yemler: Genellikle düzenli bir yemleme stratejisinin uygulanmadığı işletmelerde, tüketilmeyen yemlerin bir kısmı suda çözünerek, bir kısmı da tabana çökerek suyun organik yükünü artırır.
- b. Sindirilemeyen yem bileşenleri: Yemle alınan nütrientlerin (proteinler, lipitler ve karbonhidratlar) tamamı balık tarafından sindirilemez ve bir kısmı hiç sindirilmeden veya az oranda sindirilerek dışkı yolu ile atılır. Dışkı yoluyla atılan katı maddenin miktarı, sindirilebilirliği düşük hammaddelerin rasyona ilavesi ve yemlerin uygun oranlarda sıcak buhar işlemine tabi tutulmaması ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Fosfor oranı yüksek ve fosfor sindirilebilirliği düşük olan hammaddeler içeren yemler de fosfor deşarjına neden olmaktadır.
- c. Çözünmüş boşaltım ürünleri: Sindirilen nütrientlerden azot, protein/enerji dengesi ideal olmayan yemlerle beslenen balıklarda solungaçlar vasıtasıyla (çok az oranda idrar yoluyla) önemli oranda su ortamına boşalmaktadır. Çevreye bırakılan atıkların ana hatlarıyla katı ve çözünmüş atık olarak iki farklı fazda

meydana geldiği söylenebilir. Katı atıklar, kafes altında göl tabanına çökerek sedimenti organik yük bakımından zenginleştirir ve bentik ekosistemde değişimlere neden olabilir. Organik atıkların bakteri ve diğer canlılar tarafından parçalanması sonucu ortamda O₂ konsantrasyonunun düşmesine neden olarak, bentik canlıları negatif yönde etkileyebilir. İç su göl ve göletlerin O₂ miktarının yenilemesi (rejenerasyonu) daha zor gerçekleştirildiğinden, bu tip ekosistemlerde yüksek nütrient yüküne daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir (Cho ve Bureau, 2001).

Kafeslerde balık yetiştiriciliğinin alıcı ortamlar üzerindeki etkileri, su kalitesindeki olumsuz değişiklikler, alg patlamaları, alıcı sedimentlerin organik zenginleşmesi başta olmak üzere, hidrolojik düzen, drenaj, fiziki yapıların etkilenmesine ve kimyasal maddelerin kontrolsüz kullanımına bağlı olarak habitatın bozulmasıdır (Anonim, 1993).

Balık kafeslerinden çevreye giren ve esas olarak karbon ve azot içeren katı organik materyalin bir kısmı (% 15 civarında) askıda katı madde olarak su kolonunda kalır ve az da olsa kafes dışındaki balıklar tarafından tüketilir. Önemli bir kısmı ise sedimentte birikerek bentik sistemin organik zenginleşmesine, bentik makrofauna ve sediment kimyasında önemli değişimlere yol açar (Ackefors ve Enell, 1990).

Kafeslerde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan organik atıkların sebep olduğu etkiler, balık çiftliğinin büyüklüğüne ve suyun akıntı hızı ve şekline, su değişim oranı, tabakalaşma, toplam su hacmi gibi ortamın özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Anonim, 1993; Çelikkale vd., 1999). Entansif balık yetiştiriciliğinde yemdeki besin elementlerinin yaklaşık ¼'i balıketi olarak hasat edilirken, 3/4' ü ortamda kalmaktadır. Entansif balık yetiştiriciliğinde yem ve dışkı atıkları sediment tabakasında birikirken, çözünebilir atıklar su kolonunda dağılmaktadır. Balık tarafından tüketilen azotlu bileşiklerin yaklaşık %70'i çözünebilir amonyum ve üre olarak atılmaktadırlar (Çelikkale vd., 1999). Bu bağlamda göllerde üretilen balıklarda çeşitli hastalık problemlerinin ortaya çıkması normal bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kafes sistemlerinde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıkların su sütununa yapmış olduğu etkilere ilişkin çalışmalar, bu tip yetiştiriciliğin ortamın besin elementi ve askıda katı madde miktarını arttırdığını, ışık geçirgenliği, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH değerlerini düşürdüğünü göstermiştir (Beveridge, 1984; Phillips vd., 1985; Weglenska vd., 1987).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Keban Baraj gölü; Keban ilçesinde, Fırat Nehri üzerinde, 1965-1975 yılları arasında inşa edilmiş olan elektrik enerjisi üretimi amaçlı Keban Barajının kurulmasıyla ortaya çıkmıştır. Keban Baraj Gölü Türkiye'nin Atatürk Barajı gölünden sonra en büyük yapay gölüdür. Doğal göllerle bir arada sıralandığında Van Gölü, Tuz Gölü ve Atatürk Baraj Gölü'nün ardından 4. sırada yer almaktadır. Baraj gölünün Murat Nehri Vadisi boyunca uzunluğu 125 km'dir (Şekil 2.1.1). Genişliği yer yer değişmektedir. Keban baraj gölünde elektrik üretiminin yanı sıra su ürünleri avcılığı yapılmakta ve son yıllarda hızla artış gösteren alabalık üretimi de gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda gölün etrafında Elazığ ve çevre illerin halkının yoğun şekilde tarım faaliyetlerinde bulunduğu ve bu faaliyetlerde Baraj Gölü suyunun kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü üzerinde;

I. İstasyon

II. İstasyon

III. İstasyon

IV. İstasyon

olmak üzere 4 istasyon belirlenmiş ve bu doğrultuda ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir



Şekil 2.1.1. Keban Baraj Gölü'nün uydudan görünümü ve örnekleme istasyonları (URL- 1, 2013)

2.2. Numune Alımı

Örnekleme araçları ve 1 L hacimli polipropilen örnek şişeleri araziye çıkmadan önce laboratuvarda herhangi bir temizlik maddesi kullanmadan doğrudan yıkama fırçası ve musluk suyu ile temizlenmiş ve distile su ile durulanmıştır. Su örnekleri kafes içi ve kafes dışında 0-0,5 m arasındaki örnekler elle daldırma yöntemi ile alınmıştır. Koruma amacıyla örneklerle herhangi bir kimyasal madde eklenmemiş, şişeler hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuş, kapakları kapatılmış, tarih ve örnekleme noktası bilgilerini içerecek şekilde etiketlenmiş ve laboratuvara ulaşıncaya kadar karanlıkta saklanmıştır.

Örnekleme gününde laboratuvara getirilen örneklerin 0,25-0,5 L hacmi cam filtrasyon ünitesine yerleştirilen 0,45 µm gözenek açıklığına sahip nitroselüloz yapıda marka membran filtreden süzölmüştür. Filtrat temiz bir polipropilen şişeye alınmış, kapağı kapatılan şişe, tarih ve örnekleme noktası bilgileriyle etiketlenerek buzdolabına yerleştirilmiştir.

Filtre edilmiş örneklerde amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, çözönmüş reaktif fosfor, silika ve sülfat analizlerine filtrasyon işlemi tamamlandıktan hemen sonra başlanmış ve kalan filtre edilmiş örnek buzdolabında saklanmaya devam edilmiştir. Kullanılan analitik tekniğin hızı nedeniyle bu analizler çoğunlukla örneklemeden sonraki 24-30 saat içerisinde tamamlanmıştır. Kalan filtre edilmiş örnekte toplam alkalinite, bikarbonat, karbonat, toplam sertlik, kalsiyum analizlerine ise örnekleme takip eden günün sabahı başlanmış ve genellikle örneklemeden sonra en geç 54 saat içerisinde analizler tamamlanmıştır. Kalan filtre edilmemiş örnek kısmı ise askıda katı madde, toplam azot ve toplam fosfor analizinde kullanılmıştır.

2.3. Analiz Yöntemler

pH, sıcaklık ve elektrik iletkenliği; ORION 3 STAR Ph/cond/temp ile çözönmüş oksijen, YSI 55 DO cihazıyla ölçölmüştür.

Toplam sertlik (APHA, 1985) EDTA titrimetrik metotla ölçölmüştür.

Toplam Alkalinite: Bikarbonat ve karbonat, bürettirasyonu metoduyla tayin edilmiştir. Belirli hacimdeki filtrelenmiş örnek, pH metre kullanılarak, önce pH 8,3 noktasına kadar standart 0,01639 N sülfürik asit solösyonuyla titre edilmiş ve harcanan standart sülfürik asit miktarı kaydedilmiştir (A). Ardından, aynı örnekte, pH4,5 noktasına

kadar standart 0,01639 N sülfürik asit solüsyonuyla titrasyona devam edilmiş ve harcanan standart sülfürik asit miktarı kaydedilmiştir (*B*). Hesaplama işleminde, kullanılan standart sülfürik asit çözeltisinin normalitesi için doğrulama faktörü ile düzeltme yapılmıştır ($F = \text{kullanılan standart sülfürik asit çözeltisinin normalitesi} / 0,01639$) (Radtke vd., 1998).

$$\text{Toplam Alkalinite (mg CaCO}_3\text{/l)} = \frac{(A + B) \times 0,8202 \times F}{\text{örnek hacmi (mL)}} \times 1000$$

Amonyum (NH_4^+): Nessler metodu ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Bu amaçla örnek sodyum hidroksit solüsyonu kullanılarak alkali pH değerine getirildikten sonra, amonyak Kjeldahl cihazında damıtılarak borik asit solüsyonuna adsorbe edilir. Adsorplanan amonyum nessler reaktifi ile renklendirilip 425 nm dalga boyunda 1 cm ışık yolu ile spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir.

Nitrit (NO_2^-): Diazotizasyon metodu ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Bu metotta nitrit, N-(1-naphthyl)-ethylenediaminedihidroklörür (NED dihidroklörür) ile diazolaşmışsülfanilik asidi bağlayarak pH 2,0–2,5 arasında kırmızı renkli azo boyasının oluşturup 543 nm dalga boyunda 1 cm ışık yolu ile spektrofotometrede analiz edilmiştir.

Nitrat (NO_3^-): Kadmiyum indirgeme metodu ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Bu amaçla örnek, 18,5 cm yükseklik oluşturacak şekilde bakır sülfatla arıtılmış kadmiyum granülleriyle doldurulmuş bir kolondan 7–10 mL/dk hızla geçirilerek nitrat tamamen nitrite indirgenmiş ve diazotizasyon metodu ile nitrit olarak tayin edilmiştir. Daha önce belirlenmiş olan nitrit, elde edilen sonuçtan çıkarılarak nitrat miktarı hesaplanmıştır.

Toplam Fosfor (TP): Sülfürik asit-Nitrik asit ayrıştırma sonrası askorbik asit metodu ile reaktif fosfor olarak spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı; Standart potasyum bikromat çözeltisi, sülfürik asit çözeltisi, standart demir amonyum sülfat çözeltisi, ferroin belirteç çözeltisi, civa sülfat.

Örnek kabı iyice karıştırılarak 20 ml si 250 ml’lik erlene aktarılır. KOİ’nin yüksek olduğu tahmin ediliyorsa az bir hacim alınır. Damıtık suyla 20 ml’ye tamamlanır. Erlene birkaç damla temiz kaynama taşı ve 0,4 gr civa sülfat konur. Erleni soğutarak ve çalkalayarak azar azar 5 ml gümüşlü sülfürik asit reaktifi konur. Bu adımda civa sülfatın tamamı çözünmelidir. 10 ml standart potasyum bikromat çözeltisi konur ve karıştırılır. Erlen soğutucuya takılır soğutma suyu açılır. Soğutucunun üst ağzından 25 ml gümüşlü sülfürik asit reaktifi yavaşça boşaltılır. Asit reaktifi konulurken bir yandan da erlen

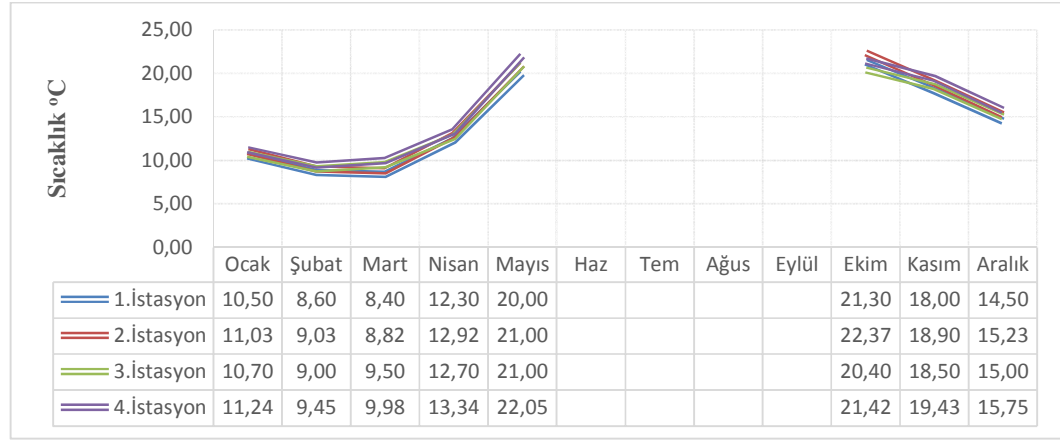
çalkalanıp karıştırılır. Soğutucunun tepesine ters çevrilmiş bir beher kapatılır. Isıtıcı açılır, kademeli olarak artırılarak en yükseğe getirilir. Erlenin içindekiler geri soğutma altında 2 saat süreyle kaynatılır. Reaksiyon sırasında soğutma suyu çıkışının fazla ısınmamasına dikkat edilmelidir. Isıtıcı kapatılarak kaynamanın tamamen durması beklenir. Az miktar suyla soğutucunun içi ve erlenin içi yıkanır. Erlene 60 ml kadar saf su konur, ağzına bir beher kapatılarak oda sıcaklığına soğutulur ve 2–3 damla ferroin belirteci konur. Standart demir amonyum sülfat çözeltisiyle mavi yeşilden kırmızı renge kadar titre edilir (Andrew vd., 1995).

Haziran-Eylül arasındaki dört aylık sürede, kafeslerdeki balıkların toplandığı, boş kaldığı dönem olduğundan ölçüm ve analiz yapılmamıştır.

3. BULGULAR

3.1. Sıcaklık

Araştırma süresince Keban Baraj gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 3.1.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1.1. Su sıcaklığı değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

I. istasyonda, en düşük su sıcaklığı 8,40 °C ile Mart ayında ve en yüksek su sıcaklığı ise 21,3 °C ile Ekim ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük su sıcaklığı Mart ayında 8,82 °C ile ve en yüksek su sıcaklığı 22,37 °C ile Ekim ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük su sıcaklığı Şubat ayında 9,00 °C, en yüksek su sıcaklığı 21,00 °C ile Mayıs ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük su sıcaklığı Şubat ayında 9,45 °C ölçülürken en yüksek su sıcaklığı 22,05 °C ile Mayıs ayında ölçüldü.

İstasyonlarda ölçülen en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık değerleri ise Tablo 3.1.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1.1.Su sıcaklığı, ortalama ve standart sapma değerleri (°C)

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
Min	8,40	8,82	9,00	9,45
Mak	21,30	22,37	21,00	22,05
ort.	14,20	14,91	14,60	15,33
±ss	5,08	5,34	4,87	5,12

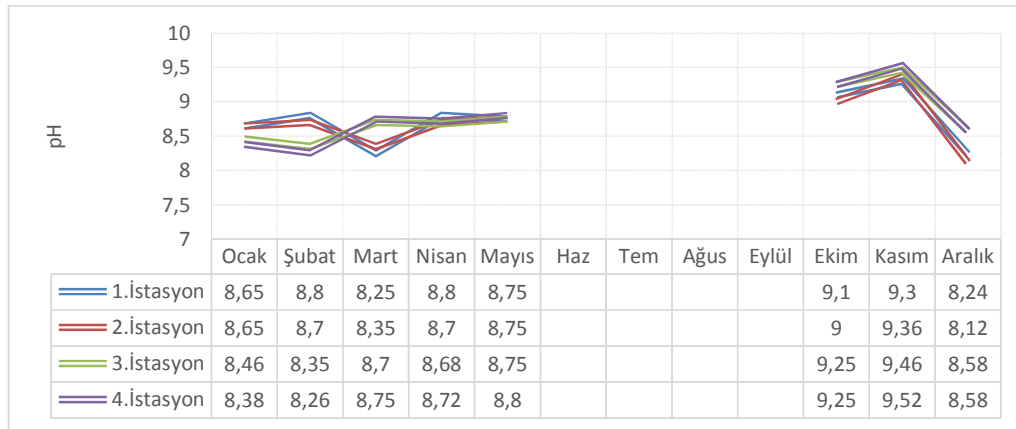
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 paket programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

pH

Araştırma süresince Keban Baraj gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 3.2.1’de verilmiştir.



Şekil 3.2.1. pH değerlerinin aylara göre dağılımı.

I. istasyonda, en düşük pH 8,24 ile Aralık ayında, en yüksek pH 9,30 ile Kasım aylarında saptanmıştır.

II. istasyonda, en düşük pH 8,12 ile Aralık ve en yüksek pH 9,36 ile Kasım aylarında saptanmıştır.

III. istasyonda ise en düşük pH 8,35 ile Şubat, en yüksek pH 9,46 ile Kasım aylarında ölçülmüştür.

IV. istasyonda, en düşük pH Şubat ayında 8,26 en yüksek pH Kasım aylarında 9,52 ölçülmüştür.

İstasyonlarda ölçülen en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri ise Tablo 3.2.1’de verilmiştir.

Tablo 3.2.1. pH’ın ortalama ve standart sapma değerleri

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
min	8,24	8,12	8,35	8,26
max	9,30	9,36	9,46	9,52
ort.	8,74	8,70	8,78	8,78
±ss	0,37	0,38	0,38	0,42

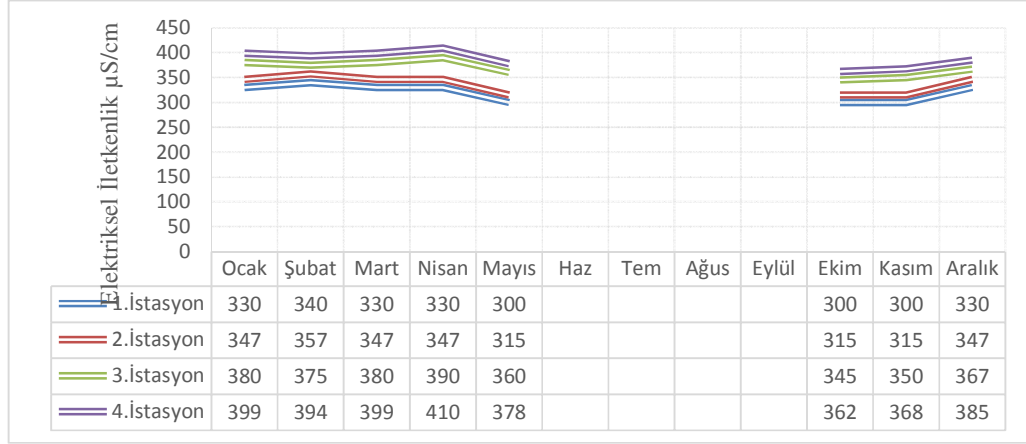
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p>0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p>0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

3.2. Elektriksel İletkenlik

Araştırma süresince Keban Baraj gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 3.3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.3.1. Elektriksel İletkenlik değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı

I. İstasyonda, en düşük elektriksel iletkenlik 300 $\mu\text{S/cm}$ olarak Ekim, Kasım ve Mayıs aylarında, en yüksek elektriksel iletkenlik ise 340 $\mu\text{S/cm}$ olarak Şubat ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük elektriksel iletkenlik 315 $\mu\text{S/cm}$ Ekim ve Kasım aylarında, en yüksek elektriksel iletkenlik ise 357 $\mu\text{S/cm}$ olarak Şubat ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük elektriksel iletkenlik 345 $\mu\text{S/cm}$ olarak Ekim ayında, en yüksek elektriksel iletkenlik 390 $\mu\text{S/cm}$ olarak Nisan ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük elektriksel iletkenlik 362 $\mu\text{S/cm}$ olarak Ekim ayında, en yüksek elektriksel iletkenlik 410 $\mu\text{S/cm}$ olarak Nisan ayında ölçüldü.

İstasyonlarda ölçülen en düşük, en yüksek ve ortalama elektriksel iletkenlik değerleri ise Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.3.1. Elektriksel iletkenliğin ortalama ve standart sapma değerleri

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
min	300	315	345	362
max	340	357	390	410
ort.	320	336	368	387
±ss	17	18	16	17

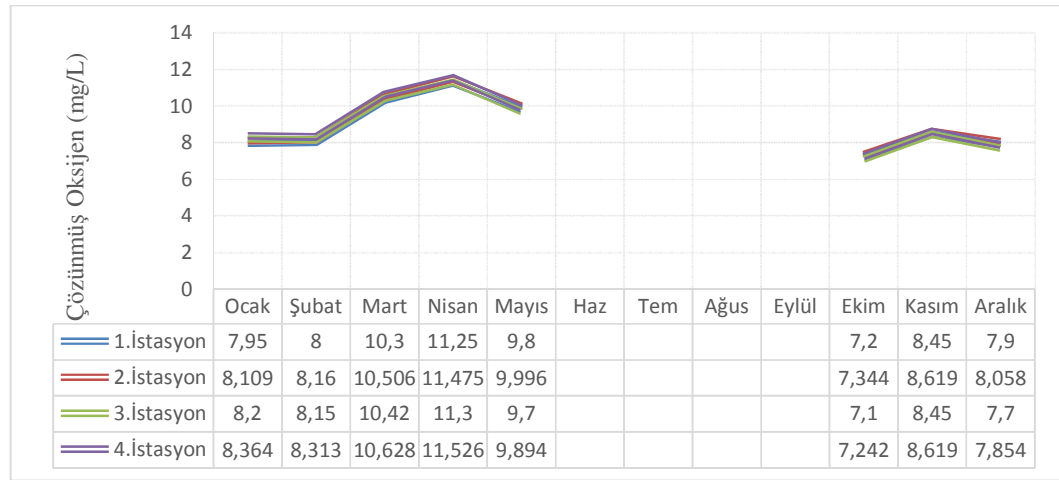
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p < 0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p < 0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.3. Çözünmüş Oksijen

Araştırma süresince Keban Baraj gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen Çözünmüş Oksijen değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 3.4.1’de verilmiştir.



Şekil 3.4.1.Çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı (mg/L)

I. istasyonda, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu 7,20 mg/L ile Ekim ayında, en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu 11,25 mg/L ile Nisan ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu 7,34 mg/L ile Ekim ayında, en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu 11,48 mg/L ile Nisan ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu Ekim ayında 7,10 mg/L, en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu Nisan ayında 11,30 mg/L ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu 7,24 mg/L ile Ekim ayında, en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu 11,53 mg/L ile Nisan ayında ölçüldü(Tablo 3.4.1).

Tablo 3.4.1.Çözünmüş Oksijen'in ortalama ve standart sapma değerleri (mg/L)

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	7,20	7,34	7,10	7,24
max	11,25	11,48	11,30	11,53
ort.	8,86	9,03	8,88	9,06
±ss	1,42	1,45	1,45	1,48

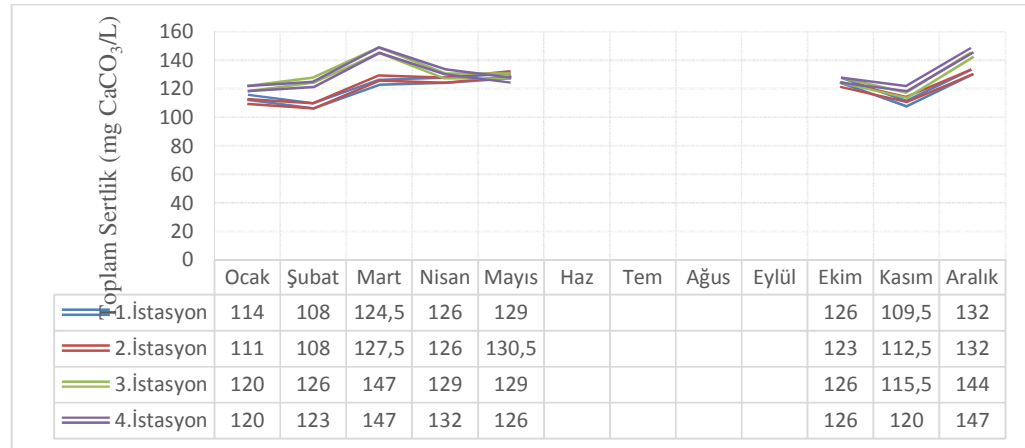
İstatistiksel bulgulara SPSS 15. programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.4. Toplam Sertlik

Araştırma süresince istasyonlar için belirlenen toplam sertlik konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri Şekil 3.5.2'de verilmiştir.



Şekil 3.5.1.Toplam sertlik değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

I. istasyonda, en düşük toplam sertlik konsantrasyonu 108 mg CaCO₃/L olarak Şubat ayında, en yüksek toplam sertlik konsantrasyonu 132 mg CaCO₃/L olarak Aralık ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük toplam sertlik değeri 108 mg CaCO₃/L olarak Şubat ayında, en yüksek toplam sertlik değeri ise 132 mg CaCO₃/L olarak Aralık ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük toplam sertlik konsantrasyonu 115,5 mg CaCO₃/L ile Kasım ayında, en yüksek toplam sertlik konsantrasyonu 147 mg CaCO₃/L olarak Mart ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük toplam sertlik konsantrasyonu 120 mg CaCO₃/L olarak Kasım ayında, en yüksek toplam sertlik konsantrasyonu 147 mg CaCO₃/L olarak Mart ayında ölçüldü (Tablo 3.5.1).

Tablo 3.5.1. Toplam sertliğin ortalama ve standart sapma değerleri

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	108,0	108,0	115,5	120,0
max	132,0	132,0	147,0	147,0
ort.	121,1	121,3	129,6	130,1
±ss	9,2	9,4	10,9	11,1

İstatistiksel bulgularda SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve p=0,05 anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p>0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p>0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

3.5. Alkalinite

Araştırma süresince Keban Baraj Gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen Alkalinite değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 3.6.1’de verilmiştir.

I. istasyonda, en düşük Alkalinite 80 mg CaCO₃/L ile Ocak ayında, en yüksek Alkalinite 200 mg CaCO₃/L ile Ekim ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük Alkalinite 92 mg CaCO₃/L ile Ocak ayında, en yüksek Alkalinite 230 mg CaCO₃/L ile Ekim ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük Alkalinite 120 mg CaCO₃/L ile Ocak, Şubat, Mart aylarında, en yüksek Alkalinite 180 mg CaCO₃/L ile Ekim ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük Alkalinite 138 mg CaCO₃/L ile Ocak, Şubat, Mart aylarında, en yüksek Alkalinite 207 mg CaCO₃/L ile Kasım ayında ölçüldü (Tablo 3.6.1).

Tablo 3.6.1. Alkalinite'nin ortalama ve standart sapma değerleri

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	80	92	120	138
max	200	230	180	207
ort.	150	173	148	170
±ss	37	43	24	27

Şekil 3.6.1. Alkalinite değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı

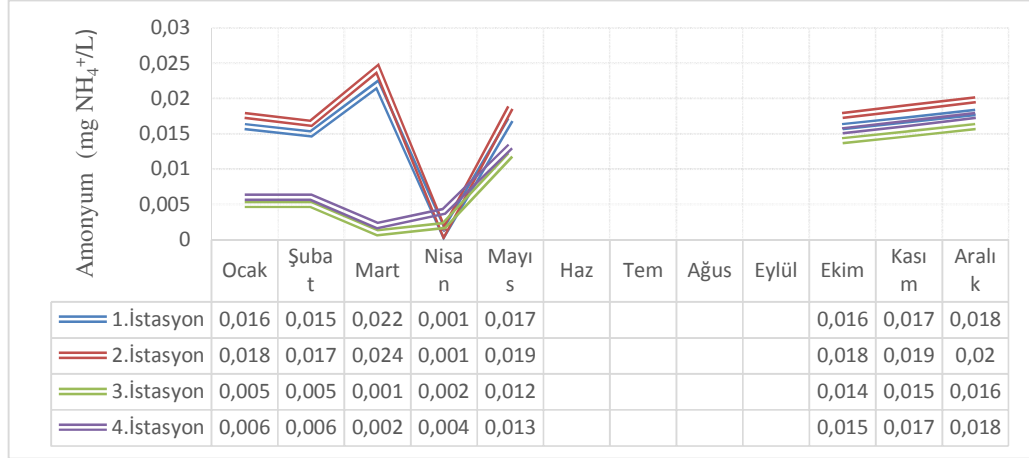
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve p=0,05 anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p<0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p<0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.6. Amonyum

Araştırma süresince Keban Baraj gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen Amonyum değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 3.7.1'de verilmiştir.



Şekil 3.7.1. Amonyum değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı

I. istasyonda, en düşük Amonyum 0,001 mg NH₄⁺/L ile Nisan ayında, en yüksek Amonyum 0,022 mg NH₄⁺/L ile Mart ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük Amonyum 0,001 mg NH₄⁺/L ile Nisan ayında, en yüksek Amonyum 0,024 mg NH₄⁺/L ile Mart ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük Amonyum 0,001 mg NH₄⁺/L ile Mart ayında, en yüksek Amonyum 0,016 mg NH₄⁺/L ile Aralık ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük Amonyum 0,002 mg NH₄⁺/L ile Ocak, Şubat, Mart aylarında, en yüksek Amonyum 0,017 mg NH₄⁺/L ile Aralık ayında ölçüldü (Tablo 3.7.1).

Tablo 3.7.1. Amonyum'un ortalama ve standart sapma değerleri

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	0,001	0,001	0,001	0,002
max	0,022	0,024	0,016	0,017
ort.	0,015	0,017	0,009	0,010
±ss	0,006	0,007	0,006	0,006

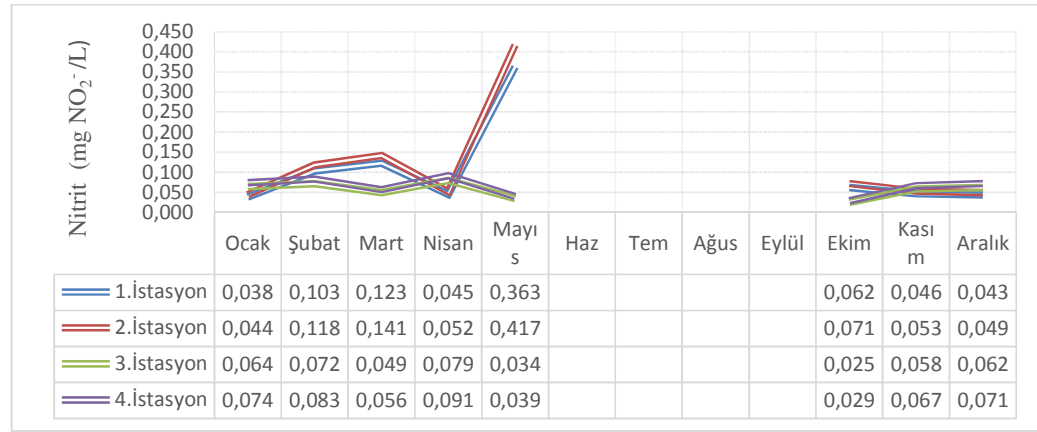
İstatistiksel bulgularda SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve p=0,05 anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p<0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p < 0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.7. Nitrit

Araştırma süresince tüm istasyonlarda kaydedilen nitrit değerlerinin aylık değişimleri Şekil 3.8.1’de verilmiştir.



Şekil 3.8.1. Nitrit değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı

I. istasyonda, en düşük nitrit miktarı 0,038 mg NO₂⁻/L olarak Ocak ayında, en yüksek nitrit miktarı ise 0,363 mg NO₂⁻/L olarak Mayıs ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük nitrit miktarı 0,044 mg NO₂⁻/L olarak Ocak ayında, en yüksek nitrit miktarı ise 0,417 mg NO₂⁻/L olarak Mayıs ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük nitrit miktarı 0,018 mg NO₂⁻/L olarak Ekim ayında, en yüksek nitrit miktarı 0,079 mg NO₂⁻/L olarak Nisan ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük nitrit miktarı 0,029 mg NO₂⁻/L olarak Ekim ayında, en yüksek 0,091 mg NO₂⁻/L olarak Nisan ayında ölçüldü (Tablo 3.8.1).

Tablo 3.8.1. Nitrit’in ortalama ve standart sapma değerleri

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
min	0,038	0,044	0,025	0,029
max	0,363	0,417	0,079	0,091
ort.	0,103	0,118	0,055	0,064
±ss	0,110	0,126	0,018	0,021

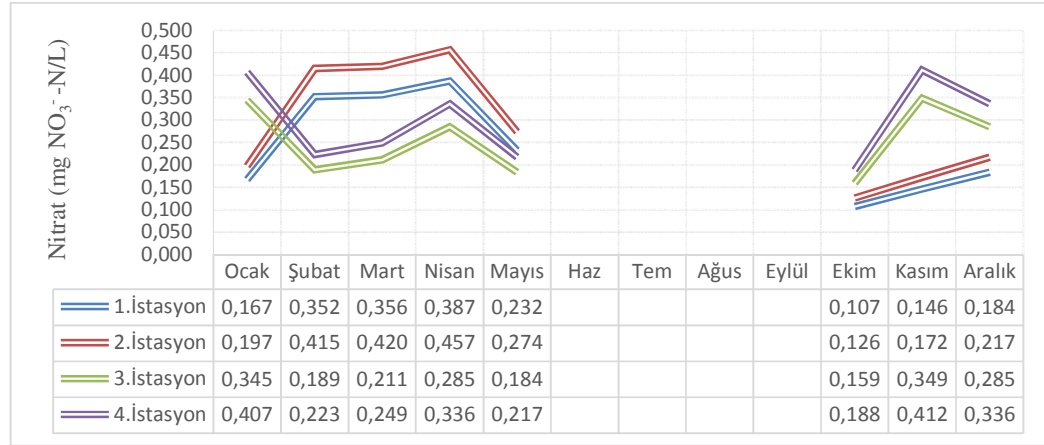
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.8. Nitrat

Araştırma süresince istasyonlarda kaydedilen nitrat konsantrasyonunun aylık değişimleri Şekil 3.9.1’de verilmiştir.



Şekil 3.9.1. Nitrat değerlerinin aylara göre değişimi

I. istasyonda, nitrat konsantrasyonu en düşük 0,107 mg NO_3^- -N/L olarak Ekim ayında, en yüksek nitrat konsantrasyonu ise 0,387 mg NO_3^- -N/L olarak Nisan ayında belirlendi.

II. istasyonda, en düşük nitrat konsantrasyonu 0,126 mg NO_3^- -N/L olarak Ekim ayında, en yüksek nitrat konsantrasyonu ise 0,457 mg NO_3^- -N/L olarak Nisan ayında belirlendi.

III. istasyonda, en düşük nitrat konsantrasyonu 0,159 mg NO_3^- -N/L olarak Ekim ayında, en yüksek nitrat konsantrasyonu 0,349 mg NO_3^- -N/L olarak Kasım ayında belirlendi.

IV. istasyonda, en düşük nitrat konsantrasyonu 0,188 mg NO₃⁻ -N/L olarak Ekim ayında, en yüksek nitrat konsantrasyonu 0,412 mg NO₃⁻ -N/L olarak Kasım ayında belirlendi (Tablo 3.9.1).

Tablo 3.9.1. Nitrat'ın ortalama ve standart sapma değerleri

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
min	0,107	0,126	0,159	0,188
max	0,387	0,457	0,349	0,412
ort.	0,241	0,285	0,251	0,296
±ss	0,109	0,128	0,075	0,088

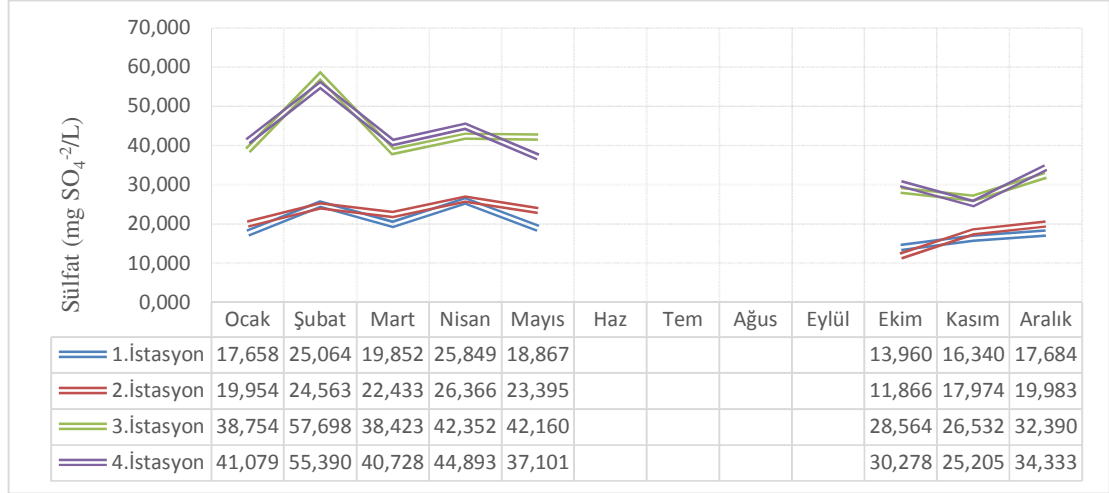
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve p=0,05 anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p<0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre p<0,05 olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.9. Sülfat

Araştırma süresince Keban Baraj Gölü üzerindeki istasyonlarda kaydedilen sülfat değerinin aylık değişimleri Şekil 3.10.1'de verilmiştir.



Şekil 3.10.1.Sülfat değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

I. istasyonda, sülfat değeri en düşük 13,960 mg SO₄⁻²/L olarak Ekim ayında, en yüksek Sülfat değeri ise 25,849 mg SO₄⁻²/L ile Nisan ayında ölçüldü.

II. istasyonda, sülfat değeri en düşük 11,866 mg SO₄⁻²/L olarak Ekim ayında, en yüksek Sülfat değeri ise 26,366 mg SO₄⁻²/L ile Nisan ayında ölçüldü.

III. istasyonda, sülfat değeri en düşük 26,532 mg SO₄⁻²/L olarak Kasım ayında, en yüksek Sülfat değeri ise 57,698 mg SO₄⁻²/L ile Şubat ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, sülfat değeri en düşük 25,205 mg SO₄⁻²/L olarak Haziran ayında, en yüksek Sülfat değeri ise 55,390 mg SO₄⁻²/L ile Şubat ayında ölçüldü (Tablo 3.10.1).

Tablo 3.10.1.Sülfat'ın ortalama ve standart sapma değerleri

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	13,960	11,866	26,532	25,205
max	25,849	26,366	57,698	55,390
ort.	19,409	20,817	38,359	38,626
±ss	4,125	4,531	9,827	9,268

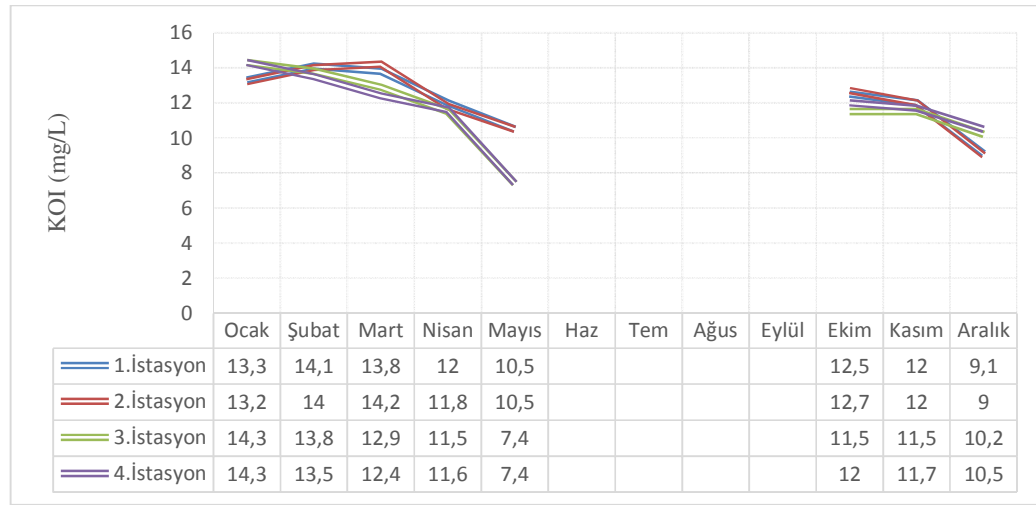
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve p=0,05 anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p>0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p>0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

3.10. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Araştırma süresince Keban Baraj gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda kaydedilen Kimyasal Oksijen ihtiyacı değerinin aylık değişimleri Şekil 3.11.1’de verilmiştir.



Şekil 3.11.1. Kimyasal Oksijen ihtiyacı değerlerinin istasyonlara ve aylara göre dağılımı

I. istasyonda, Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri en düşük Aralık ayında 9,10 mg/L olarak, en yüksek Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri ise 14,10mg/L olarak Şubat ayında ölçüldü.

II. istasyonda, Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri en düşük Aralık ayında 9,00mg/L olarak, en yüksek Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri ise 14,20mg/L olarak Mart ayında ölçüldü.

III. istasyonda, Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri en düşük Mayıs ayında 7,40mg/L olarak, en yüksek Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri ise 14,30mg/L olarak Ocak ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri en düşük Mayıs ayında 7,40mg/L olarak, en yüksek Kimyasal Oksijen ihtiyacı değeri ise 14,30mg/L olarak Ocak ayında ölçüldü (Tablo 3.11.1).

Tablo 3.11.1. Kimyasal Oksijen ihtiyacının ortalama ve standart sapma değerleri

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	9,10	9,00	7,40	7,40
max	14,10	14,20	14,30	14,30
ort.	12,16	12,18	11,64	11,68
±ss	1,69	1,77	2,19	2,09

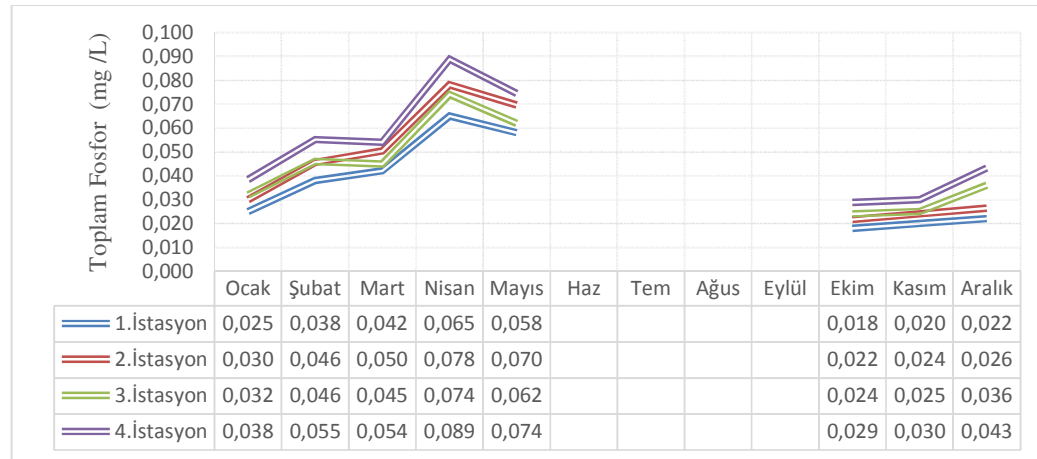
İstatistiksel bulgularda SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p>0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p>0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

3.11. Toplam Fosfor

Araştırma süresince Keban Baraj Gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda kaydedilen toplam fosfor konsantrasyonunun aylara göre değişimleri şekil 3.12.1’de verilmiştir.

**şekil 3.12.1.** Toplam Fosfor değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

I. istasyonda, toplam fosfor konsantrasyonu en düşük Ekim ayında 0,018 mg P/L olarak, en yüksek toplam fosfor konsantrasyonu ise 0,065 mg P/L olarak Nisan ayında ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük toplam fosfor konsantrasyonu en düşük Ekim ayında 0,022 mg P/L olarak Ekim ayında, en yüksek toplam fosfor konsantrasyonu ise 0,078 mg P/L olarak Nisan ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük toplam fosfor konsantrasyonu 0,024 mg P/L olarak Ekim ayında, en yüksek toplam fosfor konsantrasyonu 0,074 mg P/L olarak Nisan ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük toplam fosfor konsantrasyonu 0,029 mg P/L olarak Ekim ayında, en yüksek toplam fosfor konsantrasyonu 0,089 mg P/L olarak Nisan ayında ölçüldü (Tablo 3.12.1).

Tablo 3.12.1.Toplam Fosfor'un ortalama ve standart sapma değerleri

	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon
min	0,018	0,022	0,024	0,029
max	0,065	0,078	0,074	0,089
ort.	0,036	0,043	0,043	0,052
±ss	0,018	0,022	0,018	0,021

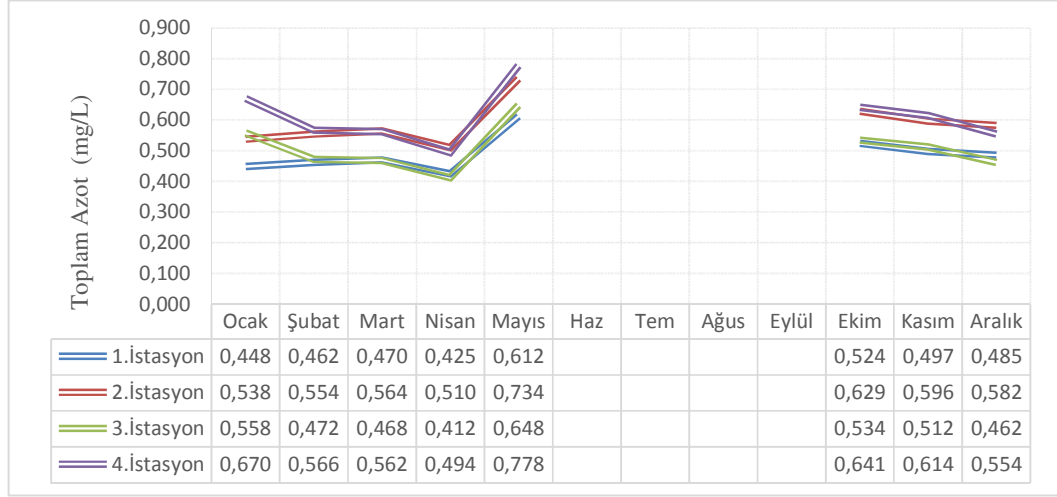
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.12. Toplam Azot

Çalışma süresince Keban Baraj Gölü üzerinde belirlenen istasyonlarda kaydedilen toplam azot konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri Şekil 3.13.1'de verilmiştir.



Şekil 3.13.1. Toplam Azot değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

I. istasyonda, toplam azot konsantrasyonu en düşük Nisan ayında 0,425 mg N/L olarak, en yüksek toplam azot konsantrasyonu ise Mayıs ayında 0,612 mg N/L ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük toplam azot konsantrasyonu 0,510 mg N/L olarak Nisan ayında, en yüksek toplam azot konsantrasyonu ise 0,734 mg N/L olarak Mayıs ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük toplam azot konsantrasyonu 0,412 mg N/L olarak Nisan ayında, en yüksek toplam azot konsantrasyonu 0,648 mg N/L olarak Mayıs ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük toplam azot konsantrasyonu 0,494 mg N/L olarak Nisan ayında, en yüksek toplam azot konsantrasyonu 0,778 mg N/L olarak Mayıs ayında ölçüldü (Tablo 3.13.1).

Tablo 3.13.1. Toplam Azot'un ortalama ve standart sapma değerleri

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
min	0,425	0,510	0,412	0,494
max	0,612	0,734	0,648	0,778
ort.	0,490	0,588	0,508	0,610
±ss	0,058	0,069	0,073	0,087

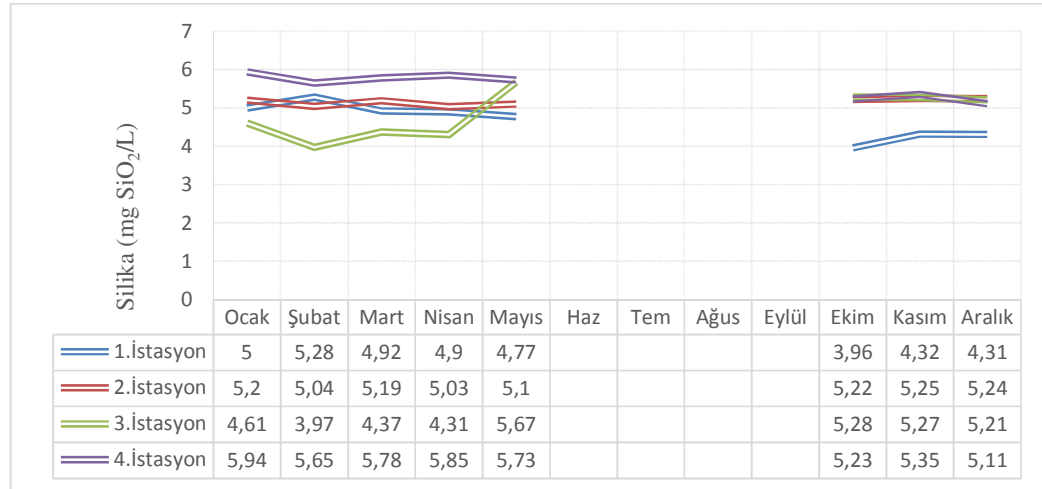
İstatistiksel bulgulara SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

3.13. Silika

Araştırma süresince Keban Baraj Gölü üzerinde belirlenen, tüm istasyonlarda kaydedilen silika değerinin aylık değişimleri Şekil 3.1.15’de verilmiştir.



Şekil 3.14.1. Silika değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

I. istasyonda, silika değeri en düşük Ekim ayında 3,96 mg SiO₂/L olarak, en yüksek silika değeri ise Şubat ayında 5,28 mg SiO₂/L olarak ölçüldü.

II. istasyonda, en düşük silika değeri 5,03 mg SiO₂/L olarak Nisan ayında, en yüksek silika değeri ise 5,25 mg SiO₂/L olarak Kasım ayında ölçüldü.

III. istasyonda, en düşük silika değeri 3,97 mg SiO₂/L ile Şubat ayında, en yüksek silika değeri 5,67 mg SiO₂/L olarak Mayıs ayında ölçüldü.

IV. istasyonda, en düşük silika değeri 5,11 mg SiO₂/L olarak Aralık ayında, en yüksek silika değeri 5,94 mg SiO₂/L ile Ocak ayında ölçüldü (Tablo 3.14.1).

Tablo 3.14.1. Silikanın ortalama ve standart sapma değerleri

	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon
Min	3,96	5,03	3,97	5,11
Max	5,28	5,25	5,67	5,94
ort.	4,68	5,15	4,83	5,58
±ss	0,44	0,08	0,59	0,30

İstatistiksel bulgularda SPSS 15.0 programında yapılan Paired Samples Statistics sonucuna ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyine göre hesaplanmış, istasyonlara göre aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

I ve II. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

III. ve IV. İstasyonda yaptığımız ölçümlere göre $p<0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Keban Baraj Gölü üzerinde belirlenen 4 istasyondaki veriler ve istatistiki değerler Tablo 3.1’de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 3.1. Keban Baraj Göl'ündeki örnekleme istasyonlarının fiziksel ve kimyasal ölçüm değerleri

Parametreler	I. İSTASYON			II. İSTASYON			III. İSTASYON			IV. İSTASYON			I. ve II. İSTATİSTİK	III. ve IV. İSTATİSTİK
	Min	Mak	Ort.	Min	Mak	Ort.	Min	Mak	Ort.	Min	Mak	Ort.		
Sıcaklık (°C)	8,40	21,30	14,20	8,82	22,37	14,91	9,0	21,0	14,6	9,45	22,05	15,33	P<0.05	P<0.05
pH	8,24	9,3	8,74	8,12	9,36	8,7	8,35	9,46	8,78	8,26	9,52	8,78	P>0.05	P>0.05
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	300	340	320	315	357	336	345	390	368	362	410	387	P<0.05	P<0.05
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	7,20	11,25	8,86	7,34	11,48	9,03	7,10	11,3	8,88	7,24	11,53	9,06	P<0.05	P<0.05
Toplam Sertlik (CaCO ₃ /L)	108	132	121,1	108	132	121,3	115,5	147	129,6	120	147	130	P>0.05	P>0.05
Alkalinite (mg/L)	80	200	150	92	230	173	120	180	148	138	207	170	P<0.05	P<0.05
Amonyum (mg/L)	0,001	0,022	0,015	0,001	0,024	0,017	0,001	0,016	0,009	0,002	0,017	0,010	P<0.05	P<0.05
Nitrit (mg/L)	0,038	0,363	0,103	0,044	0,417	0,118	0,025	0,079	0,055	0,029	0,091	0,064	P<0.05	P<0.05
Nitrat (mg/L)	0,107	0,387	0,241	0,126	0,457	0,285	0,159	0,349	0,251	0,188	0,412	0,296	P<0.05	P<0.05
Sülfat (mg/L)	13,9	15,8	19,4	11,8	26,3	20,8	26,5	57,6	38,3	25,2	55,3	38,6	P>0.05	P>0.05
KOI (mg/L)	9,1	14,1	12,1	9	14,2	12,18	7,4	14,3	11,6	7,4	14,3	11,68	P>0.05	P>0.05
Fosfor (mg/L)	0,018	0,065	0,036	0,022	0,078	0,043	0,024	0,074	0,043	0,029	0,089	0,052	P<0.05	P<0.05
Azot (mg/L)	0,425	0,612	0,49	0,51	0,734	0,588	0,412	0,648	0,508	0,494	0,778	0,610	P<0.05	P<0.05
Silika (mg/L)	3,96	5,28	4,68	5,03	5,25	5,15	3,97	5,67	4,83	5,11	5,94	5,58	P<0.05	P<0.05

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Karasal hayvan çiftlikleri gibi su ürünleri yetiştiriciliği de, ticari üründe artış sağlaması balıkların beslenerek büyütülmesine dayanır. Su ürünleri yetiştiriciliği ile ilişkili temel kaygı, yemlemeden kaynaklanan organik atık üretimidir. Alabalık yetiştiriciliği yöntemlerinin tümü, balık dışkısı ve tüketilmeyen yemden kaynaklanan çeşitli atıklar üretir (Beveridge, 1984).

Yetiştiricilikte balıklara verilen yemlerin büyük bir kısmı, atık besin maddeleri ve balık dışkıları şeklinde suya ve sonra da sedimente geçerek balık tesislerinin bulunduğu ekosistemi etkiler. Bu etkilemeler kendini kültür ortamında; dipteki suyun oksijen bakımından zayıflaması, sedimentteki toplam sülfid miktarının artışı, geçici fauna bozulmaları, bentik faunada dikkati çekerek değişimler ve bentik komünitelerin biyokütlesinde önemli miktardaki azalmalar şeklinde kendini gösterir (Tsutsumi vd., 1991). Entansif balık yetiştiriciliğinde yemdeki besin elementlerinin yaklaşık 1/4'ü balık eti olarak hasat edilirken, 3/4'ü ortamda kalmaktadır. Entansif balık yetiştiriciliğinde yem ve dışkı atıkları sediment tabakasında birikirken, çözünabilir atıklar su kolonunda dağılmaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı İsveç, Norveç ve Finlandiya sahillerindeki somon çiftliklerinde yapılan araştırmalara göre, balık çiftliklerinden denizel ekosisteme 260-650 ton/yıl azot yükünün girdiği ve bu miktarın diğer çeşitli kaynaklardan deniz ortamına giren azot yükünün sadece % 2'sine tekabül ettiği belirlenmiştir (Ervik vd., 1989; Okumuş, 1997).

Foy ve Rosell (1991), 12 aylık çalışmadan elde edilen verilerle, Kuzey İrlanda'da bir alabalık çiftliğinde bir ton gökkuşağı alabalığı üretimiyle alıcı suyun 25,6 kg toplam fosfor (TP) ve 124,2 kg toplam azot (TN) yüklendiğini bulmuşlardır. Bu değerlerin yemle eklenen ve balıklar tarafından tutulan nutrientler arasındaki farkla türetilen tahmini TP yüklenmesinin %97,6'sı ve tahmini TN yüklenmesinin %112,6'sını oluşturduğunu, ölçülen TP ve TN kayıplarında günlük değişimler ortaya çıktığını ve sıcaklıkla kayıplar arasında doğrusal olmayan zayıf ilişkiler kurulabileceğini ifade etmişlerdir. TN kayıpları, aylık yemleme oranları ve sıcaklık arasındaki doğrusal bir ilişki aralığı da olan 4–12°C arasındaki sıcaklıkla artma eğiliminde olmuş, daha yüksek sıcaklıklarda TN kayıpları aylık yemleme oranları ve sıcaklıkla ilişkili bulunmamıştır. TN kayıpları sıcaklık artışıyla azalma eğilimi sergilediğinde, bu azalmanın günlük fosfor kayıpları için de kanıt

olabileceğini, ancak azalmanın büyük oranda 22°C ve 19°C sıcaklıklarda ölçülen iki kayıp oranının katılımına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Balık tarafından tüketilen azotlu bileşiklerin yaklaşık % 70'i çözünebilir amonyum ve üre olarak atılır (Çelikkale vd., 1999). Bu bulgulardan da anlaşıldığı üzere, balık işletmelerinin bulunduğu yerlerde amonyum ve üreden kaynaklanan azot zenginleşmesi kaçınılmazdır.

Bu tez çalışmasında, tesislerin bulunduğu bölgelerde ortalama azot miktarları 0.4-0.6 mg /L gibi çok düşük miktarlarda kaydedilmiştir. Bu bulgu, araştırmanın yapıldığı tesislerin bulunduğu yerlerde yemlemeden ve balıkların metabolizma atıkları amonyum ve üreden kaynaklanan şimdilik ciddi bir tehlikenin olmadığını göstermektedir. Gerçekten araştırma süresince tesislerin bulunduğu bölgelerde toplam azot miktarlarının yanı sıra amonyum miktarlarının da 0.002-0.01 mg /L gibi çok düşük konsantrasyonlarda belirlenmiş olması bu görüşü desteklemiştir.

Kelly ve Elberizon (2001) tarafından ise, ılıman sularda kafes sistemlerinden atılan fosforun yaklaşık %60'nın, azotun %30'nun katı formda olduğu belirtilmiştir. Kafes yetiştiriciliğinde çevreye verilen toplam fosfor miktarı, yemin fosfor miktarına ve hazmolabilirliğine bağlıdır. Alabalık yetiştiriciliğinde yem değerlendirme oranı 1.5- 2.0:1 ve her ton alabalık üretimi için çevreye verilen fosfor 17-32 kg arasındadır. Entansif alabalık yetiştiriciliğinde toplam yem kaybı, toz yem ve yenmemiş yem olarak yaklaşık % 20'dir. Havuz ve kafes yetiştiriciliğinde yemin ete dönüşüm oranı karşılaştırıldığında, kafeslerde yem kaybının % 20'den daha fazla olduğu bildirilmiştir. (Atay, 1987)

Pitta vd. (1999), Batı Akdeniz'de kafeslerde balık yetiştiriciliğinin yapıldığı üç işletmede yaptıkları çalışmada, yetiştiriciliğin azot ve fosfor konsantrasyonlarında artışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Stirling ve Dey (1990) ise, İskoçya'da 200 ton civarında gökkuşağı alabalığı üretiminin yapıldığı 71 hektar büyüklüğünde ve ortalama derinliği 5 m olan bir gölde, kafeslerden kaynaklanan fosfor yükleme değerini 5,3 g/m²/yıl olarak hesaplamışlardır. Aynı araştırmacılar, kafeslerde balık yetiştiriciliğinin alıcı ortama olan etkisinin artan fosfor yükü olduğunu ve her ton alabalık üretimi için ortama 18,8 kg fosfor yüklediğini bildirmişlerdir

Enell ve Ackefors (1991), Kuzey Avrupa Ülkelerindeki balık çiftliklerinin çevreye etkileri üzerine yaptıkları bir başka çalışmada; balık çiftliklerinden gelen fosfor yükünün orman, endüstri, tarım gibi diğer fosfor kaynaklarıyla aynı miktarda olduğunu, çiftlik orijinli azot yükünün ise, deniz yüzeyine atmosferden gelen azot yükünden iki kat daha az olduğu belirtmişlerdir. 1974-1989 yılları arasında balık üretim yaklaşık 12 kat artarken

ortama eklenen fosfor yükü 5.7 kat artmıştır. Bu fosfor yükünün ise % 70'inin balık çiftliği kaynaklı olduğunu belirlemişlerdir.

Yukarıda verilen literatürlerden kafeslerde balık yetiştiriciliğinin alıcı ortama olan ana etkisinin artan fosfor yükü olduğunu ve her ton alabalık üretimi için ortama 18,8 kg fosfor yüklendiği anlaşılmaktadır. Bu tezde örneklemelerin yapıldığı istasyonlarda toplam fosfor miktarları çok düşük olarak kaydedilmiş ve 0,018-0,089 mg/L arasında değişim göstermiştir. En düşük miktar yemlemenin başladığı ekim ayında, en yüksek değer ise yemlemenin sona erdirildiği mayıs ayından hemen önce nisan ayında kaydedilmiştir. Toplam fosfor miktarı, balıkların kafes ağlara yerleştirildiği ekim ayından başlayarak nisan ayı sonuna kadar sürekli ve kademeli olarak artış göstermiştir. Bu bulgu, ağ kafeslerde yapılan yemleme ve balık dışkılarının örnekleme yapılan istasyonlarda fosfor miktarının artması üzerinde etkisi olduğuna işaret ederek yukarıda verilen araştırmaların bulgularını desteklemektedir. Bununla birlikte ağ kafeslerin bulunduğu sulardaki toplam fosfor miktarı hala çok düşük konsantrasyonlarda olduğundan, kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine (Tablo 3.3)'a göre değerlendirildiğinde bu bölgelerdeki Keban Baraj Gölü suyu toplam fosfor miktarı bakımından birinci sınıf su özelliğini taşımaktadır.

Pitta vd. (1999), Batı Akdeniz'de kafeslerde balık yetiştiriciliğinin yapıldığı üç işletmede yaptıkları araştırmada, yetiştiriciliğin azot ve fosfor konsantrasyonlarında artışa, oksijen ve pH miktarında düşüşe sebep olduğunu, klorofil konsantrasyonunu ise etkilemediği ifade etmektedirler.

Stirling ve Dey (1990), İskoçya'da 200 ton civarında gökkuşağı alabalığı üretiminin yapıldığı 71 hektar büyüklüğünde ve ortalama derinliği 5 m olan bir gölde, kafeslerden kaynaklanan fosfor yükleme değerini 5,3 g/m²/yıl olarak hesaplamışlardır. Söz konusu bu üretim düzeyinde kafeslerin yakınında amonyak, ortofosfat ve askıda katı madde miktarında artış; kafeslerin bulunduğu istasyonda, kafeslerden 1,61 km uzakta seçilen diğer istasyona göre çözülmüş oksijen ve pH değerlerinde düşüş olduğunu saptamışlardır

Bu tez çalışmasında, ağ kafeslerin bulunduğu yerlerde oksijen ve pH değerleri, kafeslerde yapılan üretim ile ilişkisi tam olarak tespit edilmemiştir. Örneklemelerin yapıldığı bölgelerde pH değeri 8.26-9.52 arasında değişim göstermiştir. pH değerleri araştırma süresince üretime ve yemlemeye bağlı olmadan artmış veya azalmıştır. Oksijen değerlerinin Ocak-Nisan arasındaki dönemde sürekli ve kademeli olarak artmış olması, yetiştiricilik faaliyeti ile sudaki oksijen miktarı arasında yukarıdaki literatürlerde verilen oksijen azalması ile ilgili bulguyu desteklememiştir.

Cornel ve Whoriskey(1992), Kanada’da oligotrofik Passage Gölü’nde 14 ton kapasiteli gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes sisteminde, biri gölün orta noktasında diğeri ise gölün uç noktasında olmak üzere belirlenen üç istasyonda üç farklı derinlikten su örnekleri almıştır. Araştırma sonucunda, göldeki kafeslerde balık yetiştiriciliğinin gölün ötrofikasyonunda lokalize ve kısa dönemli etkilere neden olduğu, alabalıklarda düşük oksijen miktarı ile stres gibi diğer olumsuz koşullar sonucu yem alımı ile büyümede azalma ve hatta ölüm olabileceği, kafes ünitelerinin bulunduğu istasyon ile diğer istasyonların pH, besin elementi (fosfor, nitrat, amonyum) miktarları arasında istatistiki açıdan fark bulunmadığı belirtilmiştir.

Rast ve Holland (1988), yetiştiricilikten kaynaklanan ötrofikasyonun bir göl veya baraj gölünde su kalitesinde bir takım değişimlere, genellikle ışık geçirgenliğinde azalmaya, besin elementi, elektrik iletkenliği, klorofil a miktarında artışlara sebep olabildiğini belirtmektedirler. Bu tez çalışmasının bulgularına dayanarak, Keban Baraj Gölü’nde yetiştiricilik faaliyetlerinden kaynaklanan hipernütrifikasyon ve dolayısıyla ötrofikasyonun başlangıcından ve/veya varlığından bahsetmek mümkün değildir.

Sucul çevreye azot ve fosfor yüklenmesini incelemek ve azaltmak için Danimarka’da 1989’da bir izleme programı geliştirilmiş ve balık çiftliklerinden kaynaklanan deşarjların Kuzey Denizi’ne boşalan akarsular için önemli kirletici kaynaklar olduğu belirlenmiştir. Yüzey sularında birincil üretimi etkileyen fosfor konsantrasyonunun toprak kullanımından etkilendiği ve özellikle tarımsal alanlarda arttığı, bununla birlikte kanalizasyon arıtma tesisleri ve balık çiftlikleri atık sularının çok daha yüksek konsantrasyonlar ürettiği ortaya konmuştur (Kronvang vd., 1993). Iverson (1995) ise, bu izleme programının sonucu olarak, tatlı suları iyileştirmek ve nutrient girişini azaltmak için su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi tarafından kullanılabilecek yıllık yem miktarının Danimarka’da yasa ile şart koşulduğunu bildirmiştir. Ülkemizde de bu tür konulara dikkat edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Alabama (ABD)’da kanal yayını kültürü için kullanılan 25 göletin yüzeyi ve tabanından toplam dört örnekleme noktasında, BOI5,1.9-35.5 mg/L; çökelebilen katı madde, 0-1.8 mL/L; askıdaki katı madde, 5.2-336.7 mg/L; uçucu katı madde, 0.02-221.0 mg/L; toplam fosfor, 0-1.85 mg/L; çözünmüş reaktif fosfor, 0-0.074 mg/L; toplam kjeldahl azotu, 0.58-14.04 mg/L; toplam amonyum azotu, 0.008-8.07 mg/L; nitrit azotu, 0.001-1.41 mg/L; nitrat azotu, 0-6.66 mg/L; çözünmüş oksijen, 0.8-16.8 mg/L ve pH 4.9-9.5 arasında ölçmüş, bazı su kalitesi değişkenlerinin doğal akarsularda rastlanan normal değerlerden

daha yüksek olduğu ve önerilen çıkış suyu konsantrasyonları sınırını aştığı ifade edilmiştir (Schwartz ve Boyd, 1994).

Üretimi 15, 55 ve 500 ton/yıl ve su miktarı 1.2 L/sn (15 ton kapasiteli çiftlik) ve 4.8 L/sn (500 ton kapasiteli çiftlik) arasında olan Kuzey Portekiz’de üç gökkuşağı alabalığı çiftliğinin çıkış suyu ve alıcı akarsudaki etkisini değerlendiren Boaventura ve ark. (1997), çıkış suyunda çözünmüş oksijende ortalama 0.7–2.4 mg/L azalma; toplam alkalinite için ortalama 1.9–3.2 mg CaCO₃/L arasında, BOI5 için ortalama 0.9–14.0 mg/L arasında, amonyum azotu için 0.27–1.46 mg/L arasında, çözünmüş fosfor için 0.06–0.58 mg/L arasında ve askıda katı madde için 16 mg/L’den daha az artış olduğunu belirlemişlerdir. Diğer çiftliklerde değişimi önemli değilken, üretimi 500 t/y olan çiftlikte toplam sertlik (3.2 mg CaCO₃/L), özgül iletkenlik (19 mS/cm) ve permanganat değerinde (3.6 mg O₂/L) artışlar ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Günlük 1 ton balık üretimiyle çözünmüş oksijen kütle akışının ortalama 255–549 g arasında azaldığını; BOI5 kütle akışının 353–1510 g arasında, amonyum azotunun 105–157 g, ortalama fosfat kütle akışının 24–62 g arasında ve toplam alkalinite kütle akışının 348–1035 t arasında arttığını rapor etmişlerdir. İlişkili parametrelerin akarsu boyunca konsantrasyon profilleri (deşarj sonrası 3, 3 ve 12 km uzaklıklarda), alabalık çiftliklerinin altında yer alan akarsuyun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik su kalitesi üzerinde çiftlikdeşarjlarının etkisini göstermişlerdir.

Sınanmış ve Şeneş (2004), tarafından yapılan bir çalışmada, kafeslerde alabalık üreticiliği sebebiyle ortamda meydana gelecek olumsuzlukların belirlenmesi amacıyla, üretimi yapılan kafeslerin bulunduğu ortamdaki göl suyunun özellikleri incelenmiştir. Sıcaklık, pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen, bulanıklık, toplam fosfor, nitrat, nitrit, amonyak, sülfat, fosfat ve kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri araştırılmıştır. Sonuçlar, özellikle ortamda kullanılmadan kalan yemden ve balıkların metabolik faaliyetleri sonucu oluştuğu düşünülen atıklardan kaynaklanabilecek bir kirliliğin başlangıcı olduğunu ortaya çıkarmıştır. pH dikkate alındığında kıta içi su kaynakları kalite sınıfı olarak ortam, III. Sınıf; toplam fosfor değeri 2,37 mg/L ile ortam IV. Sınıf kaynak özelliği göstermektedir. Amonyak konsantrasyonu, ortalama 1,29 mg/L değeri ile ortamda balıklar için toksik düzeydedir. Nitrit konsantrasyonu açısından 0,07 mg/L ile ortam IV. sınıf, nitrat konsantrasyonu açısından ise 9,20 mg/L değeri ile yaklaşık II. sınıf bir kaynak durumundadır. Dolayısıyla su kalite parametreleri içerisinde pH, toplam fosfor, amonyak, nitrit ve kısmen de olsa nitrat seviyeleri ortamda kirlilik yükünü arttırıcı yönde etki göstermektedir.

Kesikköprü Baraj Gölü'nde yaklaşık 55 ton kapasiteli bir kafes işletmesinin alıcı ortama etkisini tespit etmek için üç istasyonda (kafes, kafesten 15 ve 60 m. uzakta olan), üç derinlikte (0,5m.,10 ve 20 m.) aylara göre su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, elektrik iletkenliği, ışık geçirgenliği, klorofil a, azot ve fosfor fraksiyonları ile zooplanktonik ve bentik organizmaların birey sayıları, organizma dağılımları belirlenmiştir. Çalışma periyodunca çözünmüş oksijen (6,05-10,20 mg/L) ve ışık geçirgenliği (1,83-8,11 m.) değerlerindeki düşüşler su kalitesini olumsuz yönde etkilememiştir. İstasyonlara göre nitrat ve nitrit-azotu konsantrasyonları arasında farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Araştırma periyodunca, kafeslerde ve dip sularında (20m.) toplam fosfor (32,0-99,9 µg/L) ve amonyak azotu (0,024-0,120 mg/L) konsantrasyonlarında önemli artışlar tespit edilmiştir. Zooplanktonik organizmaların ve bentik makro faunanın birey sayıları araştırma periyodunun büyük bir bölümünde istasyonlar arasında fark göstermiştir. Zooplanktonların birey sayısının ve organizma çeşitliliğinin kafes istasyonunda azaldığı belirlenmiştir. Bentik makro faunanın birey sayısının ise, kafes istasyonunda arttığı, ancak organizma çeşitliliğinin azaldığı saptanmıştır Bu veriler sonucunda, kafes işletmesinin şu anki üretim seviyesinde bazı su kalite parametreleri, zooplankton ve bentik organizmaların birey sayıları ve çeşitliliği üzerinde lokalize etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Pulatsü vd., 2000).

Yemlerle sucul ortama giren bu organik maddeler, suda çözünmeleri veya sedimentten salınmaları durumunda belirli bir su kolonunda besleyici elementlerin seviyelerinde artışa yani hipernütrifikasyona neden olabilmektedirler. Hipernütrifikasyon ise, özellikle besin elementlerinin sınırlayıcı olduğu birincil üretimde artışa, ötrofikasyona yol açabilmekte ve ışık geçirgenliğini azaltabilmektedir (Atay, 1987; Gowen ve McLusky, 1988; Aura ve Stigebrandt, 1990; Chua, 1993; Çelikkale vd., 1999).

Su kaynaklarının yüksek derece önem arzemesi suların kalitelerine göre sınıflandırılmasını sağlamıştır. Ülkemizdeki su kalitesinin sınıflandırılması Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (kaynak)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözünmüş Oksijen(mg O ₂ /L)	>8	6-8	3-6	<3
Elektiriksel iletkenlik (µS/cm)	<400	400-1000	1001-3000	>3000
Amonyum (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	<0,2	0,2-1	1-2	>2
Nitrit (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	<0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	>0,05
Nitrat (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	<5	5-10	10-20	>20
Toplam Fosfor (mg P/L)	<0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	>0,65
KOİ (mg/L)	<25	25-50	50-70	>70

Yapılan bu çalışmada tüm istasyonlar (I,II,III ve IV) kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine (Tablo 3.3)'a göre değerlendirildiğinde 1. sınıf su olduğu saptanmıştır.

Balık çiftliklerinin uygulamalarına bağlı olarak, beklenen atık miktarını tahmin etmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Tüm çalışmalar kullanılan yem miktarı ile atık çıkışı arasında bir ilişki olduğuna göstermektedir.

Bu tez çalışmasının sonuçları Keban Baraj Gölü'nün Keban ve Pertek bölgelerinde faaliyet gösteren alabalık tesislerinin Keban Baraj Gölü'nün su kalitesi üzerinde şimdilik olumsuz bir etki göstermediğini ortaya koymuştur. Bu durum bu bölgelerde yapılan alabalık yetiştiricilik faaliyetlerinin geçmişinin çok eski olmaması ve tesislerinin üretim kapasitelerinin göl suyunun kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek miktarlarda olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerçekten yetiştiricilik yapan işletmelerin sayısı ve kapasitesindeki artış, kullanılan yem miktarının artmasına ve dolayısıyla ekosistemde özellikle organik kirliliğe neden olmaktadır. Bu nedenle Keban Baraj Gölü'nde kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapılan bölgelerin su kalitesinin sürekli izlenmesi gerekmektedir.

Su ürünleri yetiştiriciliği yapan çiftlikler, konumları gereği endüstrileşme ve şehirleşmeden uzak doğal alanlarda kurulmaktadır. Bu tür işletmeler diğer hayvan

yetiştiriciliği şşletmelerinden farklı olarak doğrudan çevreyle i içedir ve yetiştiricilik sahasını bir sınır ile doğal ortamdan ayırmak mümkün olmamaktadır. Son yıllarda kapasite ve sayı olarak hızlı bir artış içinde olan bu tür şşletmeler, hızlı artışa paralel olarak daha geniş alanlara yayılmış, üretim faaliyetlerinin modernleşmesi ve teknolojilerinin ilerlemesi ile daha fazla su, yem, kimyasal maddeler kullanarak bunları çevreye daha fazla deşarj etmeye başlamışlardır. Bunun sonucunda su ürünleri şşletmeleri bazı çevrelerden tepkiler almaya başlamış çevreye zarar verdikleri düşüncesiyle özellikle turizmciler tarafından suçlamalara hedef olmuşlardır. Yapılan suçlamalarda bu tür şşletmeler tamamen zararlı olarak gösterilmekte ve konuya yabancı kişilerin gözünde su ürünleri şşletmeleri, evre düşman olarak hedef atfedilmektedirler. Halbuki yetiştiricilik ve turizm sektörü karşı karşıya getirilmemeli ve bir birleriyle uyumlu bir şekilde faaliyet alanlarını paylaşmalıdır.

Tekinay vd., (2006), yaptıkları bir çalışmada Türkiye’de, denizlerde ve akarsularda gerçekleştirilen su ürünleri yetiştiriciliği yanında gl, gölet ve baraj gölü gibi kapalı havzalarda yapılan yetiştiricilik son yıllarda önemli bir gelişme olduğunu kaydetmişlerdir. Ancak, denizler ve akarsulara göre bu alanlardaki su miktarının değişimi çok sınırlı ve uzun süreçler gerektirdiğinden, fiziksel ve kimyasal kirlenmeye karşı çok hassas bir yapı arz etmektedirler. Bu nedenle; bu alanlardaki yetiştiricilik uygulamalarının fiziksel, biyolojik ve kimyasal parametreler (taşıma kapasitesi) açısından çok dikkatli irdelenmesi ve takip edilmesi zorunludur. Genellikle bir su ürünleri şşletmesinde meydana gelen kirlilik, yemin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve yemleme yönetimine bağlı olarak değişmektedir. Özellikle kapalı su alanlarında yapılan balık yetiştiriciliğinde, yemin tozlu, kırık, farklı boyda, yumuşak, aşırı yağlı ve yüzer özellikte olmaması gerekir. Normalden fazla dışkı üretimini engellemek için sindirilebilirlik katsayısı yüksek hammaddelerden yapılmış rasyonlar (selüloz oranı düşük) ve karbonhidratları iyi jelatinize olmuş yemler kullanılmalıdır. Yemlerde ideal protein-enerji ve azot-fosfor dengesinin olmasına dikkat edilmelidir. Yemleme tabloları, o bölgenin yıllık su sıcaklığı değişimleri dikkate alınarak (Termal Büyüme Katsayısı) hazırlanıp uygulanmalıdır. Yetiştiricilik alışmaları başladıktan sonra belirli srelerde ilgili su alanlarından ve zeminlerinden yapılacak örnekleme ve analizlerle çevresel etki kriterleri takip edilmelidir.

5. KAYNAKLAR

1. **Ackefors, H. and Enell, M.**, 1990. Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas, *Ambio*, 19, 29-35.
2. **Anonim**, 1993. Türkiye’de Yetiştiriciliğin Çevresel Etkisi ve Bunun Turizm, Rekreasyon ve Özel Koruma Alanları ile İlişkisi, TÜGEM, 1-185, Ankara.
3. **Anonymous**, 1984. *Inland Aquaculture Engineering*, FAO , 353-363, Roma.
4. **Anonymous**, 1996a. *Monitoring The Ecological Effects of Coastal Aquaculture*, FAO, Reports and Studies no:57, Roma.
5. **Anonim**, 1992. Türk Çevre Mevzuatı. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Cilt II, Ankara, 1275 s.
6. **Atay, D.**, 1987. İçsu Balıkları ve Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:1035, Ankara, 467 s.
7. **Atay, D. ve Pulatsü, S.**, 2000. Su Kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1513, 1-292, Ankara.
8. **Aura, J. and Stigebrandt, A.**, 1990. Quantitative estimates of the eutrophication effects of fish farming on fyords, *Aquaculture*, 90, 135-156.
9. **Babacan, Z.N.**, 1999. Ağ kafeslerde çipura (*Sparus aurata* L., 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) yetiştiriciliğinin su kalitesine etkisi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
10. **Barg, U.C.**, 1992. Guidelines For the Promotion of Environmental Management of Coastal Aquaculture Development. FAO Fish. Tech. Rep. Rome, (328): 122 p.
11. **Beveridge, M.C.M.**, 1984. Cage and Pen Fish Farming, Carrying Capacity Models and Environmental Impact, FAO Fish Tech. Pap (225), p 131, Roma.
12. **Brown, J.R., Gowen, R.J. and McLusky, D.S.**, 1987. The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch, *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, 109, 39-51.
13. **Chua, T.E.**, 1993, Environmental management of coastal aquaculture development, R. S. V. Publin, H. Rosenthal and J.L. Maclean (eds.), *Environment and aquaculture in developing countries*. ICLARM Conf. Proc., 31, 199-212.

14. **Cornel, G.E. and Whoriskey, F.G.,** 1992, The effect of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos, sediments of Lac du Passage, Quebec, Aquaculture, 109, 101-117.
15. **Çelikkale, M., Düzgüneş, E. ve Okumuş, İ.,** 1999, Türkiye Su Ürünleri Sektörü, Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası Yayınları No:1999-2, İstanbul.
16. **Demir, N., Kırkağaç, M., Pulatsü, S.ve Bekcan, S.,** 2001. Influence of trout cage culture on the water quality, plankton and benthos in an Anatolian Dam Lake, The Israeli Journal of Aquaculture, 53 (3-4), 115-127.
17. **Enell, M. and Ackefors, H.,** 1991. Nutrient discharges from aquaculture operations in Nordic Countries into adjacent sea areas, ICES, F:56, Ref. MEQC, 2-16, İsveç.
18. **Enell, M.,** 1995. Environmental Impact of Nutrients from Nordic Fish Farming, Water Sciences and Technology, 31 (10), pp:61-71, (1995).
19. **Folke, C. ve Kautsky, N.,** 1989. The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture, Ambio, 18, (4), 234-243.
20. **Foy, R.H. and Rosell, R.,** 1991. Loadings of nitrogen and phosphorus from a Northern Ireland fish farm, Aquaculture, 96, 17-30.
21. **Gengç, E.,** 1997. Yüzer Ağ Kafeslerde Deniz Balıkları Yetiştiriciliğinin Çevreye Etkisi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Semineri, 1-27, Ankara.
22. **Gowen, R.J. and McLusky, D.S.,** 1988, How farm effect their surroundings, Fish Farmer, September / October, 33-34, 50-51.
23. **Hoşsu, B., Korkut, A.Y. ve Fırat, A.,** 2001. Fish Feeding and Feed Technology 1, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:50, İzmir, 295 s.
24. **Johnsen, R.I., Grahl-Nielsen, O. and Lunestad, B.T.,** 1993. Environmental distribution of organic waste from a marine fish farm, Aquaculture, 118, 229-244.
25. **Kell, L.A and Elberizon, I.R.,** 2001. Freshwater Finfish Cage Culture. In: Environmental Impact of Aquaculture. Black K.D. (ed), Sheffield Academic Pres, pp. 1-32, UK

26. **Kırkım, O., Özaydın, A., Doğan, E., Dağlı, M., Sezgin, A., Kaymakçı, U.Y. ve Kesici,,** 2003. Possible environmental impact of developing aquaculture around İkiz Adalar and Salih Islands (in Turkish). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü TAGEM/HASYÜD/2001/09/02/06, Ankara, 53 s.
27. **Lawson, T.B.,** 1995. Fundamentals of Aquacultural Engineering. ChapmanandHall, Dept. BC, OnePem Plaza, New York, pp:355.
28. **Okumuş, İ.,** 1997. Deniz kafeslerinde balık yetiştiriciliğinin ekolojik bazı etkileri ve balık-midye polikültür yaklaşımı, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 323-329, İzmir.
29. **Pitta, P., Karakassis, I., Tsapakis, M. and Zivanovic, S.,** 1999. Natural vs. mariculture induced variability in nutrient sand plankton in the eastern Mediterranean, Hydrobiologia, 391: 181-194.
30. **Phillips, M.J., Beveridge, M.C., Ross, L.G.,** 1985. Theenvironmentalimpact of salmonid cageculture on inland fisheries: present statusandfaturetrends, JournalFishBiol., 27 (suppl.A), 123-137.
31. **Pulatsü, S., Atay, D. ve Karahan, B.,** 1999. Ağ kafeslerde çipura (*Sparus aurata* L., 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L.,1758) yetiştiriciliğinin su kalitesine etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (3), 99-101.
32. **Rast, W., Holland, M.,** 1988. Eutrophication of lakes and reservoirs: a framework for making management decisions, Ambio, 17, 2-12.
33. **Stewart, J.E.,** 1997. Environmental impacts of aquaculture, World Aquaculture, March, 47-52.
34. **Stirling, H.P. and Dey, T.,** 1990. Impact of intensive cage fish farming on the phytoplankton and periphyton of a Scottish freshwater loch, Hydrobiologia, 190, 193-214.
35. **Şen, B. ve Sönmez, F.,** 2005. Bir Balık Üretim Tesisi(Elazığ)'ndeki Balık Havuzlarında Su Kalitesi ve Mevsimsel Değişimleri' Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Cilt:17/4, s:599-603.
36. **Şen, B., Koçer, M.A.T., Canpolat, Ö., Alp, M.T., Türkgülü, İ., Sönmez, F.,** 2007. Pollution and Siltation Effects of the Running Waters on Lake Hazar and Restoration Practice to Minimize These Threats. International Congress, River Basin Management, Vol.1, p:308-318, Antalya.

- 37. Weglenska, T., Brownick-Dylinska, L., Ejsmont-Karabin, J. and Spodniewska, I., 1987. Plankton structure and dynamics, phosphorus and nitrogen regeneration by zooplankton in Lake Glebokie polluted by aquaculture, Ekologia Polska, 35, 1, 173-208, Polonya.**
- 38. Yıldırım, Ö., Korkut, A.Y., 2004. Su Ürünleri Yemlerinin Çevreye Etkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. Cilt/Volume 21, Sayı/Issue (1-2): 167 – 172.**

6. ÖZGEÇMİŞ

Elazığ ilinde 1982 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladıktan sonra 2002 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde lisans eğitimime başladım. 2009 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım. Yüksek lisans eğitimime halen devam etmekteyim. 2010 yılında ise Anadolu Anonim Türk Sigorta Şirketi'nde Maksimum Sigorta Uzmanı olarak göreve başladım.

Fatih AKLİMAN